



**Allen-Bradley**

**Módulos de E/S  
analógicas**

**SLC 500™**

**(Números de catálogo  
1746-NI4, -NIO4I,  
-NIO4V, -NO4I y -NO4V)**

# Manual del usuario



## Información importante para el usuario

Debido a la variedad de usos de los productos descritos en esta publicación, las personas responsables de la aplicación y uso de este equipo de control deben asegurarse de que se hayan seguido todos los pasos necesarios para que cada aplicación y uso cumpla con todos los requisitos de rendimiento y seguridad, incluyendo leyes, reglamentos, códigos y normas aplicables.

Los ejemplos de ilustraciones, gráficos, programas y esquemas mostrados en esta guía tienen la única intención de ilustrar el texto. Debido a las muchas variables y requisitos asociados con cualquier instalación particular, Allen-Bradley no puede asumir responsabilidad u obligación (incluyendo responsabilidad de propiedad intelectual) por el uso real basado en los ejemplos mostrados en esta publicación.

La publicación SGI-1.1 de Allen-Bradley, *Safety Guidelines for the Application, Installation, and Maintenance of Solid State Control* (disponible en la oficina local de Allen-Bradley), describe algunas diferencias importantes entre equipos transistorizados y dispositivos electromecánicos, las cuales deben tomarse en consideración al usar productos tales como los descritos en esta publicación.

Está prohibida la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación de propiedad exclusiva sin el permiso por escrito de Allen-Bradley Company, Inc.

En este manual hacemos anotaciones para alertarle de posibles lesiones personales o daño a equipos bajo circunstancias específicas.



**ATENCIÓN:** Identifica información sobre prácticas o circunstancias que pueden conducir a lesiones personales o la muerte, o a daños materiales o pérdidas económicas.

---

Las notas de “Atención” le ayudan a:

- Identificar un peligro
- Evitar el peligro
- Reconocer las consecuencias

**Importante:** Identifica información especialmente importante para una aplicación y un entendimiento correctos del producto.

Sírvase tomar nota de que en esta publicación se usa el punto decimal para separar la parte entera de la decimal de todos los números.

# Resumen de los cambios

La información que se presenta a continuación resume los cambios efectuados en este manual desde la última impresión como 1746-NM003, serie B en febrero de 1994. Este manual incorpora la actualización del documento desde octubre de 1995.

### Nueva información

La tabla a continuación lista las secciones que documentan las nuevas características e información adicional acerca de características existentes, y muestra dónde encontrar esta nueva información.

Para esta nueva información	Vea el
Inicio rápido para usuarios con experiencia	Capítulo 2
Esquema de cableado para conexiones de entrada analógica unipolar	Capítulo 3
Certificación de la CE	Capítulo 3, Apéndice A
Circuitos de entrada y salida del módulo	Apéndice D

### Información actualizada

A continuación se listan los cambios efectuados desde la última versión que requieren la ejecución de un procedimiento de manera diferente o requieren de equipo diferente:

- Tabla para determinar los requisitos de alimentación eléctrica – se añadieron módulos de E/S especiales y discretas (vea el capítulo 3, Instalación del módulo analógico).
- Se añadió información adicional a la sección de conexión a tierra del cable (vea el capítulo 3, Instalación del módulo analógico).
- Se modificó el diagrama de la Figura 3.11, Blindaje y cable de conexión a tierra (vea el capítulo 3, Instalación del módulo analógico).



	<b>Prefacio</b>	
	Quién debería usar este manual . . . . .	P-1
	Propósito de este manual . . . . .	P-1
	Términos y abreviaciones . . . . .	P-2
	Contenido de este manual . . . . .	P-6
	Documentación relacionada . . . . .	P-6
	Técnicas comunes usadas en este manual . . . . .	P-8
	Soporte Allen-Bradley . . . . .	P-8
	Soporte local de productos . . . . .	P-8
	Asistencia técnica de productos . . . . .	P-8
	Sus preguntas y comentarios acerca de este manual . . . . .	P-8
<b>Descripción general</b>	<b>Capítulo 1</b>	
	Cómo usar valores analógicos . . . . .	1-1
	Tipos de módulos analógicos . . . . .	1-2
	Módulos de entrada analógica 1746-NI4 . . . . .	1-2
	Módulos de combinación analógica 1746-NIO4I y NIO4V0 . . . . .	1-2
	Módulos de salida analógica 1746-NO4I y NO4V . . . . .	1-2
<b>Inicio rápido para usuarios con experiencia</b>	<b>Capítulo 2</b>	
	Herramientas y equipo requerido . . . . .	2-1
	Procedimientos . . . . .	2-2
<b>Instalación y cableado del módulo analógico</b>	<b>Capítulo 3</b>	
	Cumplimiento con la Directiva de la Unión Europea . . . . .	3-1
	Directivas EMC . . . . .	3-1
	Determinación de los requisitos de alimentación eléctrica para un controlador modular . . . . .	3-2
	Determinación de los requisitos de alimentación eléctrica para un controlador compacto . . . . .	3-3
	Configuración del módulo . . . . .	3-4
	Posicionamiento de interruptor para el módulo 1746-NI4 . . . . .	3-4
	Posicionamiento de interruptor para los módulos 1746-NIO4I y -NIO4V . . . . .	3-5
	Interruptor de alimentación externa para los módulos 1746-NO4I y -NO4V . . . . .	3-5
	Selección de una ranura en el chasis . . . . .	3-6
	Instalación del módulo . . . . .	3-6
	Desinstalación del bloque de terminales del módulo analógico . . . . .	3-7

Consideraciones de cableado . . . . .	3-8
Pautas para el cableado del sistema . . . . .	3-8
Conexión a tierra del cable . . . . .	3-9
Determinación de la longitud del cable . . . . .	3-9
Cableado del módulo analógico . . . . .	3-10
Identificación e instalación del bloque de terminales . . . . .	3-12
Conexión a tierra de los hilos de blindaje y tierra . . . . .	3-12
Minimización del ruido eléctrico en módulos analógicos . . . . .	3-16

## Operación del módulo y consideraciones del sistema

### Capítulo 4

La interface entre el módulo y el procesador . . . . .	4-2
Introducción de códigos de identificación del módulo . . . . .	4-2
Direccionamiento de módulos analógicos . . . . .	4-2
Direccionamiento a nivel de bits . . . . .	4-5
Actualización de datos analógicos del procesador . . . . .	4-6
Monitoreo de datos de entrada y salida . . . . .	4-6
Conversión de datos de entrada analógica . . . . .	4-7
Conversión de datos de salida analógica . . . . .	4-8
Consideraciones del sistema . . . . .	4-10
Estado seguro para salidas . . . . .	4-10
Opción de programación retentiva . . . . .	4-10
Ejemplo de salida analógica retentiva . . . . .	4-11
Ejemplo de salida analógica no retentiva . . . . .	4-11
Durante un cambio de modo o ciclo de apagado y encendido de la alimentación eléctrica . . . . .	4-12
Detección de entrada fuera de límites . . . . .	4-12
Respuesta a una inhabilitación de ranura . . . . .	4-14
Respuesta de entradas a la inhabilitación de ranura . . . . .	4-14
Respuesta de salidas a la inhabilitación de ranura . . . . .	4-14
Filtro de canal de entrada . . . . .	4-15

## Prueba del módulo

### Capítulo 5

Prueba del sistema SLC 500 . . . . .	5-1
Procedimientos de arranque . . . . .	5-1
Inspeccione el módulo analógico . . . . .	5-2
Desconecte los dispositivos de movimiento principales (dispositivos de movimiento) . . . . .	5-2
Encienda el sistema SLC 500 . . . . .	5-3
Prueba de las entradas analógicas . . . . .	5-4
Prueba de salidas analógicas . . . . .	5-6

**Ejemplos de programación****Capítulo 6**

Direccionamiento, detección de fuera de límites y escalado de entradas analógicas . . . . .	6-1
Cálculo de la relación lineal . . . . .	6-2
Cálculo del indicador de fuera de límites . . . . .	6-3
Uso de matemáticas estándar . . . . .	6-4
Uso de la instrucción de escalar (SCL) . . . . .	6-6
Direccionamiento y escalado de salidas . . . . .	6-8
Cálculo de la relación lineal . . . . .	6-8
Uso de matemáticas estándar . . . . .	6-10
Escalado de offset cuando $>32,767$ o bien $< -32,768$ . . . . .	6-14
Cálculo de la relación lineal . . . . .	6-14
Cálculo de la relación lineal desplazada . . . . .	6-15
Uso de matemáticas estándar . . . . .	6-16
Escalado y verificación de los límites de entradas y salidas analógicas . . . . .	6-20
Cálculo de la relación lineal . . . . .	6-20
Uso de instrucciones matemáticas estándar . . . . .	6-21
Escalado y verificación de los límites de entradas y salidas analógicas . . . . .	6-23

**Mantenimiento y seguridad****Capítulo 7**

Mantenimiento preventivo . . . . .	7-1
Consideraciones de seguridad al resolver problemas . . . . .	7-2

**Especificaciones****Apéndice A**

Especificaciones de los módulos analógicos . . . . .	A-1
Especificaciones generales para los módulos NI4, NIO4I, NIO4V, NO4I y NO4V . . . . .	A-1
Especificaciones generales de la entrada analógica para los módulos NI4, NIO4I, NIO4V . . . . .	A-2
Especificaciones de la entrada de lazo de corriente para los módulos NI4, NIO4I y NIO4V . . . . .	A-3
Especificaciones de entrada de voltaje para los módulos NI4, NIO4I y NIO4V . . . . .	A-4
Especificaciones de la salida de corriente para los módulos NIO4I y NO4I . . . . .	A-5
Especificaciones de salida de voltaje para los módulos NIO4V y NO4V . . . . .	A-6

**Números binarios  
complementos a dos****Apéndice B**

Valores decimales positivos .....	B-1
Valores decimales negativos .....	B-2

**Calibración opcional de  
entradas analógicas  
mediante software****Apéndice C**

Calibración de un canal de entrada analógica .....	C-1
Cálculo de la calibración mediante software .....	C-2
Procedimiento .....	C-2
Ejemplo de diagrama de escalera .....	C-3

**Circuitos de entrada y  
salida de módulos****Apéndice D**

Circuito de entrada para los módulos 1746-NI4, -NIO4I y -NIO4V .....	D-1
Circuito de salida de voltaje para módulos 1746-NIO4V ..	D-1
Circuito de corriente para módulos 1746-NIO4I .....	D-1
Diagrama de aislamiento .....	D-2



# **Prefacio**

Lea este prefacio para familiarizarse con el resto del manual. Este prefacio cubre los siguientes temas:

- quién debería usar este manual
- el propósito de este manual
- términos y abreviaciones
- convenciones usadas en este manual
- soporte de Allen-Bradley

### **Quién debería usar este manual**

Use este manual si es responsable del diseño, instalación, programación o resolución de problemas de sistemas de control que usan controladores lógicos Allen-Bradley.

Se debe tener un conocimiento básico de los productos SLC 500™. Se debe comprender el funcionamiento de controladores programables para poder interpretar las instrucciones de lógica de escalera requeridas para controlar la aplicación. De no ser así, comuníquese con el representante local Allen-Bradley para obtener información acerca de los cursos de capacitación antes de usar este producto.

### **Propósito de este manual**

Este manual es una guía de referencia para módulos analógicos. Describe los procedimientos que se usan para instalar los módulos analógicos e integrarlos en el sistema SLC 500.

## Términos y abreviaciones

Los siguientes términos y abreviaciones son específicos a este producto. Para obtener una lista completa de la terminología de Allen-Bradley, consulte el *Glosario de automatización industrial Allen-Bradley*, número de publicación ICCG-7.1ES.

**Bit menos significativo (LSB)** – El dígito (o bit) en una palabra binaria (código) que contiene el valor más pequeño de peso. Para los módulos analógicos, se usan los códigos binarios de complemento a dos de 16 bits en la imagen de E/S de la tarjeta.

Para entradas analógicas, el LSB se define como el bit 0 del extremo derecho del campo de 16 bits. Para salidas analógicas, los dos bits del extremo derecho no son significativos, y el LSB se define como el tercer bit desde la derecha, bit 2, del campo de 16 bits.

**Canal** – Se refiere a una de las cuatro interfaces de entrada analógica de señal pequeña disponibles en el bloque de terminales del módulo. Cada canal se configura para conectarse a un RTD o dispositivo de entrada de potenciómetro, y tiene su propia palabra de estado de diagnóstico.

**Chasis** – Una unidad de hardware en la que residen dispositivos tales como módulos de E/S, módulos adaptadores, módulos procesadores y fuentes de alimentación eléctrica.

**Conversión A/D** – Generación de un valor digital cuya magnitud es proporcional a la magnitud instantánea de una señal analógica.

**Conversión D/A** – Generación de una señal analógica cuya magnitud instantánea es proporcional a la magnitud de un valor digital.

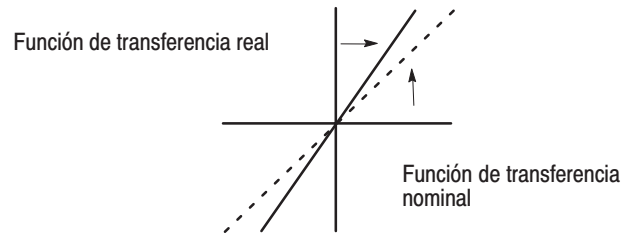
**Deriva del error de ganancia** – El efecto de la temperatura en el error de ganancia se expresa en la deriva del error de ganancia. Cuando la temperatura se desvía de +25° C, el error de ganancia posible aumenta. La deriva de error de ganancia se especifica en porcentaje del valor de entrada o salida /° C.

**Deriva del error de offset** – El efecto de la temperatura en el error de offset se expresa con la deriva del error de offset. Cuando la temperatura se desvía de +25° C, el error posible de offset aumenta. La deriva de error de offset se expresa en LSB /° C de escala completa.

**Error de ganancia** – La “ganancia” de una entrada o salida analógica es el factor de escala que proporciona la relación de conversión nominal. Generalmente es la pendiente de la línea que resulta cuando los puntos de voltaje o corriente analógica se grafican en relación a los códigos digitales correspondientes.

**Figura P.1**

Cambio en la pendiente debido a un error de ganancia (exagerado)

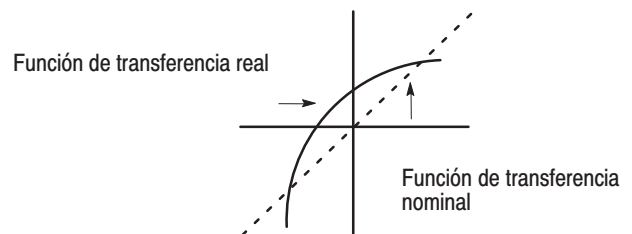


El error de ganancia es la desviación del factor de escala o pendiente de la línea del valor ideal o nominal. El error de ganancia se expresa en porcentaje del valor de la entrada o salida.

**Error de linealidad** – Una entrada o salida analógica consta de una serie de valores de voltaje o corriente correspondientes a códigos digitales. En el caso de una entrada o salida analógica ideal, los valores se encuentran en una línea recta espaciados por un voltaje o corriente correspondiente a 1 LSB. Cualquier desviación de la entrada convertida o salida actual de esta línea es el error de linealidad de la entrada o salida. La linealidad se expresa en porcentaje de la entrada o salida de escala completa.

**Figura P.2**

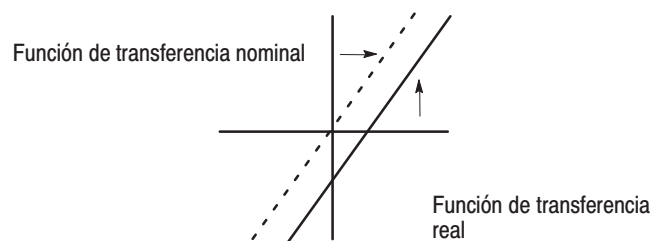
La desviación de la línea recta debido a error de linealidad (exagerado)



**Error de Offset** – Para entradas analógicas, el error de offset es un código digital diferente de cero cuando se aplica cero voltaje o cero corriente a terminales de entrada. Para salidas analógicas, el error de offset es un código digital diferente de cero requerido para producir cero voltaje o corriente en los terminales de salida.

**Figura P.3**

Error de offset (exagerado)



**Escala completa** – La magnitud de voltaje o corriente a través de la cual se permite la operación normal.

**Estado seguro** – El estado de las salidas analógicas que entran cuando el procesador no está en el modo de RUN (MARCHA). El usuario debe asegurarse de que éste es un estado seguro para la aplicación.

**Ganancia** – La razón entre las magnitudes de la señal de salida y señal de entrada. La “ganancia” de una entrada o salida analógica es el factor de escala que proporciona la relación de conversión nominal. Generalmente, es la pendiente de la línea que resulta cuando los puntos de voltaje o corriente analógica se grafican en relación a los códigos digitales correspondientes. (vea Error de ganancia).

**Límites de voltaje de modo común** – Para entradas analógicas, la diferencia de voltaje más grande permitida entre el terminal positivo o negativo y el común analógico durante la operación diferencial normal.

**Número de bits significativos** – La potencia de dos que representa el número de códigos digitales completamente diferentes a los que se puede convertir una señal analógica o de los que se puede generar.

**Offset** – La desviación de estado constante de una variable controlada desde un punto de ajuste fijo.

**Operación diferencial** – La diferencia de voltaje entre el terminal positivo y el terminal negativo de un canal.

**Precisión general** – La mayor desviación posible del voltaje o corriente de salida ideal a lo largo de todos los valores de salida se denomina la precisión general. Para entradas, la mayor desviación posible de la representación digital de la señal de entrada ideal a lo largo de todos los valores de entrada se denomina la precisión general. Estos valores se expresan en porcentaje de la escala completa.

El error de ganancia, error de offset y el error de linealidad contribuyen a la exactitud del canal de entrada y salida.

**Rechazo de modo común** – Para entradas analógicas, el nivel máximo al cual aparece un voltaje de entrada de modo común en el valor numérico leído por el procesador, expresado en dB.

**Repetición** – Cuán cercanas están las medidas repetidas de la misma variable bajo las mismas condiciones.

**Resolución** – El aumento de voltaje o corriente nominal igual al cambio, paso o nivel más pequeño detectado o representado por el canal analógico.

**Respuesta de paso** – Para entradas, el tiempo requerido para que una entrada analógica alcance el 95% de su valor final esperado.

**Tiempo de actualización** – Para entradas analógicas, el tiempo entre actualizaciones realizadas en la memoria del módulo analógico del valor digital que representa la señal de entrada analógica.

Para salidas analógicas, el tiempo que transcurre desde que se recibe el código digital en el módulo analógico hasta que sale la señal de salida analógica del código digital en los terminales del canal de salida.

**Voltaje de modo común** – Para entradas analógicas, la diferencia de voltaje entre el terminal negativo y el común analógico durante la operación diferencial normal.

**Voltaje diferencial máximo** – La diferencia de voltaje más grande permitida entre el terminal negativo y el terminal positivo durante la operación diferencial normal.

## Contenido de este manual

Tabla P.A

Capítulo	Título	Contenido
	Prefacio	Describe el propósito, referencia general y alcance de este manual. También especifica la audiencia para la cual está dirigido este manual.
1	Descripción general	Describe cómo usar los analógicos y los tipos de módulos analógicos.
2	Inicio rápido para usuarios con experiencia	Sirve como una <i>Guía de inicio rápido</i> para el módulo analógico.
3	Instalación y cableado del módulo analógico	Describe cómo cablear e instalar módulos analógicos.
4	Operación del módulo y consideraciones del sistema	Describe cómo opera el módulo en un sistema SLC 500 y la interface de aplicación.
5	Prueba del módulo	Describe cómo probar el módulo.
6	Ejemplos de programación	Ofrece ejemplos de programas que describen aplicaciones típicas para el módulo analógico.
7	Mantenimiento y seguridad	Ofrece ideas sobre mantenimiento preventivo y consideraciones de seguridad
Apéndice A	Especificaciones	Ofrece especificaciones técnicas detalladas.
Apéndice B	Números binarios complemento a dos	Describe los números binarios complemento a dos.
Apéndice C	Calibración opcional del software de entrada analógica	Describe cómo calibrar el módulo usando offsets de software.
Apéndice D	Circuitos de entrada y salida del módulo	Cableado interno de los circuitos de E/S del módulo.

## Documentación relacionada

Los siguientes documentos contienen información adicional referente a productos Allen-Bradley SLC™ y PLC®. Para obtener una copia, comuníquese con la oficina o distribuidor local Allen-Bradley.

Tabla P.B

Para obtener	Lea este documento	Número de documento
Una descripción de la familia de productos SLC 500	Descripción general del sistema SLC 500	1747-2.30ES
Una descripción de cómo instalar y usar el controlador programable <i>Modular</i> SLC 500	Manual de instalación y operación para controladores programables hardware de estilo modular	1747-6.2ES
Una descripción de cómo instalar y usar el controlador programable <i>Compacto</i> SLC 500	Manual de instalación y operación de controladores programables hardware de estilo compacto	1747-NI001ES
Un manual de procedimientos para personal técnico que usa APS para desarrollar aplicaciones de control	Manual del usuario del software de programación avanzada (APS) Allen-Bradley	1747-6.4ES
Un manual de referencia que contiene los datos de archivos de estado, conjunto de instrucciones e información sobre resolución de problemas acerca de APS	Manual de referencia del software de programación avanzada (APS) Allen-Bradley	1747-6.11ES
Una introducción a APS para los que lo usan por primera vez, que contiene conceptos básicos pero que se concentra en tareas y ejercicios simples y le permite al lector comenzar a programar en el tiempo más corto posible.	Guía de iniciación del APS	1747-6.3ES
Una manual de procedimientos y referencia para personal técnico que usa un terminal de mano para desarrollar aplicaciones de control	Manual del usuario del terminal de mano Allen-Bradley	1747-NP002ES
Una introducción para los que usan terminal de mano por primera vez, que contiene conceptos básicos pero que se concentra en tareas y ejercicios simples y le permite al lector comenzar a programar en el tiempo más corto posible.	Guía de iniciación del terminal de mano	1747-NM009ES
Una guía de entrenamiento y referencia rápida para APS	Guía de referencia rápida del programador de software SLC 500 usando— disponible en PASSPORT, precio de lista de \$50.00	ABT-1747-TSG001ES
Una guía de entrenamiento y referencia rápida para A.I.	Guía de resolución de problemas SLC 500 usando A.I. Series—disponible en PASSPORT, precio de lista de \$50.00	ABT-1747-TSJ21ES
Una guía de procedimientos comunes para APS	Guía de procedimientos comunes de la familia SLC 500 usando APS—disponible en PASSPORT, precio de lista \$50.00	ABT-1747-T550ES
Una guía de procedimientos comunes para A.I.	Guía de procedimientos comunes de la familia SLC 500 usando A.I. Series—disponible en PASSPORT, precio de lista \$50.00	ABT-1747-TSJ51ES
Información detallada acerca de conexiones a tierra y cableado de controladores programables Allen-Bradley	Pautas para la conexión a tierra y cableado del controlador programable Allen-Bradley	1770-4.1ES
Una descripción de las diferencias importantes entre productos del controlador programable de estado sólido y dispositivos electromecánicos cableados	Consideraciones de aplicación para controles de estado sólido	SGI-1.1ES
Un artículo acerca de tamaños y tipos de cables para las conexiones a tierra de equipo eléctrico	Código eléctrico nacional	Publicado por la Asociación nacional de protección contra incendios de Boston, MA.
Una lista completa de la documentación actual Allen-Bradley, incluyendo instrucciones para pedidos. También indica si los documentos están disponibles en CD-ROM o en idiomas múltiples.	Índice de publicaciones Allen-Bradley	SD499ES
Un glosario de términos y abreviaciones de automatización industrial	Glosario de automatización industrial Allen-Bradley	AG-7.1ES

## Técnicas comunes usadas en este manual

En este manual se usan las siguientes convenciones:

- Las listas marcadas con viñetas como ésta proporcionan información, no los pasos de un procedimiento
- Las listas numeradas indican los pasos secuenciales o información jerarquizada.
- Las letras en *cursiva* se usan para hacer énfasis.
- El texto en *este tipo* indica palabras o frases que usted debe escribir.



También utilizamos esta convención para llamar la atención sobre información útil.

## Soporte Allen-Bradley

Allen-Bradley ofrece servicios de soporte alrededor del mundo, con más de 75 oficinas de ventas/soporte, 512 distribuidores autorizados y 260 integradores de sistemas autorizados ubicados a través de los Estados Unidos solamente. Además, hay representantes Allen-Bradley en cada país importante del mundo.

### Soporte local de productos

Comuníquese con su representante local Allen-Bradley para:

- soporte de ventas y pedidos
- capacitación para productos
- soporte de garantía
- acuerdos de servicio de soporte

### Asistencia técnica de productos

Si necesita comunicarse con Allen-Bradley para obtener asistencia técnica, por favor primero revise la información que aparece en el capítulo de *Resolución de problemas*. Seguidamente, llame al representante local Allen-Bradley.

### Sus preguntas y comentarios acerca de este manual

Si encuentra algún problema en este manual, por favor háganoslo saber en el Informe de problemas de la publicación que se adjunta.

Si tiene sugerencias de cómo hacer más útil este manual para usted, por favor comuníquese con nosotros a la dirección siguiente:

Allen-Bradley Company, Inc.  
Automation Group  
Technical Communication, Dept. 602V, T122  
P.O. Box 2086  
Milwaukee, WI 53201-2086



## Descripción general

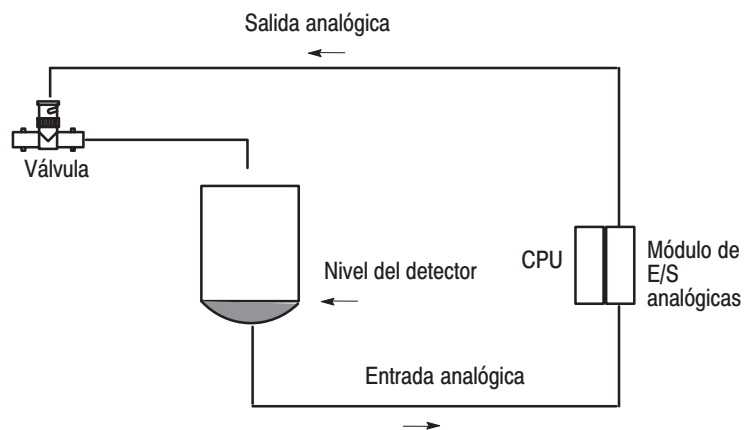
Este capítulo describe cómo se usan los valores analógicos y proporciona dos ejemplos de aplicación de valores analógicos. También se describen los tipos de módulos analógicos disponibles y las especificaciones relacionadas.

### Cómo usar valores analógicos

Los valores analógicos hacen referencia a la representación de cantidades numéricas mediante la medición de variables físicas continuas. Las aplicaciones analógicas están presentes en varias formas. La siguiente aplicación muestra un uso típico de valores analógicos.

En esta aplicación el procesador controla la cantidad de fluido que se coloca en un tanque de retención ajustando el porcentaje de abertura de la válvula. Inicialmente la válvula se abre 100%. Cuando el nivel de fluido en el tanque se aproxima al punto preestablecido, el procesador modifica la salida para cerrar progresivamente la válvula a 90%, 80%, ajustando la válvula para mantener un punto establecido.

Figura 4.1



## Tipos de módulos analógicos

### Módulo de entrada analógica 1746-NI4

El módulo de entrada analógica 1746-NI4 contiene 4 canales de entradas analógicas, seleccionables por el usuario por canal, para voltaje o corriente, para usarse en una variedad de aplicaciones de monitoreo y control.

### Módulos de combinación analógica 1746-NIO4I y NIO4V

Los módulos de E/S de combinación analógica NIO4I y NIO4V proporcionan dos canales de entrada y dos de salida en un módulo de una sola ranura. El módulo 1746-NIO4I contiene dos entradas de corriente o voltaje (seleccionables por el usuario por canal) y dos salidas de corriente. El módulo 176-NIO4V contiene dos entradas de corriente o voltaje (seleccionables por el usuario por canal) y dos salidas de voltaje.

### Módulos de salida analógica 1746-NO4I y NO4V

Los módulos de salida analógica NO4I y NO4V proporcionan 4 canales de salida analógica. El módulo NO4I contiene cuatro salidas de corriente. El módulo NO4V contiene cuatro salidas de voltaje. Los dos módulos se usan en una variedad de aplicaciones de monitoreo y control.

Tabla 2.A

Catálogo 1746-	Canales de entrada por módulo	Canales de salida por módulo	Consumo de corriente del Backplane		Tolerancia de la fuente de alimentación eléctrica externa de 24 VCC
			5 V (máx.)	24 V (máx.)	
NI4	4 diferenciales, seleccionable por canal para voltaje o corriente, sin aislamiento individual	NA	35 mA	85 mA	NA
NIO4I	2 diferenciales, seleccionable por canal para voltaje o corriente, sin aislamiento individual	2 salidas de corriente, sin aislamiento individual	55 mA	145 mA	NA
NIO4V	2 diferenciales, seleccionable por canal para voltaje o corriente, sin aislamiento individual	2 salidas de voltaje, sin aislamiento individual	55 mA	115 mA	NA
NO4I	NA	4 salidas de corriente, sin aislamiento individual	55 mA	195 mA	24 ±10% a 195 mA máx. (21.6 a 26.4 VCC) <sup>①</sup>
NO4V	NA	4 salidas de voltaje, sin aislamiento individual	55 mA	145 mA	24 ±10% a 145 mA máx. (21.6 a 26.4 VCC) <sup>①</sup>

<sup>①</sup> Requerido para algunas aplicaciones si la alimentación eléctrica de 24 V del SLC tiene mucha demanda

Para obtener más información sobre especificaciones, consulte el Apéndice A.

## Inicio rápido para usuarios con experiencia

Este capítulo le puede ayudar a iniciarse en el uso de valores analógicos. Los procedimientos que aquí se presentan suponen que usted está familiarizado con los productos SLC 500. Es necesario que usted tenga conocimientos de control de procesos electrónicos y pueda interpretar las instrucciones de lógica de escalera para generar señales electrónicas que controlan la aplicación.

Debido a que se trata de una guía para usuarios con experiencia, este capítulo *no* contiene explicaciones detalladas de los procedimientos. Sin embargo, sí hace referencias a otros capítulos del libro en donde se puede obtener más información.

Si tiene preguntas o no está familiarizado con los términos usados o conceptos presentados en los pasos de los procedimientos, *lea siempre los capítulos a los que se hace referencia* y la otra documentación recomendada antes de intentar aplicar la información.

Este capítulo:

- le dice qué herramientas y equipo necesita
- lista consideraciones preliminares
- describe cuándo configurar el módulo
- explica cómo instalar y cablear el módulo
- describe los procedimientos para la conexión del sistema

### Herramientas y equipo requerido

Tenga listas las siguientes herramientas y equipo:

- un destornillador plano pequeño
- un longitud de cable (Belden 8761) adecuada para su aplicación específica. (Vea el capítulo 3, Instalación y cableado del módulo analógico para obtener información acerca de las distancias máximas de cable.)
- equipo de programación

## Procedimientos

<b>1.</b>	<b>Revise el contenido de la caja de embarque.</b>	<b>Referencia</b>
-----------	--	-------------------

Desempaque la caja de embalaje asegurándose de que contiene lo siguiente:

- Módulo de E/S analógicas (número de catálogo de la serie 1746)
- Manual del usuario (Publicación 1746-6.4ES)

Si falta algo, llame al representante Allen-Bradley para solicitarle ayuda.

<b>2.</b>	<b>Determine los requisitos de alimentación eléctrica para el controlador modular.</b>	<b>Referencia</b>
-----------	--	-------------------

Revise los requisitos de alimentación eléctrica del sistema para cerciorarse de que el chasis puede aceptar la instalación del módulo analógico.

- Para los sistemas de estilo modular, calcule la carga total en la fuente de alimentación eléctrica del sistema usando el procedimiento descrito en el Manual de instalación y operación del SLC para los controladores estilo modular. (Número de publicación 1747-6.2ES) o la Descripción general del sistema de la familia SLC 500 (Número de publicación 1747-2.30ES).
- Para los controladores compactos SLC 500, consulte la tabla 3.B en la página 3-3.

**Capítulo 3**  
(Instalación y cableado del módulo analógico)

**Apéndice A**  
(Especificaciones)



Número de catálogo	Consumo de corriente del backplane		Tolerancia de la fuente de alimentación eléctrica externa de 24 VCC
	5 V (máx.)	24 V (máx.)	
1746-NI4	35 mA	85 mA	NA
1746-NIO4I	55 mA	145 mA	NA
1746-NIO4V	55 mA	115 mA	NA
1746-NO4I	55 mA	195 mA	24 $\pm$ 10% a 195 mA máx. (21.6 a 26.4 VCC) <sup>①</sup>
1746-NO4V	55 mA	145 mA	24 $\pm$ 10% a 145 mA máx. (21.6 a 26.4 VCC) <sup>①</sup>

<sup>①</sup> Requerido para algunas aplicaciones.

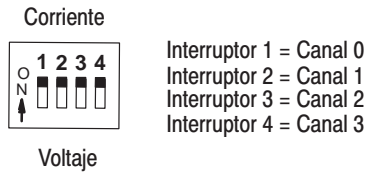
<b>3.</b>	<b>Configure el módulo usando los interruptores DIP (entradas analógicas solamente).</b>	<b>Referencia</b>
-----------	--	-------------------

Se puede configurar cada canal de entrada analógica para voltaje o corriente. Ubique los interruptores DIP en el módulo y posiciónelos para la aplicación.

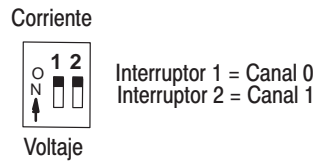
**Capítulo 3**  
(Instalación y cableado del módulo analógico)

-  ON – Configura el canal para entrada de corriente
-  Off – Configura el canal para entrada de voltaje

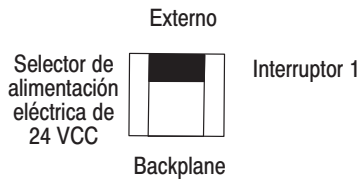
**1746-NI4**



**1746-NIO4I, NIO4V**



**1746-NO4I, NO4V**



<b>4. Instale el módulo.</b>	<b>Referencia</b>
------------------------------	-------------------

Al seleccionar una ranura para el módulo analógico, coloque el módulo:

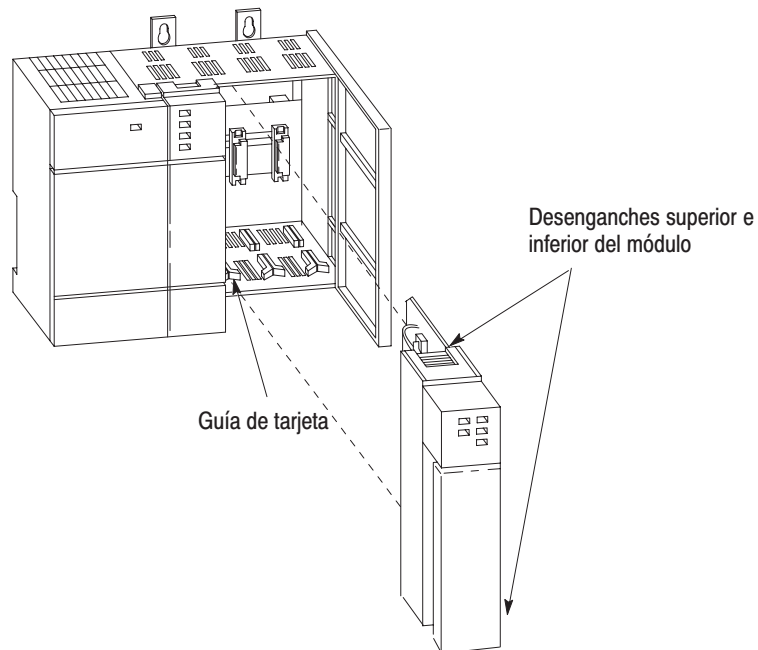
- en una ranura lejos de los módulos CA o CC de voltaje elevado
- en el chasis más cercano a la parte inferior del envoltorio en donde se instala el sistema SLC 500
- lejos de la fuente de alimentación eléctrica del chasis si se instala en un sistema modular

**Capítulo 3**  
*(Instalación y cableado del módulo analógico)*



**ATENCIÓN:** Nunca instale, desinstale, ni cablee módulos si está conectada la alimentación eléctrica al chasis o si hay dispositivos cableados al módulo.

Asegúrese de que esté desconectada la alimentación eléctrica; luego inserte el módulo analógico dentro del chasis 1746. En este ejemplo de procedimiento, se ha seleccionado la ranura local 1.



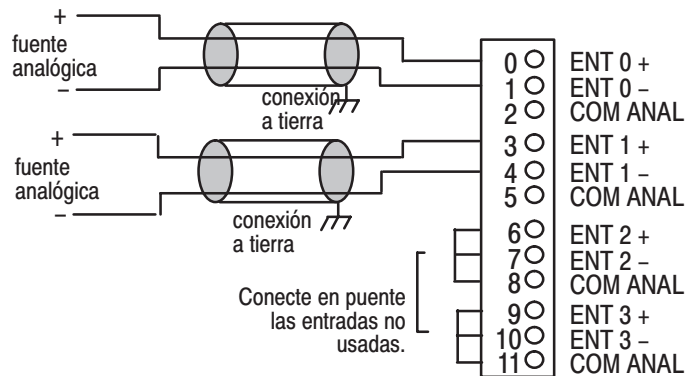
<b>5.</b>	<b>Cablee el módulo.</b>	<b>Referencia</b>
-----------	--------------------------	-------------------

**Importante:** Siga estas pautas cuando cablee el módulo.

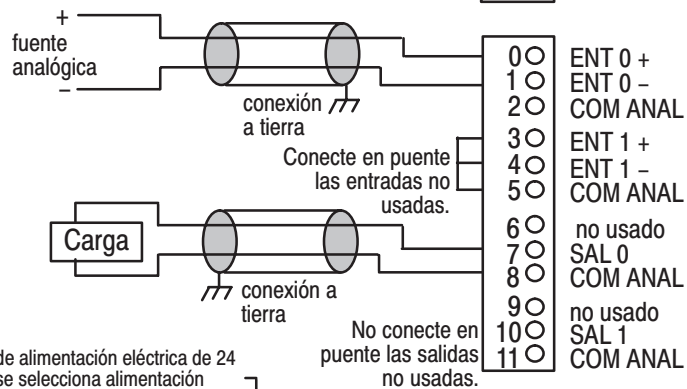
- Use cable de comunicación blindado (Belden 8761) y mantenga la distancia tan corta como sea posible.
- Conecte a tierra sólo un extremo del blindaje del cable.
- Los canales no están aislados unos de otros. Todos los comunes analógicos están conectados internamente.
- El módulo no proporciona alimentación eléctrica para entradas analógicas.
- Use una fuente de alimentación eléctrica que satisfaga las especificaciones del transmisor (detector).

**Capítulo 3**  
(Instalación y cableado del módulo analógico)

**NI4**

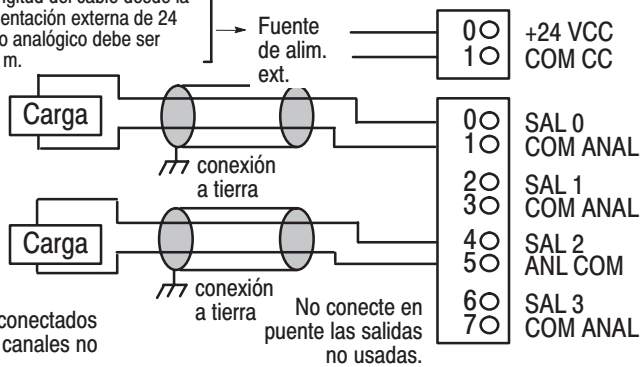


**NIO4I y NIO4V**



**NO4I y NO4V**

Fuente de alimentación eléctrica de 24 VCC si se selecciona alimentación externa. La longitud del cable desde la fuente de alimentación externa de 24 VCC al módulo analógico debe ser menor que 10 m.



Los comunes analógicos están conectados internamente en el módulo. Los canales no están aislados unos de otros.

<b>6.</b>	<b>Configure la configuración de E/S del sistema.</b>	<b>Referencia</b>
-----------	---	-------------------

Configure la configuración de E/S del sistema para la ranura particular en la que está el módulo analógico. Cuando asigne un módulo de E/S a una ubicación de ranura, seleccione el módulo de la lista mostrada. Si no aparece en la lista, seleccione *OTHER* (OTRO) en la parte inferior de la lista y escriba el código ID del módulo cuando se le solicite.

**Capítulo 4**  
(Operación del módulo y consideraciones del sistema)

Núm. de catálogo	Código ID del módulo
1746-NI4	4401
1746-NIO4I	3201
1746-NIO4V	3202
1746-NO4I	5401
1746-NO4V	5402

<b>7.</b>	<b>Verifique que el módulo esté operando correctamente.</b>	<b>Referencia</b>
-----------	---	-------------------



**ATENCIÓN:** El movimiento de la máquina durante la inspección puede ser peligroso para el personal. Durante todos los procedimientos de inspección, se deben desconectar todos los dispositivos que, cuando se activan, pueden causar el movimiento de la máquina.

**Capítulo 5**  
(Prueba del módulo)

Aplique alimentación eléctrica al sistema compacto o modular. El LED (rojo) del módulo analógico debe estar encendido, indicando que el módulo está recibiendo la alimentación de 24 VCC.



**8. Para comprender las entradas analógicas.****Referencia**

Las entradas analógicas convierten señales de corriente y voltaje a valores enteros de 16 bits (máx.) y los colocan en la imagen de entrada de la ranura en la que reside el módulo analógico.

**Capítulo 4**  
(Operación del módulo y consideraciones del sistema)

Dirección	NI4
I:e.0	Entrada Canal 0
I:e.1	Entrada Canal 1
I:e.2	Entrada Canal 2
I:e.3	Entrada Canal 3

Dirección	NIO4I, NIO4V
I:e.0	Entrada Canal 0
I:e.1	Entrada Canal 1

e=número de ranura

Límites de voltaje/corriente	Representación en enteros
-10 VCC a +10 VCC	-32,768 a +32,767
0 a 10 VCC	0 a 32,767±10 VCC
0 a 5 VCC	0 a 16,384
1 a 5 VCC	3,277 a 16,384
-20 mA a +20 mA	-16,384 a +16,384
0 a 20 mA	0 a 16,384±20 mA
4 a 20 mA	3,277 a 16,384

**9. Para comprender las salidas analógicas.****Referencia**

Las salidas analógicas convierten los valores de enteros de 16 bits colocados en la imagen de salida a señales de voltaje o corriente de la ranura en la que está la tarjeta analógica.

**Capítulo 4**  
(Operación del módulo y consideraciones del sistema)

Dirección	NO4
O:e.0	Salida Canal 0
O:e.1	Salida Canal 1
O:e.2	Salida Canal 2
O:e.3	Salida Canal 3

Dirección	NIO4I, NIO4V
O:e.0	Salida Canal 0
O:e.1	Salida Canal 1

NO4I, NIO4I	
Límites de corriente	Representación decimal de la palabra de salida
0 a 21 mA	0 a 32,764
0 a 20 mA	0 a 31,208
4 a 20 mA	6,242 a 31,208

NO4V, NIO4V	
Límites de voltaje	Representación decimal de la palabra de salida
-10 a +10 VCC	-32,768 a +32,764
0 a 10 VCC	0 a 32,764
0 a 5 VCC	0 a 16,384
1 a 5 VCC	3,277 a 16,384

10.	<b>Escriba la lógica de escalera para procesar los datos analógicos del módulo.</b>	<b>Referencia</b>
	<p>En el capítulo 6 se ofrecen varios ejemplos de programación que demuestran cómo escalar los datos no procesados desde la tarjeta analógica a las unidades de ingeniería tales como psi, porcentaje, etc. Estudie estos ejemplos y aplíquelos a su aplicación como corresponda.</p>	<p><b>Capítulo 5</b> <i>(Prueba del módulo)</i></p> <p><b>Capítulo 6</b> <i>(Ejemplos de programación)</i></p>

## Instalación y cableado del módulo analógico

Para obtener el rendimiento máximo de un módulo analógico, es imperativo que el módulo se instale correctamente. Este capítulo describe los procedimientos que se deben seguir para instalar el módulo analógico en un sistema SLC 500. Se describen los siguientes ítems:

- Cumplimiento con la Directiva de la Unión Europea
- determinación de los requisitos de alimentación eléctrica
- configuración del módulo
- selección de una ranura en el chasis
- instalación del módulo
- consideraciones de cableado
  - pautas para el cableado del sistema
  - conexión a tierra del cable
  - determinación de la longitud del cable
- cableado del módulo analógico
- minimización del ruido eléctrico en un módulo analógico

### Cumplimiento con la Directiva de la Unión Europea

Si este producto se instala dentro de las regiones de la Unión Europea o EEA y tiene la marca CE, se aplican los siguientes reglamentos.

### Directivas EMC

Este producto ha sido probado para verificar que cumple con la Directiva del consejo 89/336/EEC sobre Compatibilidad Electromagnética (EMC) y los siguientes estándares, en su totalidad o en parte, documentados en un archivo de construcción técnica:

- EN 50081-2 EMC – Estándar sobre Emisiones Genéricas, Parte 2 — Ambiente Industrial
- EN 50082-2 EMC – Estándar sobre Inmunidad Genérica, Parte 2— Ambiente Industrial

Este producto ha sido diseñado para usarse en un ambiente industrial.

## Determinación de los requisitos de alimentación eléctrica para un controlador modular

Los módulos analógicos requieren alimentación eléctrica de 5 VCC y 24 VCC desde el backplane del sistema SLC 500. Sin embargo, los módulos analógicos NO4I y NO4V pueden usar una fuente de alimentación externa de 24 VCC. Esto hace que no sea necesario la alimentación eléctrica del backplane de 24 VCC, proporcionando flexibilidad de configuración si la carga de la fuente de alimentación eléctrica del SLC es crítica. Estos dos módulos ofrecen conexiones de fuente externa de alimentación eléctrica de 24 VCC suministrada por el usuario. ①

La siguiente tabla muestra los requisitos de alimentación eléctrica para cada módulo analógico que usa alimentación eléctrica del backplane. Use esta tabla para calcular la carga total en la fuente de alimentación eléctrica del sistema modular. Para obtener más información consulte el Manual de instalación y operación de controladores modulares.

**Importante:** Los módulos analógicos no suministran alimentación de lazo para el dispositivo de entrada. Usted debe suministrar la alimentación de lazo apropiada para los dispositivos de entrada cargados por lazo.

Tabla 4.A

Número de catálogo	Corriente de 5 volts	Corriente de 24 volts
1746-NI4	35 mA	85 mA
1746-NIO4I	55 mA	145 mA
1746-NIO4V	55 mA	115 mA
1746-NO4I	55 mA	195 mA <sup>②</sup>
1746-NO4V	55 mA	145 mA <sup>②</sup>

① La conexión de alimentación eléctrica del usuario de 24 VCC puede accionar un módulo analógico NO4I ó NO4V. Sin embargo, la regulación de la conexión del usuario de 24 VCC en una fuente de alimentación de SLC 500 modular, número de catálogo 1746-P1, -P2, -P4 no está dentro de los requisitos de los módulos analógicos NO4I y NO4V y no puede usarse.

②Omita estos valores en el cálculo de la carga de la fuente de alimentación eléctrica del SLC si decide usar una fuente de alimentación externa.

### Determinación de los requisitos de alimentación eléctrica para un controlador compacto

La siguiente tabla contiene las combinaciones de módulo analógico disponibles en el chasis de expansión de un controlador compacto.

Tabla 4.B

NI4	NIO4I	NIO4V	NO4I	NO4V	
•	•	•	—	•	IA4
•	•	•	∇	•	IA8
•	•	•	∇	•	IA16
•	•	•	∇	•	IM4
•	•	•	∇	•	IM8
•	•	•	∇	•	IM16
•	•	•	∇	•	OA8
			∇	∇	OA16
			∇	∇	OAP12
•	•	•	∇	•	IB8
•	•	•	∇	•	IB16
•	•	•	∇	•	IV8
•	•	•	∇	•	IV16
•	•	•	∇	•	IG16
•	•	•	∇	•	OV8
•		•	∇	∇	OV16
•	•	•	∇	•	OB8
•	•	•	∇	•	OG16
•		•	∇	∇	OW4
•			∇	∇	OW8
			∇	∇	OW16
•	•	•	∇	•	IO4
•		•	∇	∇	IO8
•			∇	∇	IO12
•			∇	∇	NI4
			∇	∇	NIO4I
			∇	∇	NIO4V
			∇	∇	DCM
•			∇	∇	HS
•			∇	∇	OB16
•	•	•	∇	•	IN16
			∇	∇	BASIC net
•		•	∇	∇	BASIC
					OB32
					OV32
•	•	•	∇	•	IV32
•	•	•	∇	•	IB32
•			∇	∇	OX8
∇	∇	∇	∇	∇	NO4I
∇	∇	∇	∇	∇	NO4V
•	•	•	∇	•	ITB16
•	•	•	∇	•	ITV16
•	•	•	∇	•	IC16
•		•	∇	∇	OBP16
•		•	∇	∇	OVP16
•	•	•	∇	•	NT4
•	•	•	∇	•	NR4

• combinación válida

□ combinación inválida

∇ combinación válida cuando se usa con una fuente de alimentación eléctrica externa

BASIC net = Un módulo básico está suministrando alimentación eléctrica a un AIC. Ningún otro dispositivo que necesita alimentación eléctrica está conectado al AIC.

**Importante:** Los módulos NO4I y NO4V proporcionan conexiones de fuente externa de alimentación eléctrica de 24 VCC proporcionada por el usuario. Cuando se usa el módulo NO4I en un controlador compacto, usted debe proporcionar una fuente externa de alimentación eléctrica.



Cuando se usa el módulo NO4I ó NO4V con una fuente externa de alimentación eléctrica de 24 VCC y se le coloca en un chasis de expansión de controlador compacto, es compatible con aquellos módulos indicados en la tabla de compatibilidad en la página anterior.① Cuando se establece para alimentación eléctrica externa, el módulo consumirá la corriente de 5 V sólo del backplane. Consulte la siguiente sección para obtener detalles acerca de cómo configurar el módulo para usarlo con alimentación eléctrica externa.

- ① La conexión de alimentación eléctrica de 24 VCC del usuario en un SLC 500 compacto puede accionar un módulo analógico NO4I ó NO4V. Sin embargo, la regulación de la conexión del usuario de 24 VCC en una fuente de alimentación de SLC 500 modular, número de catálogo 1746-P1, -P2, -P4 no está dentro de los requisitos de los módulos analógicos NO4I y NO4V y no puede usarse.

## Configuración del módulo

Los módulos analógicos NI4, NIO4I y NIO4V tienen posicionamientos de interruptor DIP seleccionables por el usuario que le permiten configurar los canales de entrada como entradas de corriente o voltaje. Los interruptores están ubicados en la placa del módulo analógico. La siguiente ilustración muestra los posicionamientos de interruptor ON y OFF. La orientación del interruptor también se puede encontrar en la placa del fabricante del módulo.

**Figura 6.1**

-  ON - Configura el canal para entrada de corriente
-  OFF - Configura el canal para entrada de voltaje

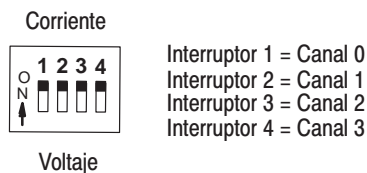


**ATENCIÓN:** Se debe tener cuidado para evitar conectar una fuente de voltaje a un canal configurado para entrada de corriente. El módulo se puede dañar u operar de manera incorrecta.

### Posicionamiento de los interruptores para el módulo 1746-NI4

El módulo NI4 tiene 4 interruptores DIP individuales que controlan el modo de entrada de los canales de entrada 0 a 3. Un interruptor en la posición ON configura el canal para entrada de corriente. Un interruptor en la posición OFF configura el canal para entrada de voltaje.

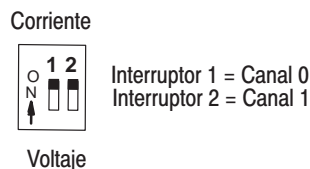
Figura 6.2



**Posicionamiento de los interruptores para los módulos 1746-NIO4I y -NIO4V**

Los módulos NIO4I y NIO4V tienen dos interruptores individuales marcados 1 y 2. Estos interruptores controlan el modo de entrada de los canales de entrada 0 y 1. Un interruptor en la posición ON configura el canal para entrada de corriente. Un interruptor en la posición OFF configura el canal para entrada de voltaje.

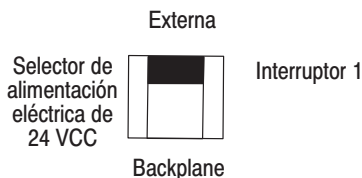
Figura 6.3



**Interruptor de alimentación externa para los módulos 1746-NO4I y -NO4V**

Los módulos de salida analógica NO4I y NO4V tienen un interruptor de alimentación eléctrica externa de 24 VCC, SW1, que le da la opción de usar una fuente externa de alimentación eléctrica. ① En la posición UP (hacia arriba), la alimentación eléctrica se obtiene desde una fuente externa de alimentación eléctrica. En la posición DOWN (hacia abajo), la alimentación eléctrica se obtiene desde el backplane del módulo. El interruptor está ubicado en la placa del módulo analógico. La orientación del interruptor también se puede encontrar en la placa del fabricante del módulo.

Figura 6.4



① La conexión de alimentación eléctrica de 24 VCC del usuario en un SLC 500 compacto puede accionar un módulo analógico NO4I ó NO4V. Sin embargo, la regulación de la conexión del usuario de 24 VCC en una fuente de alimentación de SLC 500 modular, número de catálogo 1746-P1, -P2, no está dentro de los requisitos de los módulos analógicos NO4I y NO4V y no puede usarse.

## Selección de una ranura en el chasis

Dos factores determinan dónde debe ubicarse el módulo analógico en el chasis: la temperatura ambiente y el ruido eléctrico. Considere las siguientes condiciones cuando seleccione la ranura para un módulo analógico. Ubique el módulo:

- en una ranura lejos de un módulo CA o CC de alto voltaje
- en el chasis más cercano a la parte inferior del envoltente en donde está instalado el sistema SLC 500
- lejos de la fuente de alimentación eléctrica del chasis si se instala en un sistema modular

## Instalación del módulo

Todos los módulos se instalan en una sola ranura. Recuerde que en un sistema modular, el procesador siempre ocupa la primera ranura del primer chasis.

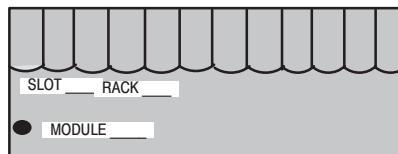
Al instalar el módulo analógico en un chasis, no es necesario desinstalar el bloque de terminales del módulo. Sin embargo, si se desinstala el bloque de terminales, use la etiqueta ubicada al lado del bloque de terminales para escribir la ubicación y tipo de módulo.



**ATENCIÓN:** Nunca instale, desinstale o cablee módulos cuando esté conectada la alimentación eléctrica al chasis. Tampoco exponga los módulos analógicos a superficies u otras áreas en las que típicamente puede haber carga electrostática. Las cargas electrostáticas pueden destruir los circuitos analógicos.

Figura 6.5

### Bloque de terminales





### Desinstalación del bloque de terminales del módulo analógico

Para desinstalar el bloque de terminales, sujételo desde la parte superior e inferior y tire hacia afuera y hacia abajo.

**Importante:** El potenciómetro establece el voltaje en 2.5 volts durante la calibración en fábrica. Se establece y sella en la fábrica y no requiere ajustes.

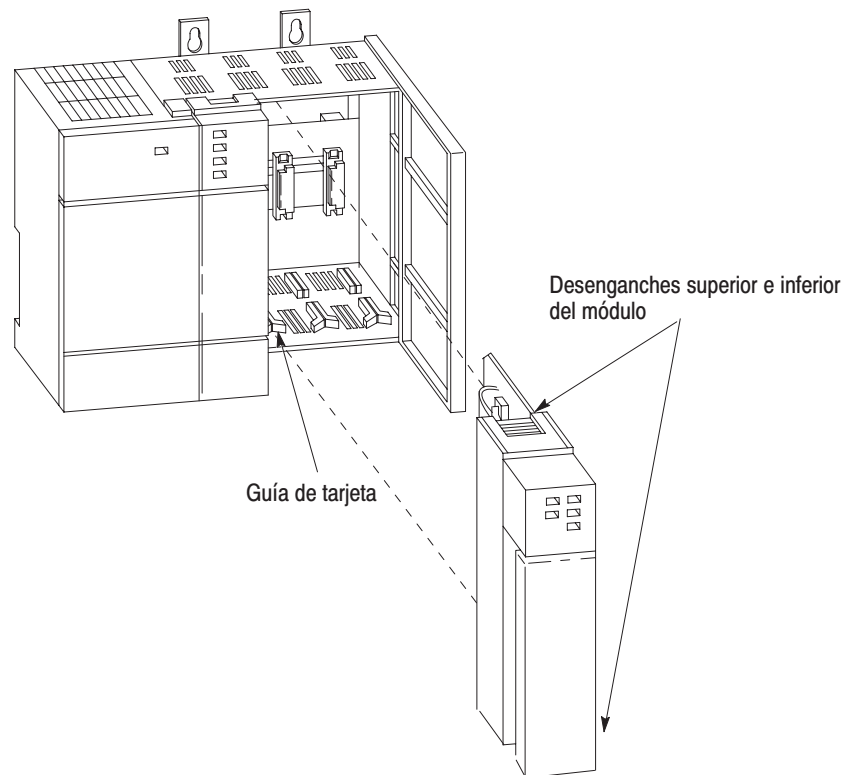
1. Verifique que todos los interruptores estén correctamente establecidos para su aplicación.



**ATENCIÓN:** Hay que tener cuidado para evitar conectar una fuente de voltaje a un canal configurado para una entrada de corriente.

2. Alinee la tarjeta de circuitos del módulo analógico con la guía de tarjeta del chasis.(Figura 3.6).
3. Deslice el módulo hacia adentro hasta que los clips de sujeción superior e inferior estén asegurados.
4. Para desinstalar el módulo, presione hacia abajo los clips de retención superior e inferior del módulo y deslice el módulo hacia afuera.

Figura 6.6



## Consideraciones de cableado

La sección siguiente presenta las pautas de cableado del sistema, cómo conectar a tierra el cable Belden y cómo determinar la longitud del cable.



**ATENCIÓN:** Antes de cablear un módulo analógico, desconecte la alimentación eléctrica del sistema SLC 500 y de cualquier otra fuente del módulo analógico.

---

### Pautas para el cableado del sistema

Use las pautas siguientes en la planificación del cableado del sistema para los módulos analógicos:

- todos los terminales comunes analógicos (ANL COM) están conectados eléctricamente dentro del módulo. ANL COM *no* está conectado a tierra dentro del módulo.
- los voltajes en los terminales IN+ y IN- deben mantenerse dentro de  $\pm 20$  volts en relación a ANL COM para asegurar una operación correcta del canal de entrada. Esto es cierto para la operación del canal de entrada de corriente y voltaje.
- las salidas de voltaje (OUT 0 y OUT 1) de los módulos NIO4V y NO4V están referenciados a ANL COM. La resistencia de carga (R1) para un canal de salida de voltaje debe ser igual o mayor que 1 K ohms.
- los canales de salida de corriente (OUT 0 y OUT 1) de los módulos NIO4I y NO4I suministran corriente que regresa a ANL COM. La resistencia de carga (R1) para un canal de salida de corriente debe permanecer entre 0 y 500 ohms.

### Conexión a tierra del cable

El cable Belden #8761 tiene dos hilos de señal (negro y transparente), un hilo de tierra y un blindaje. Observe la figura 3.7. El hilo de tierra y el blindaje deben conectarse a tierra en un extremo del cable. *No* conecte a tierra el hilo de tierra y el blindaje en *ambos* extremos del cable.

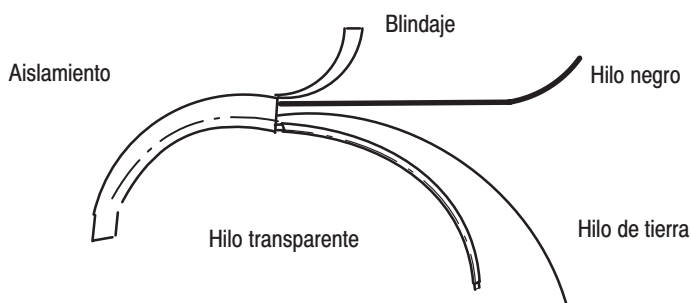
**Canal de entrada** – Use una lengüeta de montaje de chasis como conexión a tierra para el hilo de tierra y el blindaje.

**Canal de salida** – Conecte a tierra el hilo de tierra y el blindaje en la carga analógica.

**Importante:** Si no puede conectar a tierra el canal de salida en la carga, conecte a tierra el hilo de tierra y el blindaje en la lengüeta de montaje del chasis. *No* conecte el blindaje ni el hilo de tierra al bloque de terminales analógicos. Estos *deben estar* conectados a tierra, lo cual no lo proporciona el módulo analógico.

Figura 6.7

Cable Belden #8761



### Determinación de la longitud del cable

Determine la longitud de cable que se necesitará para conectar un canal a su dispositivo de entrada o salida. Recuerde considerar una longitud adicional para hacer la conexión a tierra del hilo de tierra y del blindaje.

## Cableado del módulo analógico

Después de instalar correctamente el módulo analógico en el chasis, use el siguiente procedimiento de cableado. Se recomienda usar el cable Belden #8761 para cablear módulos analógicos. Esta sección supone que el módulo analógico se ha instalado correctamente.



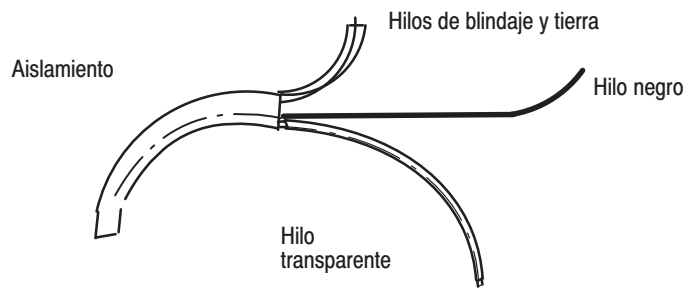
**ATENCIÓN:** Antes de cablear un módulo analógico, desconecte la alimentación eléctrica del sistema SLC 500 y de cualquier otra fuente del módulo analógico.

Para cablear el módulo analógico, siga estos pasos y consulte las Figuras 3.8 y 3.9.

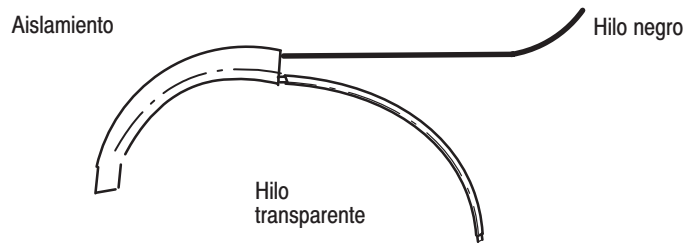
1. Designe como EXT 1 el extremo del cable en donde el hilo de tierra y el blindaje se van a conectar a tierra. Designe el otro extremo como EXT 2.
2. En cada extremo del cable pele un poco del revestimiento para dejar expuestos los hilos individuales.
3. Recorte los cables de señales a 2 pulgadas. Pele aproximadamente 3/16 de pulgada (4.76 mm) de aislamiento para exponer el extremo del cable.
4. En el Ext 1, enlace el hilo de tierra y el blindaje, dóblelos hacia afuera del cable y coloque recubrimiento retráctil.
5. En el Ext 2, corte el hilo de tierra y el blindaje hasta el cable y coloque recubrimiento retráctil.
6. Conecte los hilos de señal (negro y transparente) al bloque de terminales y los dispositivos de entrada y salida. El par máximo recomendado es 5 pulgadas-lb. (0.565 NM) para todos los terminales.
  - Si el cable de blindaje y de tierra del canal están conectados a tierra en el dispositivo surtidor, asegúrese de que el Ext 2 del cable esté conectado al bloque de terminales.
  - Si el hilo de blindaje y de tierra están conectados a tierra en la lengüeta de montaje del chasis, asegúrese de que el Ext 1 esté conectado al bloque de terminales.
7. Repita los pasos 1 a 6 para cada canal en el módulo analógico. Conecte en puente los terminales comunes positivo (+) y negativo (-) de cada canal de entrada individualmente. Los terminales de salida y comunes no usados deben dejarse desconectados.

Las Figuras 3.8 y 3.9 describen la preparación correcta del cable para el EXT 1 y el EXT 2. El recubrimiento retráctil se coloca en cada extremo del cable. Asegúrese de que los hilos de blindaje y de tierra en el EXT 1 sean suficientemente largos para que lleguen a los puntos de tierra designados.

**Figura 6.8**  
**Preparación del cable**  
**EXT 1**



**Figura 6.9**  
**EXT 2**

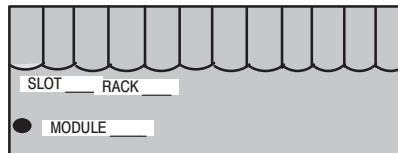


## Identificación e instalación del bloque de terminales

El bloque de terminales tiene una etiqueta de identificación en la que se puede escribir. Identificar el bloque de terminales ayudará a asegurar que esté instalado en el módulo correcto.

**Figura 6.10**

### Bloque de terminales



**Nota:** El punto negro en la etiqueta del bloque de terminales indica la posición del terminal 0.

Una vez que se ha cableado el módulo analógico e identificado apropiadamente el bloque de terminales, instale el bloque de terminales en el módulo analógico. Para instalar el bloque de terminales:

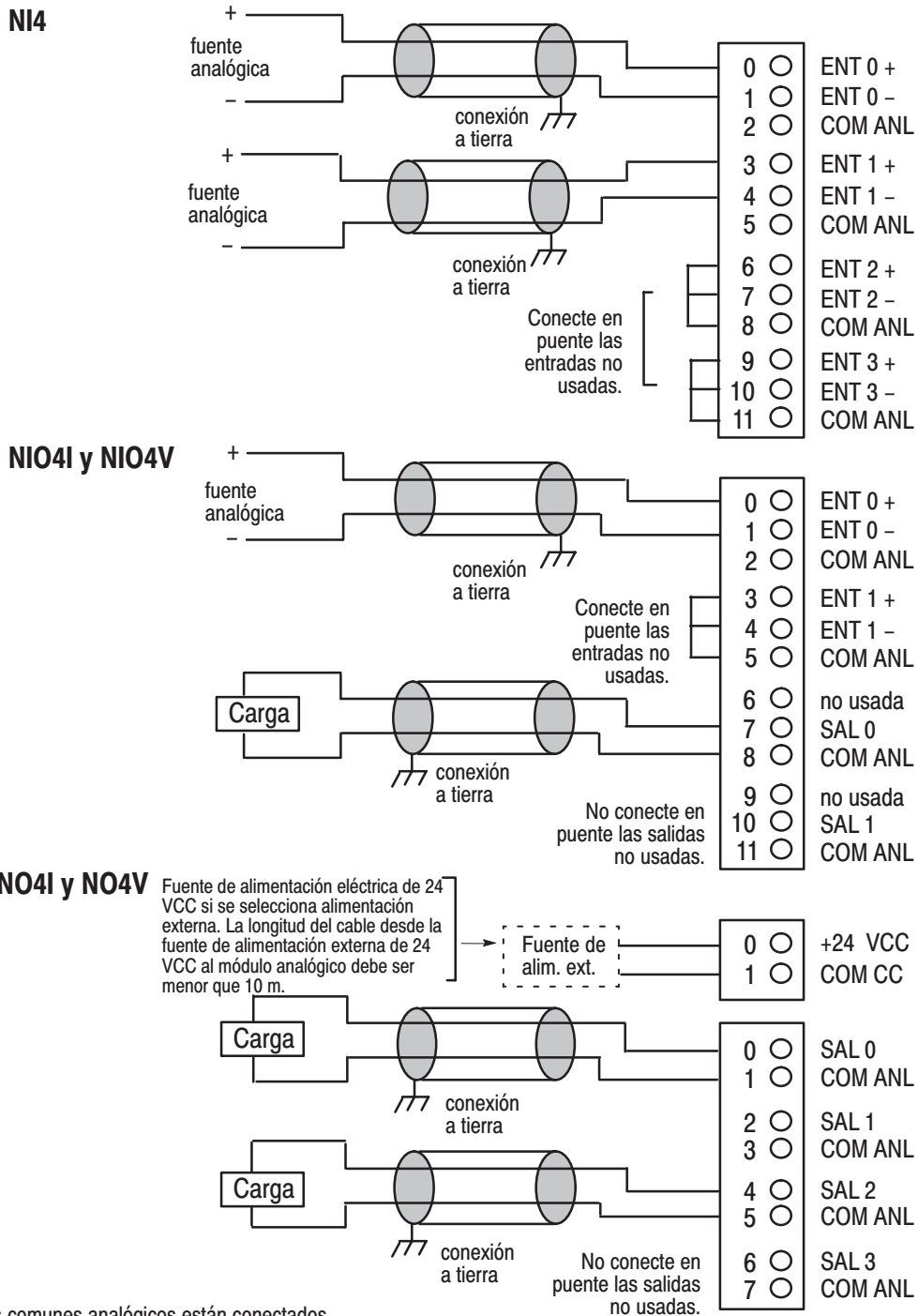
1. Alinee el bloque de terminales con el receptáculo.
2. Inserte el bloque de terminales y presione firmemente en la parte superior e inferior hasta que esté asegurado apropiadamente.

## Conexión a tierra de los hilos de blindaje y tierra

Ahora está listo para conectar a tierra el hilo de blindaje y el de tierra de cada cable. No conecte el hilo de blindaje ni de tierra al bloque de terminales del módulo analógico. Los hilos de blindaje y de tierra *deben estar* conectados a tierra, lo cual no está disponible en el bloque de terminales. Consulte la Figura 3.11 para obtener información sobre el diagrama de cableado de módulos analógicos.

Figura 6.11

**Diagrama de cableado  
(mostrando entradas diferenciales)**



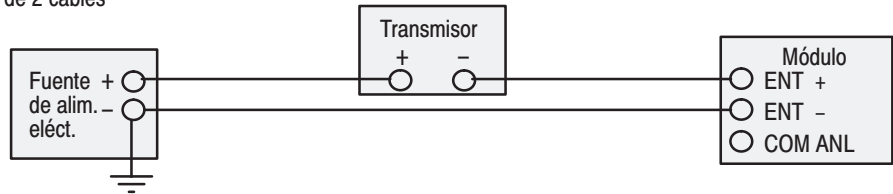
Los comunes analógicos están conectados internamente en el módulo. Los canales no están aislados unos de otros.

Figura 6.12

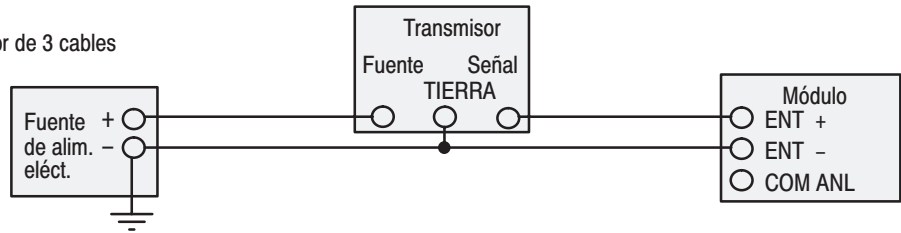
**Diagrama de cableado para dispositivos de entrada analógica de 2, 3 y 4 cables**

**Importante:** Los módulos *no* proporcionan alimentación eléctrica de lazo para entradas analógicas. Use una fuente de alimentación eléctrica que cumpla con las especificaciones del transmisor.

Transmisor de 2 cables



Transmisor de 3 cables



Transmisor de 4 cables

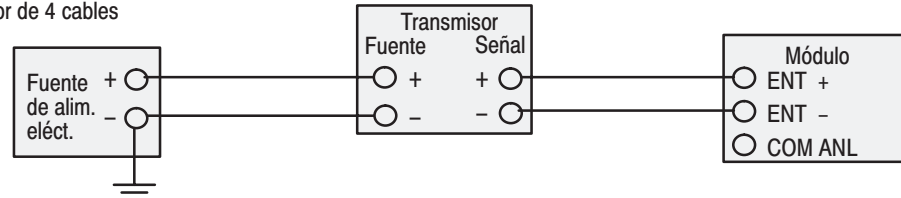
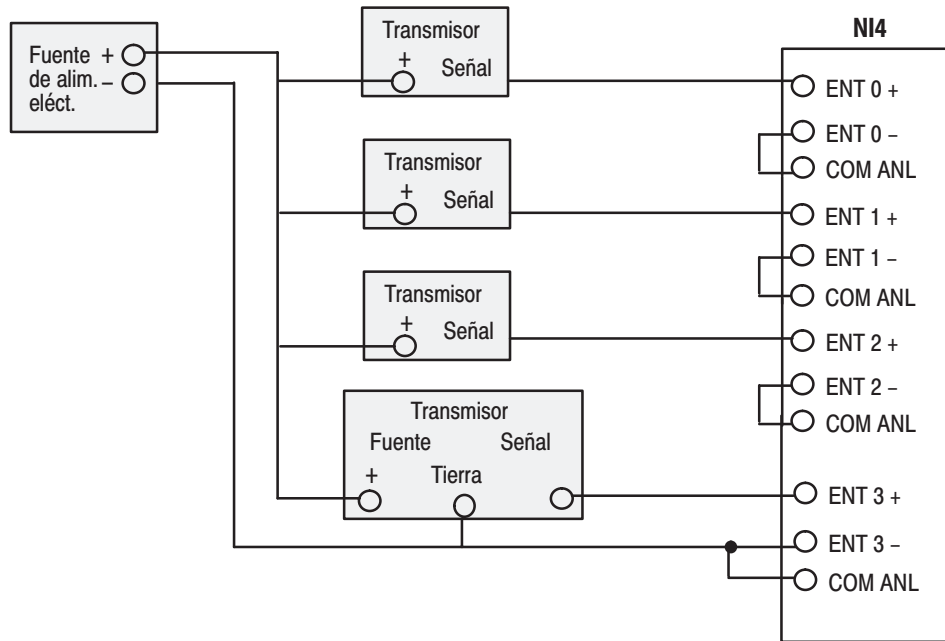




Figura 6.13

**Diagrama de cableado para conexiones de entrada analógica unipolares**

Al cablear dispositivos de entrada analógica de un solo extremo a la tarjeta de entrada analógica, se puede limitar el número total de cables necesarios usando el terminal COMUN ANALOGICO. Tome nota de que las entradas diferenciales son más inmunes al ruido que las entradas unipolares.



## Minimización del ruido eléctrico en módulos analógicos

Las entradas en los módulos analógicos utilizan filtros digitales de alta frecuencia que reducen significativamente los efectos del ruido eléctrico de las señales de entrada. Sin embargo, debido a la variedad de aplicaciones y entornos en donde se instalan y operan los módulos analógicos, es imposible asegurar que podrá ser eliminado todo el ruido ambiental mediante los filtros de entrada.

Si bien no es el propósito de este manual el tratar los procedimientos del sistema SLC 500, se pueden tomar varios pasos específicos para ayudar a reducir los efectos del ruido ambiental en las señales analógicas:

- instale el sistema SLC 500 en un envolvente clasificado apropiadamente (es decir, de acuerdo a NEMA). Asegúrese de que el sistema SLC 500 esté adecuadamente conectado a tierra.
- use cable Belden #8761 para el cableado de módulos analógicos asegurándose de que el hilo de tierra y el blindaje estén conectados a tierra correctamente.
- cablee el cable Belden separado de los otros cables. Se puede lograr mayor inmunidad contra el ruido colocando los cables en un conducto conectado a tierra.
- agrupe los módulos analógicos y de bajo voltaje CC lejos de los módulos CA de E/S o CC de alto voltaje.

Después de un tiempo, un sistema puede funcionar incorrectamente debido a un cambio en el ambiente operativo. Recomendamos una inspección periódica de la operación del sistema, particularmente cuando se haya instalado nueva maquinaria u otras fuentes de ruido cerca del sistema SLC 500. Para obtener mayores detalles acerca de la instalación y arranque del sistema consulte:

- Manual de instalación y operación del hardware estilo modular
- Manual de instalación y operación del hardware estilo compacto
- Pautas de seguridad para la aplicación, instalación y mantenimiento de control de estado sólido – Publicación A-B SGI-1.1ES.

## Operación del módulo y consideraciones del sistema

Después de instalar exitosamente el módulo analógico, considere su operación dentro del sistema SLC 500 en una aplicación específica. Este capítulo describe:

### La interface entre el módulo y el procesador

- introducción de los códigos de identificación del módulo
- direccionamiento de módulos analógicos
- actualización de datos analógicos del procesador
- monitoreo de datos de entrada y salida
- conversión de entradas analógicas
- conversión de salidas analógicas

### Consideraciones del sistema

- estado seguro para salidas
- programación retentiva
- detección de entrada fuera de límites
- respuesta a una inhabilitación de ranura
- filtro de canal de entrada

## La interface entre el módulo y el procesador

Esta sección describe cómo configurar un módulo analógico en un sistema SLC 500.

### Introducción de códigos de identificación del módulo

Al configurar un módulo analógico para un sistema SLC 500 usando el software de programación, por lo general se suministra una lista de diferentes módulos de E/S, incluyendo los módulos analógicos. Si no se proporciona una lista, es necesario introducir el código de identificación del módulo cuando se configure la ranura. Consulte la tabla que se presenta a continuación para obtener el código de identificación apropiado del módulo analógico.

Usando el firmware v1.1 del terminal de mano (HHT), introduzca el MODULE ID CODE (CODIGO DE IDENTIFICACION DEL MODULO) apropiado usando la selección "other" (otros). La versión 2.0 o posteriores del firmware del HHT ofrece una lista de módulos de E/S. Consulte las siguientes publicaciones para obtener una información completa:

- el manual del usuario del software de programación
- el Manual del usuario del terminal de mano

Tabla 5.A

Catálogo No.	Código de identificación del módulo
1746-NI4	4401
1746-NIO4I	3201
1746-NIO4V	3202
1746-NO4I	5401
1746-NO4V	5402

### Direccionamiento de módulos analógicos

**NI4** – Cada canal de entrada del módulo NI4 se direcciona como una sola palabra en la tabla de imagen de entrada. El módulo NI4 usa un total de 4 palabras en la tabla de imagen de entrada. Los valores convertidos de los canales 0 a 3 se direccionan como palabras de entrada 0 a 3 respectivamente de la ranura en donde reside el módulo.

**Ejemplo** – Si desea direccionar el canal de entrada 2 del módulo NI4 en la ranura 4, se direccionaría como palabra de entrada 2 en la ranura 4 (I:4.2).

**NIO4I y NIO4V** – Cada canal de entrada de los módulos NIO4I y NIO4V se direcciona como una sola palabra en la tabla de imagen de entrada y cada canal de salida del módulo se direcciona como una sola palabra en la tabla de imagen de salida. Los módulos NIO4I y NIO4V usan un total de 2 palabras de entrada y 2 palabras de salida.

Los valores de entrada convertidos de los canales 0 y 1 se direccionan como palabras 0 y 1 de la ranura en donde reside el módulo. Los valores de salida de los canales de salida 0 y 1 se direccionan como palabras de salida 0 y 1 de la ranura en donde reside el módulo.

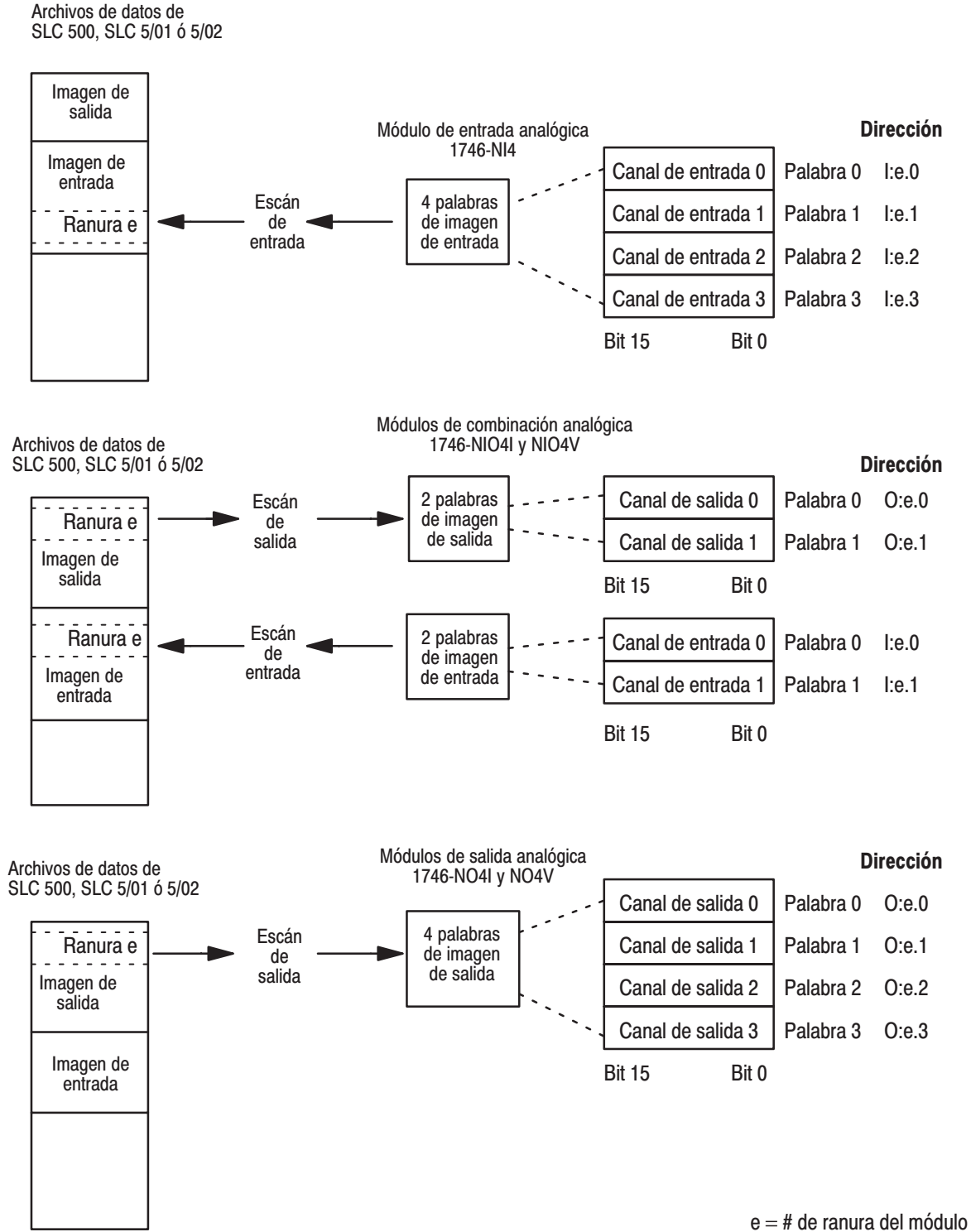
**Ejemplo** – Si desea direccionar el canal de salida 0 del módulo NIO4I en la ranura 3, se direccionaría como palabra de salida 0 en la ranura 3 (O:3.0).

**NO4I y NO4V** – Cada canal de salida de los módulos NIO4I y NO4V se direcciona como una sola palabra en la tabla de imagen de salida. Los dos módulos usan un total de 4 palabras de salida. Los valores de salida convertidos de los canales de salida 0 a 3 se direccionan como palabras 0 a 3 respectivamente de la ranura en donde reside el módulo.

**Ejemplo** – Si desea direccionar el canal de salida 3 del módulo NO4I en la ranura 3, se direccionaría como palabra de salida 3 en la ranura 3 (O:3.3).

La Figura 4.1 muestra el direccionamiento de E/S para módulos analógicos.

**Figura 7.1**  
**Direccionamiento del módulo**



e = # de ranura del módulo

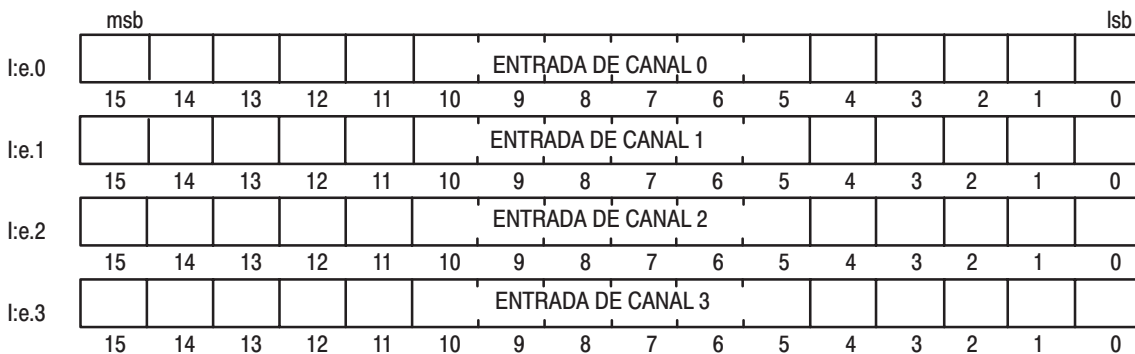
**Direccionamiento a nivel de bits**

Los siguientes mapas de bits muestran el direccionamiento a nivel de bits para las entradas y salidas analógicas. La resolución del convertidor de canal de entrada es 16 bits, o 1 palabra. La resolución del convertidor del canal de salida es 14 bits y se carga desde los 14 bits más significativos de la palabra de salida asociada.

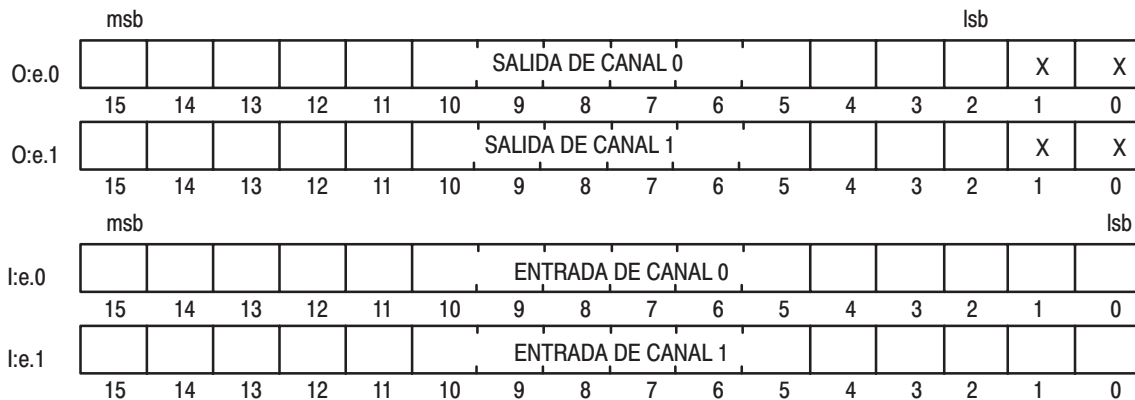
Los dos bits menos significativos (O:e.0/0 y O:e.0/1) de la palabra de salida no tienen ningún efecto en el valor de salida actual.

**Figura 7.2**

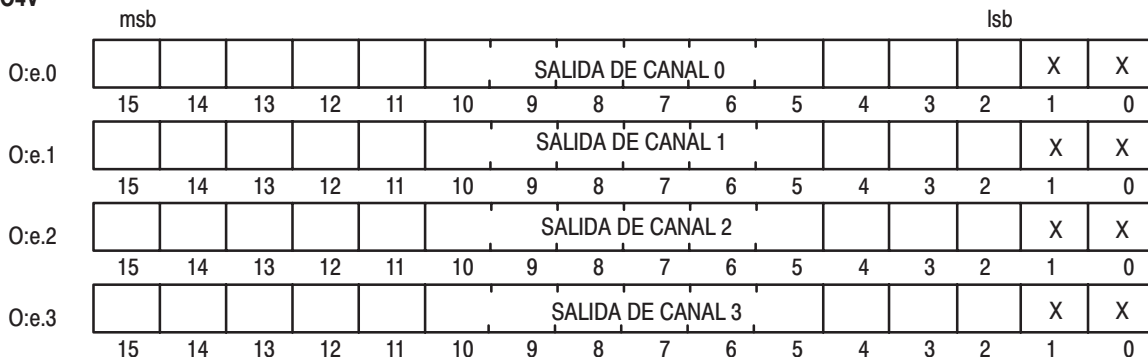
1746-NI4



1746-NIO4I y NIO4V



1746-NO4I y NO4V



e = # de ranura del módulo  
x = bit no utilizado

### Actualización de datos analógicos del procesador

El procesador actualiza los datos de entrada y salida analógica una vez durante cada escán del programa del usuario. La siguiente tabla muestra tiempos típicos de escán de actualización de datos analógicos y el número de bits de entrada y salida para módulos específicos.

Si la aplicación requiere actualizaciones de procesador de los datos analógicos más frecuentemente que una vez por escán, use una instrucción de entrada inmediata o salida inmediata. Una instrucción de entrada o salida inmediata típicamente actualiza 16 bits (o un canal de datos analógicos) en 1 milisegundo.

Consulte el manual del usuario del software de programación o el Manual del usuario del terminal de mano para obtener más información.

**Tabla 5.B**

Tiempos típicos de actualizaciones de datos analógicos de la imagen de entrada y salida del procesador	
Una vez por cada escán de procesador (automático)	10 milisegundos para un programa típico de 1K
Usando instrucción de entrada o salida inmediata	1 milisegundo por canal de datos analógicos

**Tabla 5.C**

Número de bits de entrada y salida que representan datos analógicos		
Descripción	Bits de entrada	Bits de salida
NI4	64	-
NI4OI y NIO4V (2 canales de entrada y 2 de salida)	32	32
NO4I y NO4V	-	64

### Monitoreo de datos de entrada y salida

Los datos de analógicos de entrada y salida se pueden monitorear en varias bases diferentes usando el software de programación. El ver las bases como decimales permite que los datos de entrada y salida analógica sean vistos como representaciones decimales de palabras enteras.

Cuando se monitorea en base binaria, los datos son vistos en representaciones de complementos a dos para valores negativos. Una descripción de los datos de complemento a dos está disponible en el Apéndice B.

Si se usa un terminal de mano (HHT) o el módulo de acceso a la tabla de datos (DTAM) para monitorear los datos de entrada y salida, la base binaria es la única opción disponible. Para ver los datos de entrada y salida analógica en base decimal, los datos se deben mover a un archivo de datos enteros.



### Conversión de datos de entrada analógica

Las entradas analógicas convierten señales de corriente y voltaje en valores binarios de complemento a dos de 16 bits.

La siguiente tabla identifica los límites de entrada de corriente y voltaje para los canales de entrada, el número de bits significativos para la aplicación usando límites de entrada menores que la escala completa, y su resolución.

Tabla 5.D

Límites de voltaje/corriente	Representación decimal	Número de bits significativos	Resolución por LSB
-10 VCC a +10 VCC - 1LSB	-32,768 a +32,767	16 bits	305.176 $\mu$ V
0 a 10 VCC - 1LSB	0 a 32,767	15 bits	
0 a 5 VCC	0 a 16,384	14 bits	
1 a 5 VCC	3,277 a 16,384	13.67 bits	
-20 mA a +20 mA	-16,384 a +16,384	15 bits	1.22070 $\mu$ A
0 a +20 mA	0 a 16,384	14 bits	
4 a +20 mA	3,277 a 16,384	13.67 bits	

Para determinar un voltaje aproximado que el valor de entrada representa, use una de las ecuaciones siguientes:

$$\frac{10V}{32,768} \times \text{valor de entrada}^{\textcircled{1}} = \text{voltaje de entrada (V)}$$

À El valor de entrada es el valor decimal de la palabra en la imagen de entrada para la entrada analógica correspondiente.

Por ejemplo, si un valor de entrada de -16,021 está en la imagen de entrada, el voltaje de entrada calculado será:

$$\frac{10V}{32,768} \times -16,201 = -4.889221(V)$$

Se debe anotar que éste es el valor calculado. El valor actual puede variar según las limitaciones de exactitud del módulo.

Para determinar una corriente aproximada que un valor de entrada representa, se puede utilizar la ecuación siguiente:

$$\frac{20 \text{ mA}}{16,384} \times \text{valor de entrada}^{\textcircled{2}} = \text{corriente de entrada (mA)}$$

À El valor de entrada es el valor decimal de la palabra en la imagen de entrada para la entrada analógica correspondiente.

Por ejemplo, si un valor de entrada de 4096 está en la imagen de entrada, la corriente de entrada calculada será:

$$\frac{20 \text{ mA}}{16,384} \times 4096 = 5(\text{mA})$$

Se debe anotar que éste es el valor calculado. El valor actual puede variar según las limitaciones de exactitud del módulo.

### Conversión de datos de salida analógica

Las salidas analógicas convierten un valor binario de complemento a dos en una señal de salida analógica. Debido a que los canales de salida analógica tienen un convertidor de 14 bits, los 14 bits más significativos de este número de 16 bits son los bits que convierte el canal de salida.

Los módulos NIO4I y NO4I tienen capacidad para dos y cuatro salidas de corriente respectivamente, con límites desde 0 mA hasta un máximo de 21 mA. Los módulos NIO4V y NO4V tienen capacidad para dos y cuatro salidas de voltaje respectivamente, con límites desde -10 hasta +10 VCC.

Las siguientes tablas identifican los límites de salida de corriente y voltaje para canales de salida, el número de bits significativos para aplicaciones que usan límites de salida menores que la escala completa, y su resolución.

**Tabla 5.E Conversión de salida analógica para los módulos NIO4I y NO4I**

Límites de corriente	Representación decimal para la palabra de salida	Número de bits significativos	Resolución por LSB
0 a 21 mA - 1LSB	0 a +32,764	13 bits	2.56348 $\mu$ A
0 a +20 mA	0 a +31,208	12.92 bits	
4 a +20 mA	6,242 a +31,208	12.6 bits	

**Tabla 5.F Conversión de salida analógica para los módulos NIO4V y NO4V**

Límites de voltaje	Representación decimal para la palabra de salida	Número de bits significativos	Resolución por LSB
-10 a +10 VCC - 1LSB	-32,768 a +32,764	14 bits	1.22070 mV
0 a +10 VCC - 1LSB	0 a +32,764	13 bits	
0 a 5 VCC	0 a +16,384	12 bits	
1 a 5 VCC	+3,277 a +16,384	11.67 bits	

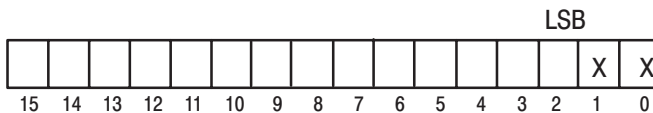
Use la siguiente ecuación para determinar el valor decimal de la salida de corriente:

$$\frac{32,768}{21 \text{ mA}} \times \text{Salida de corriente deseada (mA)} = \text{Valor decimal de salida}$$

Por ejemplo, si se desea un valor de salida de 4 mA, el valor que se va a colocar en la palabra correspondiente en la imagen de salida se puede calcular como sigue:

$$\frac{32,768}{21 \text{ mA}} \times 4 \text{ mA} = 6242$$

Nota: La resolución actual de las salidas de corriente analógica es 2.56348  $\mu\text{A}$  por LSB, en donde la posición de LSB en la palabra de salida se indica así:



X = Bit no usado

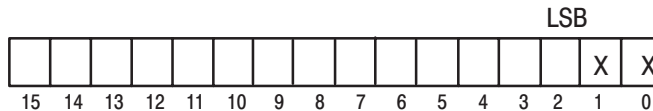
Use la siguiente ecuación para determinar el valor decimal de la salida de voltaje:

$$\frac{32,768}{10 \text{ VCC}} \times \text{Salida de voltaje deseada (VCC)} = \text{Valor decimal de salida}$$

Por ejemplo, si se desea un valor de salida de 1 VCC, el valor que se va a colocar en la palabra correspondiente en la imagen de salida se puede calcular como sigue:

$$\frac{32,768}{10 \text{ VCC}} \times 1 \text{ VCC} = 3277$$

Nota: la resolución actual de las salidas de voltaje analógicas es 1.22070 mV por LSB, en donde la posición de LSB en la palabra de salida se indica así:



X = Bit no usado

## Consideraciones del sistema

Esta sección describe las consideraciones del sistema para un módulo analógico. Estas incluyen:

- estado seguro para salidas
- programación retentiva
- detección de entrada fuera de límites
- respuesta a una inhabilitación de ranura
- filtro de canal de entrada

### Estado seguro para salidas

Si el sistema SLC 500 NO está en el modo RUN (Marcha), el sistema SLC 500 fuerza las salidas del módulo analógico a 0 volts ó 0 miliamps, Esto sucede cuando el procesador está en el:

- modo FAULT (Fallo)
- modo PROGRAM (Programa)
- modo TEST (Prueba)



**ATENCIÓN:** Cuando se diseñe e instale el sistema SLC 500, los dispositivos conectados a los canales de salida del módulo analógico deben colocarse en su estado seguro cada vez que la salida analógica sea 0 volts ó 0 miliamps ( $\pm$  el error de offset).

---

### Opción de programación retentiva

Esta sección describe los efectos de un cambio de modo de procesador en las salidas analógicas. La siguiente información se aplica a los módulos analógicos 1746-NIO4I, NIO4V, NO4I y NO4V.

Esta opción de programación le permite retener los datos analógicos en las tablas de imagen de entrada y salida cuando el procesador SLC 500:

- pasa del modo RUN a PROGRAM a RUN o bien
- cuando se desconecta y vuelve a conectar la alimentación eléctrica

En ambos casos, cuando se vuelve a conectar la alimentación eléctrica, los datos se transfieren al módulo, independientemente de si el renglón es verdadero o falso.

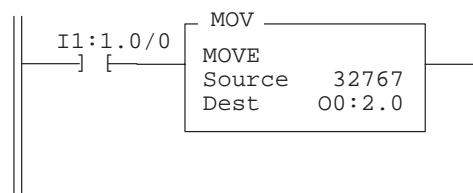
Si un sistema SLC 500 detecta una condición de fallo, las salidas analógicas se restablecen a cero. Los datos en la tabla de imagen de salida se retienen durante el fallo. Después de que se corrige la condición de fallo y se restablece el bit de fallo mayor en el procesador, los datos retenidos se envían a los canales de salida analógica.

Si decide no usar la opción de programación retentiva, los datos retenidos no se enviarán a los canales de salida.

La sección siguiente presenta ejemplos de opciones de programa para datos retentivos y no retentivos.

### Ejemplo de salida analógica retentiva

Si se configura el sistema modular con la CPU en la ranura 0, un módulo de E/S discretas en la ranura 1 y un módulo de salida analógica en la ranura 2, se puede programar el siguiente renglón de lógica de escalera.

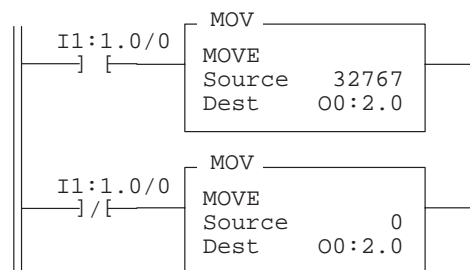


Cuando se ENCIENDE el bit 0 del módulo de E/S discretas, el renglón es verdadero y el valor 32767 se mueve a la ubicación de la tabla de imagen de salida que corresponde al canal 0 de la salida analógica en la ranura 2. Al final del escán, este valor se transfiere al módulo en donde es convertido al voltaje o corriente apropiada (dependiendo del tipo de módulo utilizado).

Si en el siguiente escán de programa el renglón se hace falso, no se MUEVE el valor 32767 a la tabla de imagen de salida. A menos que se añada otro renglón para transferir datos a la imagen de salida, dado que este renglón es falso, los datos anteriores se retendrán. Es decir, el valor 32767 se retiene en la tabla de imagen de salida y se transfiere al módulo analógico al final de los escanes de programa subsiguientes, hasta que sea cambiado por el programa del usuario.

### Ejemplo de salida analógica no retentiva

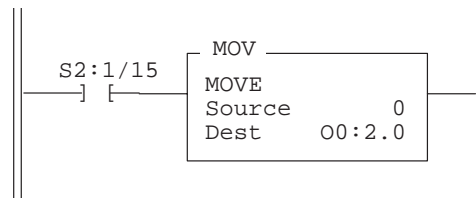
El siguiente ejemplo muestra un programa no retentivo durante una ejecución de programa y para un cambio de modo o ciclo de apagado y encendido de alimentación eléctrica.



En el ejemplo anterior, siempre que la entrada discreta 0 esté ENCENDIDA, el valor 32767 se transfiere al canal 0 de la salida analógica. Si se APAGA la entrada discreta 0, el valor 0 se transfiere al canal 0 de la salida analógica.

### Durante un cambio de modo o ciclo de apagado y encendido de la alimentación eléctrica

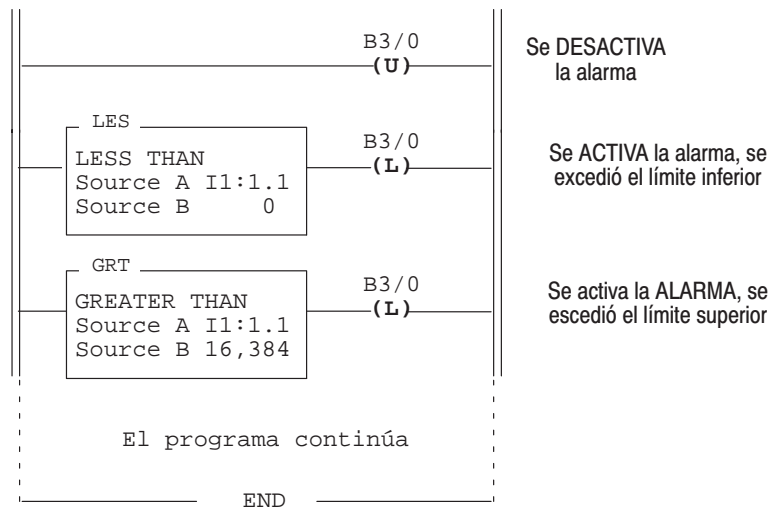
Después del encendido en el modo RUN (Marcha) o de ingresar al modo RUN (Marcha) o TEST (Prueba), el bit de primera pasada en el archivo de estado se usa para inicializar la salida analógica. La dirección del bit de primera pasada es S2:1/15. Cuando este bit está ENCENDIDO, se está produciendo la primera pasada del escán de programa. Por lo tanto, el siguiente renglón de escalera se puede programar para que siempre restablezca el canal de salida analógica durante el primer escán de programa.



### Detección de entrada fuera de límites

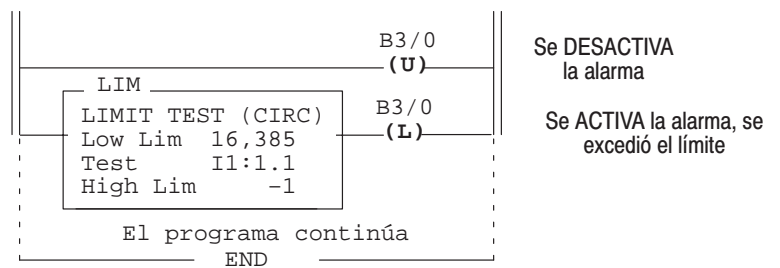
Los módulos analógicos no tienen una señal de detección de entrada fuera de límites. Sin embargo, si esta característica es crucial para una aplicación específica, se puede programar el procesador para que realice esta función.

El programa siguiente es aplicable a todos los procesadores SLC 500. El programa muestra dos instrucciones de comparación que verifican los valores de entrada analógica que exceden los límites inferior y superior respectivamente. Para este ejemplo, el valor de entrada analógica está en la palabra 1 de la ranura 1 (I1:1.1). Cada vez que el valor de entrada exceda uno de los límites, este programa enclava una variable binaria en la memoria que podría servir como una indicación de alarma en algún otro punto en el programa.



El segundo programa es para los procesadores SLC 5/02. Este programa usa una instrucción de prueba de límites que inspecciona los límites inferior y superior en una sola instrucción. Esta instrucción supone que el valor de la entrada analógica está en la palabra 1 de la ranura 1. (I1:1.1).

Como en el ejemplo anterior, cada vez que el valor de entrada excede uno de los límites, este programa enclava una variable binaria en la memoria que podría servir como una indicación de alarma en algún otro punto en el programa.



### Respuesta a una inhabilitación de ranura

En un procesador se puede inhabilitar cualquier ranura en el chasis. Antes de inhabilitar una ranura que contiene un módulo analógico, es importante considerar cómo responderá el módulo analógico cuando se desactive la ranura.



**ATENCIÓN:** Asegúrese de haber entendido completamente las implicaciones de inhabilitar una ranura de módulo analógico antes de utilizar esta característica.

---

La respuesta a la inhabilitación de ranura para las entradas y salidas es la misma para todos los módulos analógicos.

### Respuesta de entradas a la inhabilitación de ranura

El módulo continúa actualizando los valores de entrada al procesador. Sin embargo, el procesador no lee entradas desde un módulo que está inhabilitado. Por lo tanto, cuando el procesador inhabilita la ranura del módulo analógico, las entradas del módulo que aparecen en la tabla de imagen del procesador permanecen en su último estado. Cuando el procesador reactiva la ranura del módulo analógico, el procesador recibe los estados actuales de las entradas del módulo durante el escán subsiguiente.

### Respuesta de salidas a la inhabilitación de ranura

El procesador puede cambiar los datos de salida del módulo analógico que aparecen en la tabla de imagen del procesador. Sin embargo, estos datos no se transfieren al módulo analógico.

En vez de ello, el módulo analógico mantiene sus salidas en su último estado. Cuando se reactiva la ranura, los datos que aparecen en la tabla de imagen del procesador se transfieren al módulo analógico en el escán subsiguiente.



### Filtro de canal de entrada

Los canales de entrada para todos los módulos analógicos incorporan un amplio acondicionamiento de señales. El propósito de este acondicionamiento es rechazar el ruido de alta frecuencia que pueda adherirse a una señal de entrada analógica, mientras esté pasando las variaciones normales de la señal de entrada. El acondicionamiento se ejecuta mediante el paso de la señal de entrada a través de un filtro digital Gaussiano de 6 polos.

El corte de este filtro se puede observar en la Figura 4.3 que muestra la gráfica de la frecuencia de respuestas. Los componentes de la frecuencia de la señal de entrada que se encuentran al nivel o por debajo del nivel de la frecuencia del filtro de 10 Hz son pasadas con una atenuación menor que 3 dB. Esta banda de paso permite que las variaciones normales de las entradas de detector tales como temperatura, presión y transductores de flujo sean datos de entrada del procesador.

Las señales de ruido adheridas a frecuencias por encima de la banda 10 Hz son tajantemente rechazadas. Un área que demanda especial atención es la región de los 50/60 Hz, en donde puede haber captación de líneas de alimentación eléctrica. Observando el diagrama de respuesta de frecuencia, se puede ver que una señal de 60 Hz en la señal positiva (+) con relación a la entrada negativa (-) es atenuada por más de 55 dB (rechazo de modo normal de 60 Hz).

Si se está adhiriendo ruido de líneas de alimentación eléctrica a la señal de entrada a través del cable de entrada, el uso apropiado de entradas diferenciales reduce el efecto del ruido. Con entradas diferenciales, el ruido se adhiere a las entradas positiva (+) y negativa (-) en donde es atenuado por más de 105 dB (rechazo de modo común de 60 Hz).

El efecto del filtro con relación al tiempo puede observarse examinando la respuesta paso a paso del canal de entrada. La Figura 4.4 muestra la respuesta del valor de entrada en relación al tiempo cuando se realiza un cambio de paso en el voltaje o corriente en el terminal de entrada. La respuesta del filtro muestra que no hay sobre frecuencias y un corto tiempo de restablecimiento. El valor de entrada se restablece dentro del 95% del valor final en 60 milisegundos, independientemente de la magnitud de la entrada.

**Ejemplo** – Si la entrada cambia instantáneamente de 0 a 10 volts, el valor convertido por el módulo analógico después de 60 milisegundos será 9.5 volts. En este tiempo el módulo analógico actualiza el valor de los datos de entrada en la memoria con una respuesta intermedia cada 512 microsegundos.

Figura 7.3

## Respuesta de frecuencia del canal de entrada

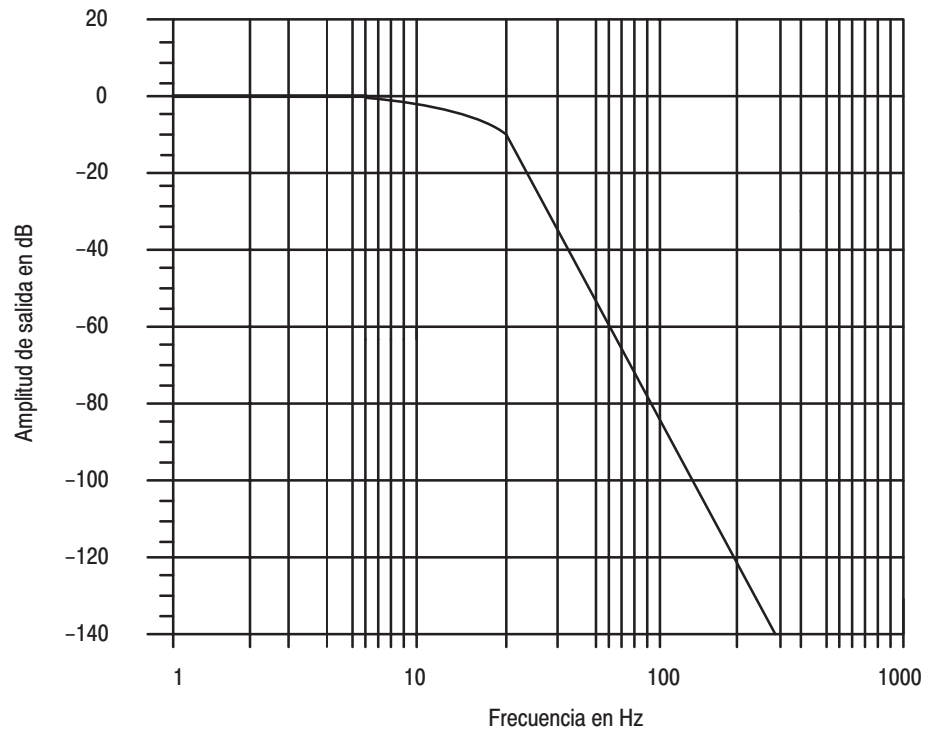
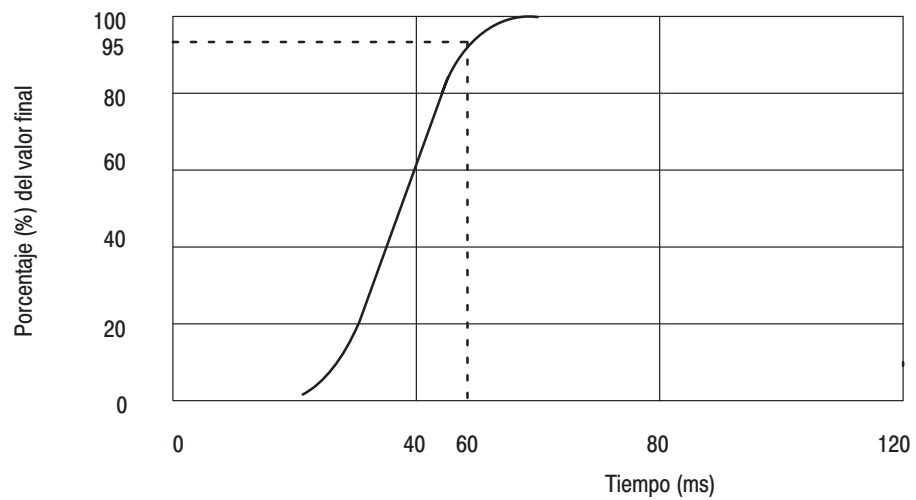


Figura 7.4

## Respuesta paso a paso del canal de entrada



## Prueba del módulo

El propósito de este capítulo es ayudarle a aislar problemas de una manera sistemática y controlada antes de empezar la operación normal del sistema.

### Prueba del sistema SLC 500

Si el módulo analógico está instalado en el chasis de expansión de un sistema compacto, pruebe el sistema usando los procedimientos descritos en el Manual de instalación y operación del hardware estilo compacto antes de ejecutar los procedimientos de arranque del módulo analógico.

Si el módulo analógico está instalado en un sistema modular, pruebe el sistema modular utilizando los procedimientos descritos en el Manual de instalación y operación del hardware estilo modular antes de ejecutar los procedimientos de arranque del módulo analógico.

#### Procedimientos de arranque

Después de haber probado el sistema SLC 500, siga los pasos siguientes en la secuencia indicada para probar el módulo analógico:

1. Inspeccione el módulo analógico.
2. Desconecte los dispositivos principales.
3. Encienda el sistema SLC 500.
4. Pruebe las entradas analógicas.
5. Pruebe las salidas analógicas.
6. Arranque el sistema.

### Inspeccione el módulo analógico

Se pueden evitar problemas inspeccionando el módulo analógico antes de instalarlo en el sistema SLC 500. La inspección debe incluir los siguientes pasos:

1. Asegúrese de que los interruptores DIP de selección de modo voltaje/corriente estén adecuadamente posicionados (entradas solamente).
2. Asegúrese de que todas las conexiones de cableado del módulo analógico sean las correctas y que no haya cables que faltten o rotos. Verifique el ajuste de todos los terminales para asegurarse de que los cables estén seguros.



**ATENCIÓN:** Se debe tener cuidado para evitar conectar una fuente de voltaje a un canal configurado para entrada de corriente. Se puede producir una operación del módulo inadecuado o el módulo se puede dañar.

---

3. Asegúrese de que el blindaje del cable usado para cablear el módulo analógico esté correctamente conectado a tierra. Consulte el capítulo 3 para obtener información adicional.



**ATENCIÓN:** No conecte el blindaje ni el cable de tierra del cable Belden #8761 al bloque de terminales del módulo analógico. El blindaje y el cable de tierra deben estar conectados a tierra, lo cual no se puede obtener en el bloque de terminales del módulo analógico.

---

4. Asegúrese de que el bloque de terminales extraíble en el módulo analógico esté bien asegurado en el módulo.

### Desconecte los dispositivos de accionamiento principales (dispositivos de movimiento)

Durante los siguientes procedimientos de prueba el procesador se energiza. Como precaución de seguridad, asegúrese de que no se produzca movimiento de maquinaria. Para lograr esto:

Desconecte los cables de motores en el arrancador de motor o en el mismo motor. Esto le permite probar la operación en la bobina del arrancador, verificando que el circuito de salida esté cableado y funcionando correctamente.

Para desconectar un solenoide, desenganche la válvula, dejando la bobina conectada.

En algunos casos, no se podrá desconectar un dispositivo de la mejor manera. En estos casos, abra el circuito de salida en el punto más cercano posible al dispositivo que activa el movimiento. Por ejemplo, la salida puede ser una bobina de relé que a su vez energiza un arrancador de motor. Si no puede desconectar los cables del motor, abra el circuito en un punto entre el arrancador del motor y el contacto de relé.



**ATENCIÓN:** El movimiento de maquinaria durante la inspección del sistema puede ser peligroso para el personal. Durante todos los procedimientos de inspección, es necesario desconectar todos los dispositivos que, una vez energizados, pueden causar movimiento de maquinaria.

### Encienda el sistema SLC 500

Conecte la alimentación eléctrica al sistema compacto o modular. El indicador LED (rojo) del módulo analógico debe estar iluminado, indicando que el módulo está recibiendo alimentación eléctrica de 24 VCC.

Si bien un indicador LED iluminado del módulo analógico no asegura que el módulo está operando adecuadamente, un indicador LED no iluminado indica que el módulo analógico no está funcionando. No continúe los procedimientos de prueba hasta que el indicador LED esté iluminado.

Las cuatro causas más probables de que un indicador LED no esté iluminado son:

- El sistema SLC 500 no está recibiendo alimentación eléctrica desde su fuente de alimentación. Verifique el indicador LED POWER (alimentación eléctrica) en la unidad del sistema compacto o la fuente de alimentación eléctrica en el sistema modular. Si el indicador LED no está iluminado, consulte el Manual de instalación y operación del hardware estilo compacto o el Manual de instalación y operación del hardware estilo modular. Si el módulo es un 1746-NO4I ó NO4V, verifique el estado del interruptor opcional de alimentación eléctrica de 24 VCC. Si se ha seleccionado alimentación eléctrica externa, pero no está conectada al frente del módulo, no se iluminará el indicador LED de alimentación eléctrica.
- La alimentación eléctrica desde la fuente no está siendo recibida por el resto del sistema SLC 500. Se puede probar esto intentado ir en línea con el dispositivo de programación.
- La ranura en el chasis donde está ubicado el módulo analógico no está funcionando. Desconecte la alimentación eléctrica del sistema SLC 500, mueva el módulo analógico a otra ranura y vuelva a conectar la alimentación eléctrica. Si resulta que la ranura está defectuosa, cambie el chasis.
- El módulo analógico está defectuoso.

### Prueba de las entradas analógicas

Antes de probar los canales de entrada del módulo analógico, se debe instalar y probar el sistema SLC 500 de acuerdo al Manual de instalación y operación del SLC estilo compacto o modular. El procesador se debe conectar a un dispositivo de programación, adecuadamente configurado y no debe tener renglones en su programa de escalera. El LED del módulo analógico debe estar iluminado.



**ATENCIÓN:** El procedimiento descrito en esta sección para probar los canales de entrada del módulo analógico, supone que todas las salidas del módulo de E/S que normalmente activan dispositivos principales de movimiento u otros dispositivos potencialmente peligrosos han sido desconectadas de estos dispositivos.

**No** intente probar los canales de entrada del módulo analógico a menos que los dispositivos principales de movimiento y/u otros dispositivos potencialmente peligrosos estén desconectados de los módulos de E/S.

---

Los dispositivos conectados a los canales de entrada del módulo analógico se conocen como “detectores”. Si los límites de operación normal de estos detectores pueden variarse manualmente, use estos dispositivos para probar los canales de entrada del módulo analógico.

Si los detectores no se pueden variar manualmente, se necesita una fuente de voltaje o una fuente de corriente para probar los canales de entrada. En este caso, desconecte los canales de entrada del módulo analógico del detector para probar el cableado del bloque de terminales. Los siguientes pasos se aplican a cualquiera de los procedimientos de prueba.

**Importante:** El siguiente procedimiento no asegura que el interruptor DIP de modo de entrada esté configurado correctamente. Inspeccione visualmente el interruptor DIP de modo de entrada antes de instalar el módulo analógico en el chasis.

---



**ATENCIÓN:** Se debe tener cuidado para evitar conectar una fuente de voltaje a un canal configurado para una entrada de corriente. Se puede producir una operación inadecuada del módulo o el módulo se puede dañar.

---

Para probar las entradas analógicas siga estos pasos:

1. Determine las condiciones límite para el canal de entrada del módulo analógico. Por ejemplo, si el canal de entrada está conectado a un detector que tiene unos límites de salida de 1 mA a 5 mA, las condiciones límite serán 1 mA (inferior) y 5 mA (superior).

2. Usando las fórmulas de la página 4-7, calcule los valores decimales de entrada que deberían aparecer en la tabla de imagen del procesador cuando las condiciones límite están presentes el canal de entrada del módulo analógico.

Por ejemplo, si 1 mA y 5 mA son condiciones límite, los valores decimales serán 819 y 4096.

3. Suponiendo que el dispositivo de programación está en línea con el procesador, seleccione el modo de prueba y la función de modo de escán continuo.
4. Muestre los datos en el archivo 1 (tabla de imagen de entrada).

5. Cambie la base de los datos mostrados a decimal.

6. Si el canal de entrada del módulo ha sido desconectado de su detector, conecte una fuente de voltaje (entrada de voltaje) o fuente de corriente (entrada de corriente) a la entrada y establezca la fuente en la condición de *límite inferior*.

Si el canal de entrada está conectado a su detector, establezca el detector en su condición de límite inferior.

7. Ubique los datos de imagen del canal de entrada en la tabla de imagen. La palabra de imagen de entrada para el canal de entrada que está siendo probado debe tener una lectura aproximadamente igual al límite inferior calculado en el paso 2.

El valor exacto de la palabra de imagen está afectado por la exactitud del módulo analógico y el detector de entrada. Asegúrese de que la desviación desde el valor límite esté dentro de la tolerancia de la aplicación analógica.

8. Si el canal de entrada ha sido desconectado de su detector, conecte una fuente de voltaje (entrada de voltaje) o fuente de corriente (fuente de corriente) a la entrada y establezca la fuente en su condición de *límite superior*.

Si el canal de entrada está conectado a su detector, establezca el detector en su condición de límite superior.

9. Repita el paso 7 para la condición de límite superior.

10. Repita los pasos 1 a 8 para las entradas analógicas restantes.

11. Si alguno de los canales de entrada analógica no pasa el procedimiento de arranque, verifique si se debe a una de las siguientes causas potenciales:
- El procesador no está en el modo de escán de TEST/CONTINUOUS (prueba/continuo).
  - El bloque de terminales no está bien asegurado en el módulo analógico.
  - El bloque de terminales del módulo analógico no está correctamente cableado o los cables están rotos. Vea el capítulo 3 para obtener detalles acerca del cableado del módulo analógico.
  - El detector del canal de entrada del módulo analógico (o voltaje de prueba o fuente de corriente) no está funcionando adecuadamente.

Si no hay una fuente de corriente para probar un canal de entrada de corriente, se puede aplicar un voltaje de prueba al canal de entrada de corriente para obtener las condiciones límite de entrada. En operación normal, una fuente de voltaje no debería estar conectada a un canal de entrada analógico en el modo de corriente. Para determinar las condiciones límite use la siguiente ecuación:

$$\text{Entrada de voltaje (V)} = \text{Entrada de corriente (mA)} \times 0.25$$

**Ejemplo** – Si las condiciones límite de entrada de corriente son 1 mA y 5 mA, las condiciones límite en volts serán 0.25 volts y 1.25 volts. Si el cálculo se hace correctamente, el voltaje de prueba nunca deberá exceder de 5 volts.

### Prueba de salidas analógicas

Antes de probar los canales de salida del módulo analógico, se debe instalar y probar el sistema SLC 500 según el Manual de instalación y operación del SLC 500 estilo compacto o modular. El procesador debe estar conectado a un dispositivo de programación, configurado correctamente y no debe tener renglones en su programa de escalera. El indicador LED del módulo analógico debe estar iluminado.



**ATENCION:** El procedimiento descrito en esta sección para probar los canales de entrada del módulo analógico, supone que todas las salidas del módulo de E/S que normalmente activan dispositivos principales de movimiento u otros dispositivos potencialmente peligrosos han sido desconectadas de estos dispositivos.

*No* intente probar los canales de salida del módulo analógico a menos que los dispositivos principales de movimiento y/u otros dispositivos potencialmente peligrosos estén desconectados de los módulos de E/S.

Los dispositivos conectados directamente a las salidas del módulo analógico se conocen como “accionadores”. Si los accionadores no afectan los dispositivos de movimiento principales ni inician cualquier otra operación potencialmente peligrosa, use estos dispositivos para probar las salidas.



Si los accionadores afectan dispositivos de movimiento principales o inician una operación potencialmente peligrosa, use un voltímetro para probar las salidas de voltaje y un amperímetro para probar las salidas de corriente. Tome nota de que estos medidores tienen sus propios errores intrínsecos.

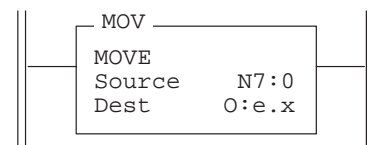
En el último caso, desconecte los accionadores de las salidas del módulo analógico para probar los bloques terminales.

El siguiente procedimiento se aplica a cualquiera de las situaciones anteriores.

1. Determine las condiciones límite del canal de salida del módulo analógico. Por ejemplo, si el canal de salida está conectado a un accionador que tiene unos límites de entrada de 1 volt a 5 volts, las condiciones límite serán 1 volt (inferior) y 5 volts (superior).
2. Usando las fórmulas de la página 4-9, calcule los valores decimales de salida que se deben introducir a la tabla de imagen del procesador para producir las condiciones límite del canal de salida del módulo determinadas en el paso 1.

Por ejemplo, si las condiciones límite son 1 volt y 5 volts, los valores decimales serán 3277 y 16384.

3. Cree y guarde el renglón de escalera siguiente.



“e” es el número de ranura del módulo analógico

“x” es el número del canal de salida del módulo analógico que está siendo probado

4. Cargue el programa al procesador y entre al modo RUN (marcha).
5. Muestre los datos en la dirección N7:0.
6. Introduzca el valor de la condición del límite inferior en N7:0. Por ejemplo, si la condición de límite inferior es 1 volt, introduzca 3277 en N7:0.
7. Si el canal de salida no ha sido desconectado de su accionador, el accionador deberá asumir su condición de límite inferior.

Si el canal de salida ha sido desconectado de su accionador, conecte un amperímetro (salida de corriente) o un voltímetro (salida de voltaje) al canal de salida del módulo analógico. El valor exacto de la lectura del medidor está afectada por la exactitud del módulo analógico y por el medidor. Asegúrese de que la desviación de la condición de límite inferior esté dentro de la tolerancia de la aplicación en la que se usa el módulo analógico.

Por ejemplo, si la condición de límite inferior es 1 volt, la lectura del voltímetro deberá ser aproximadamente 1 volt.

8. Introduzca el valor de la condición límite superior en N7:0.  
Por ejemplo, si la condición límite superior es 5 volts, introduzca 16384 en N7:0.
9. Repita el paso 7 para la condición límite superior.
10. Repita los pasos 1 a 9 para cada canal de salida.
11. Si alguno de los canales de salida no pasa el procedimiento de arranque, verifique si se debe a una de las siguientes causas potenciales:
  - El procesador no está en el modo RUN (marcha).
  - El bloque de terminales no está bien asegurado en el módulo analógico.
  - El bloque de terminales del módulo analógico no está correctamente cableado o los cables están rotos. Vea el capítulo 3 para obtener detalles acerca del cableado del módulo analógico.
  - El accionador o el amperímetro/voltímetro no están funcionando adecuadamente.

## Ejemplos de programación

Este capítulo presenta varios ejemplos de programación que ofrecen capacidades adicionales tales como:

- Direccionamiento, detección de fuera de límites, y escalado de entradas analógicas
- Direccionamiento y escalado de salidas analógicas
- Escalado de offsets cuando  $> 32,767$  o bien  $< -32,768$
- Escalado e inspección de límites de entradas y salidas analógicas

**Importante:** Los ejemplos de programación en este capítulo se ofrecen sólo con fines de información. Debido al gran número de variables y requisitos asociados con cualquier aplicación, Allen-Bradley Company no asume responsabilidad por el uso actual basado en estos ejemplos.

### Direccionamiento, detección de fuera de límites y escalado de entradas analógicas

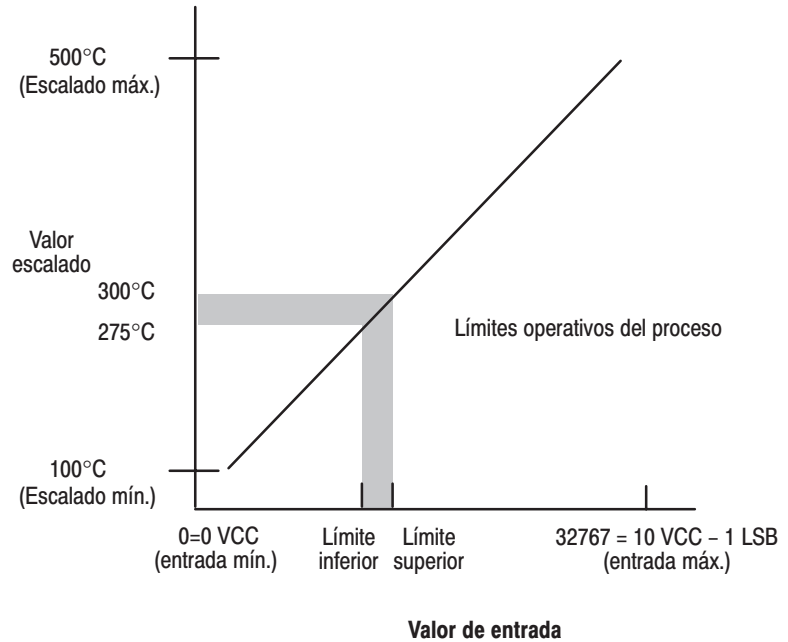
El siguiente ejemplo usa un módulo de entrada analógica NI4 para mostrar el direccionamiento de entrada, inspección de límites y escalado de entradas analógicas a unidades de ingeniería.

Hacemos los siguientes supuestos:

- El módulo NI4 está ubicado en la ranura 3 del sistema modular.
- Un transductor de temperatura con una salida de 0 a 10 VCC está cableado al segundo canal de entrada en el módulo analógico.
- La señal de voltaje del transductor es proporcional a los límites de  $100^{\circ}\text{C}$  a  $500^{\circ}\text{C}$  ( $212^{\circ}\text{F}$  a  $932^{\circ}\text{F}$ ).
- La temperatura del proceso debe mantenerse entre  $275^{\circ}$  y  $300^{\circ}\text{C}$  ( $527^{\circ}\text{F}$  a  $572^{\circ}\text{F}$ ). Si la temperatura se desvía de estos límites, se establece un indicador y este valor que está fuera de los límites no se procesa. Los datos están en grados C para propósitos de monitoreo y visualización.

La operación de escalado se presenta en el gráfico siguiente. Este muestra la relación lineal entre la entrada y el escalado resultante.

**Figura 9.1**



### Cálculo de la relación lineal

Use las ecuaciones siguientes para expresar la relación lineal entre el valor de entrada y el valor escalado resultante.

$$\text{Valor escalado} = (\text{valor de entrada} \times \text{pendiente}) + \text{offset}$$

$$\text{Pendiente} = (\text{escalado máx.} - \text{escalado mín.}) / (\text{entrada máx.} - \text{entrada mín.})$$

$$(500 - 100) / (32,767 - 0) = 400/32,767$$

$$\text{Offset} = \text{escalado mín.} - (\text{entrada mín.} \times \text{pendiente})$$

$$100 - (0 \times (400/32,767)) = 100$$

$$\text{Valor escalado} = (\text{valor de entrada} \times (400 / 32767)) + 100$$

## Cálculo del indicador de fuera de límites usando la instrucción de escalar

Use la ecuación siguiente para calcular los valores de entrada superior e inferior que determinan el indicador de fuera de límites.

$$\text{Valor de entrada} = (\text{valor escalado} - \text{offset}) / \text{pendiente}$$

$$\text{límite inferior} \quad (275 - 100) / (400/32,767) = 14,344$$

$$\text{límite superior} \quad (300 - 100) / (400/32,767) = 16,393$$

Después de haber calculado la relación lineal y el valor del indicador de fuera de límites, este ejemplo le permite:

- Encender un calentador o ventilador para mantener la temperatura del proceso entre 275° y 300° C usando los indicadores de fuera de límites.
- Monitorear la temperatura del proceso usando un módulo de acceso a la tabla de datos (DTAM) o un terminal de mano (HHT).
- *Convertir en salida* la temperatura del proceso para propósitos de interface de operación:
  - MOViendo el valor escalado a un módulo de salida como datos variables a un Dataliner
  - Convirtiendo el valor escalado a BCD (usando la instrucción TOD) y MOViéndolo a una pantalla de indicadores LED

Los siguientes diagramas de lógica de escalera muestran cómo programar el procesador. El primer ejemplo usa instrucciones matemáticas estándar disponibles en cualquier procesador SLC 500. El diagrama de escalera evita que se produzca un fallo de procesador desenclavando el bit de overflow matemático S2:5/0 antes del final del escán.

El segundo ejemplo usa la instrucción de escalado (SCL)<sup>①</sup> disponible en los procesadores 5/02 y superiores. El parámetro de rate se calcula multiplicando la pendiente por 10,000.

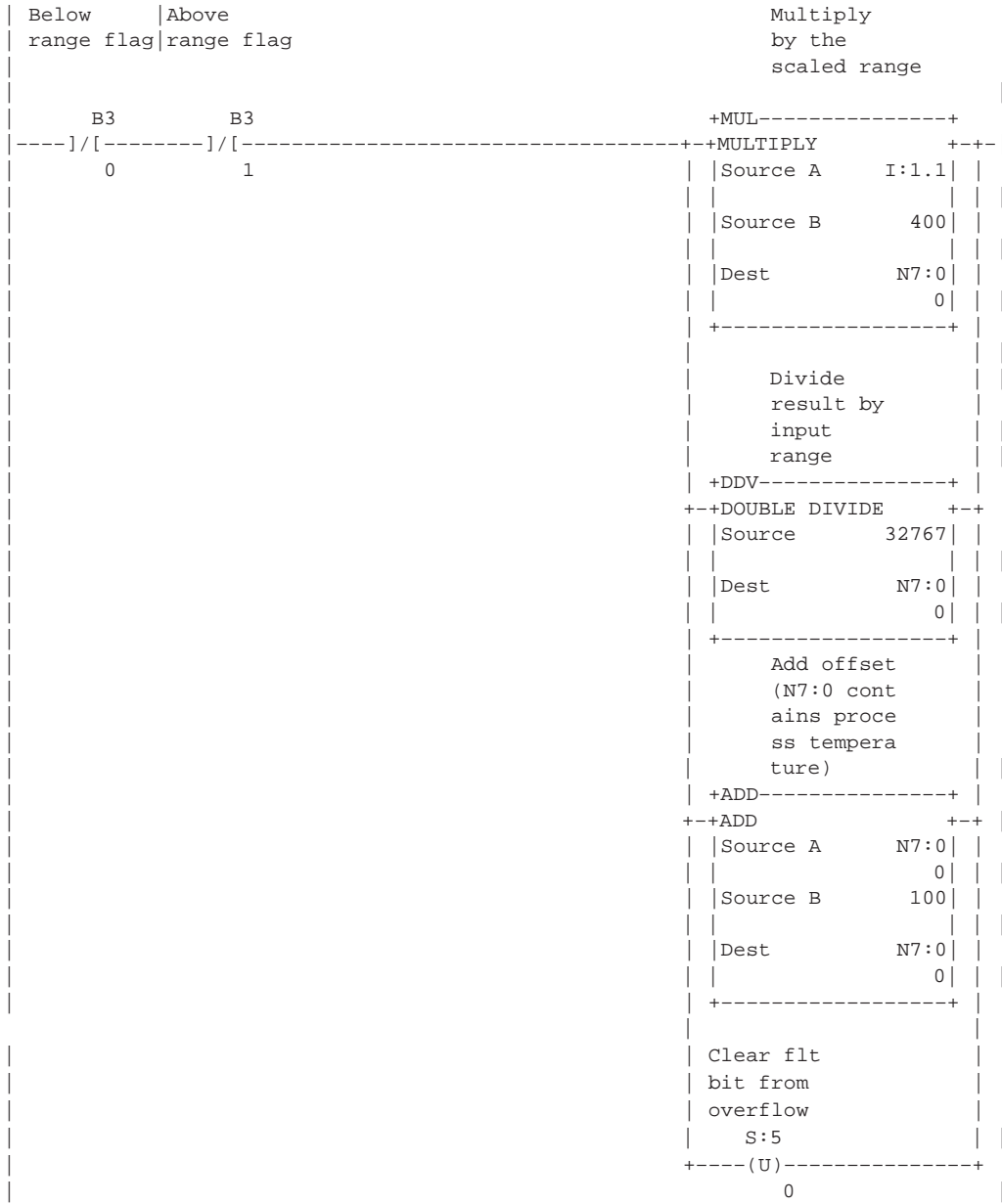
$$\text{rate} = (400/32767) \times 10,000 = 122$$

El tercer ejemplo usa la instrucción SCP (escalar con parámetros) disponible en los procesadores SLC 5/03 (OS302 o posterior) y SLC 5/04 (OS401 o posterior) solamente.

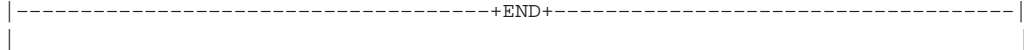
<sup>①</sup> Si el resultado del Origen multiplicado por la tasa, dividido entre 10,000 es mayor que 32767, la instrucción SLC hace overflow, causando el error 0020 (bit de error menor) y coloca 32767 en el Destino. Esto sucede independientemente del offset de corriente. Para obtener información acerca de un método alternativo, vea la página 6-14.



Rung 2:4  
 Scale the analog input value and process the result  
 only when it is within the acceptable range



Rung 2:5



## Uso de la instrucción de escalar (SCL)

Rung 2:0

Check for below allowable range.

	Below range flag
+LES-----+	B3
--+LESS THAN +------( )----	0
Source A    I:1.1	0
0	0
Source B    14344	0
	0
+-----+	0

Rung 2:1

Check for above allowable range.

	Above range flag
+GRT-----+	B3
--+GREATER THAN +------( )----	1
Source A    I:1.1	1
0	1
Source B    16383	1
	1
+-----+	1

Rung 2:2

Turn on the below range alarm output when the analog input is below the acceptable range.

	Below range alarm
Below   range flag      B3	0:2
----] [------( )----	0
0	0

Rung 2:3

Turn on the above range alarm output when the analog input is above the acceptable range.

	Above range alarm
Above   range flag      B3	0:2
----] [------( )----	1
1	1

Rung 2:4

Scale analog input value and process the result only when it is within acceptable range.

		Scale analog input
Below        Above	range flag	+SCL-----+
range flag  range flag	B3            B3	+SCALE       +-
0            1	(2:0)         (2:1)	Source    I:1.1
		0
		Rate [ /10000 ] 122
		Offset       100
		Dest        N7:0
		0
		+-----+

Rung 2:5

-----+END+-----	



## Uso de la instrucción escalar con parámetros (SCP)

Rung 2:0

Check for below allowable range.

		Below range flag
+LES-----+		B3
--+LESS THAN +------( )----		0
Source A	I:1.1	
	0	
Source B	14344	
+-----+		

Rung 2:1

Check for above allowable range.

		Above range flag
+GRT-----+		B3
--+GREATER THAN +------( )----		1
Source A	I:1.1	
	0	
Source B	16383	
+-----+		

Rung 2:2

Turn on the below range alarm output when the analog input is below the acceptable range.

		Below range alarm
Below		
range flag	B3	0:2
----] [------( )----		0
	0	

Rung 2:3

Turn on the above range alarm output when the analog input is above the acceptable range.

		Above range alarm
Above		
range flag	B3	0:2
----] [------( )----		1
	1	

Rung 2:4

Below range flag	Above range flag	Scale analog input
B3	B3	+SCP-----+
----]/[-----]/[-----+SCALE W/PARAMETERS+		Input I:1.1
	0	0
		Input Min. 0
		Input Max. 32767
		Scaled Min. 100
		Scaled Max. 500
		Scaled Output N7:0
		0
		+-----+

Rung 2:5

-----+END+-----		

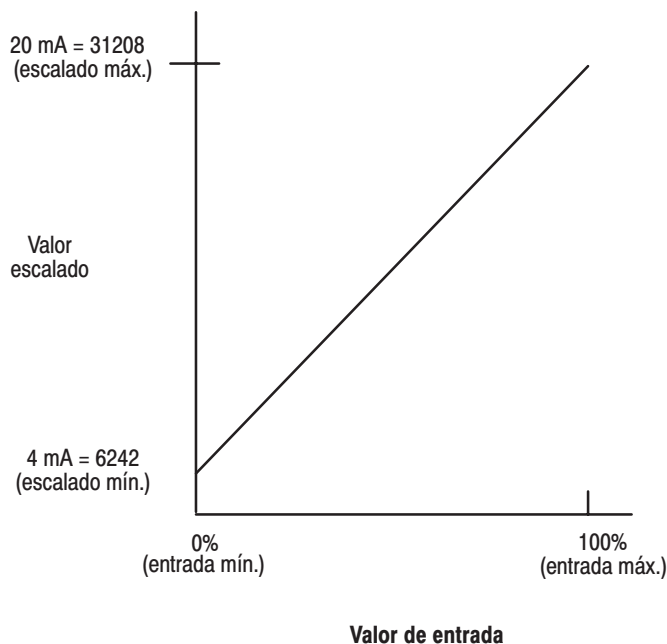
## Direccionamiento y escalado de salidas

Estamos haciendo los siguientes supuestos:

- El módulo NIO4I está colocado en la ranura 2 de un sistema SLC500.
- Un actuador de una válvula de control de flujo está cableado al canal 0 de salida.
- El actuador acepta una señal de 4 mA a 20 mA proporcional a 0 a 100% de la abertura de la válvula. Para este ejemplo el actuador de señal no puede recibir una señal fuera de los límites 4 mA a 20 mA.
- El porcentaje de la abertura de la válvula se introduce manualmente al SLC.

El gráfico siguiente muestra la relación lineal.

Figura 9.2



### Cálculo de la relación lineal

Use las ecuaciones siguientes para calcular el valor de salida escalado:

$$\text{Valor escalado} = (\text{valor de entrada} \times \text{pendiente}) + \text{offset}$$

$$\text{Pendiente} = (\text{escalado máx.} - \text{escalado mín.}) / (\text{entrada máx.} - \text{entrada mín.})$$

$$(31,208 - 6,242) / (100 - 0) = 24,966/100$$

$$\text{Offset} = \text{escalado mín.} - (\text{entrada mín.} \times \text{pendiente})$$

$$6,242 - (0 \times (24,966/100)) = 6,242$$

$$\text{Valor escalado} = (\text{valor de entrada} \times (24,966/100)) + 6,242$$

Los valores fuera de los límites están predeterminados porque cualquier valor menor que 0% es 6,242 y cualquier valor mayor que 100% es 31,208. La lógica de escalera revisa el indicador de fuera de límites para verificar que no se ofrece menos que 4 mA y más que 20 mA del canal de salida analógico.

Se puede *introducir* el porcentaje de abertura de válvula al procesador:

- introduciendo los datos con un DTAM o HHT
- MOViendo los datos con preselectores de rueda o un teclado (posiblemente convirtiendo los datos des BCD usando la instrucción FRD)

Se puede *leer* el porcentaje de abertura de válvula para interface de operador:

- monitoreando los datos usando un DTAM o HHT
- MOViendo los datos a un módulo de salida como datos variables a un Dataliner
- convirtiendo los datos a BCD (usando la instrucción TOD) y MOViéndolos a una pantalla de indicadores LED

Debido a que la pendiente es mayor que 3.2767, sólo se puede usar matemáticas estándar para el diagrama de escalera con los procesadores SLC 500 compacto, SLC 5/01, 5/02, 5/03 (OS300 o OS301) y 5/04 (OS400). El diagrama de escalera evita que produzca un fallo de procesador desenclavando el bit de overflow matemático S2:5/0 antes del final del escán. Consulte el ejemplo de diagrama de lógica de escalera en la página siguiente. A continuación del ejemplo de matemáticas estándar se encuentra un diagrama de escalera que usa la instrucción SCP, disponible sólo en los procesadores SLC 5/03 (OS302 o posterior) y SLC 5/04 (OS401 o posterior).

## Uso de matemáticas estándar

Rung 2:0

N7:0 contains percentage of valve open. If this value is less than 0, move the minimum value to the analog output (6242 decimal = 4 mA at the analog output).

Check for		Below
below		range flag
range		
+LES-----+		B3
+LESS THAN		( )-----+
Source A	N7:0	0
	0	
Source B	0	
+-----+		
		Minimum
		analog
		output
		value
		+MOV-----+
		+--+MOVE
Source	6242	
Dest	0:2.0	
		+-----+

Rung 2:1

N7:0 contains percentage of valve open. If this value is greater than 100, move the maximum value to the analog output (31208 decimal = 20 mA at the analog output).

Check for		Above
above		range flag
range		
+GRT-----+		B3
+GREATER THAN		( )-----+
Source A	N7:0	1
	0	
Source B	100	
+-----+		
		Minimum
		analog
		output
		value
		+MOV-----+
		+--+MOVE
Source	31208	
Dest	0:2.0	
		+-----+

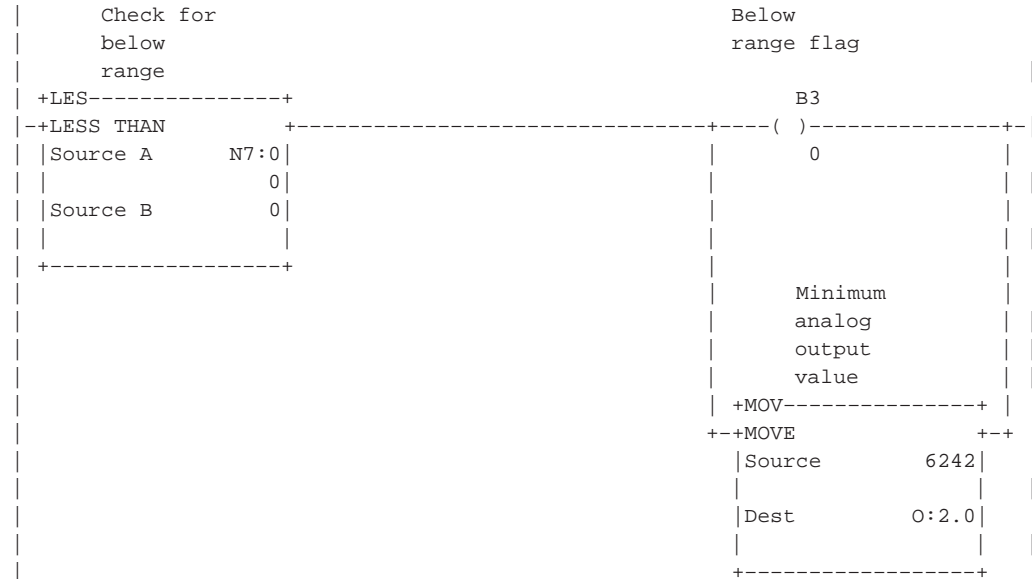
*La lógica de escalera continúa en la página siguiente.*



### Uso de la instrucción escalar con parámetros (SCP)

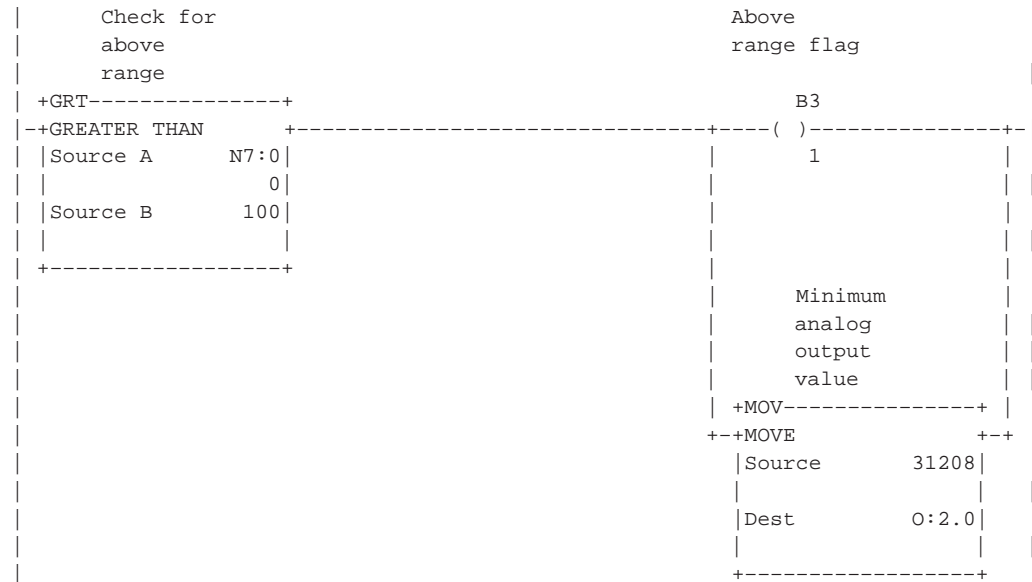
Rung 2:0

N7:0 contains percentage of valve open. If this value is less than 0, move the minimum value to the analog output (6242 decimal = 4 mA at the analog output).



Rung 2:1

N7:0 contains percentage of valve open. If this value is greater than 100, move the maximum value to the analog output (31208 decimal = 20 mA at the analog output).



La lógica de escalera continúa en la página siguiente.



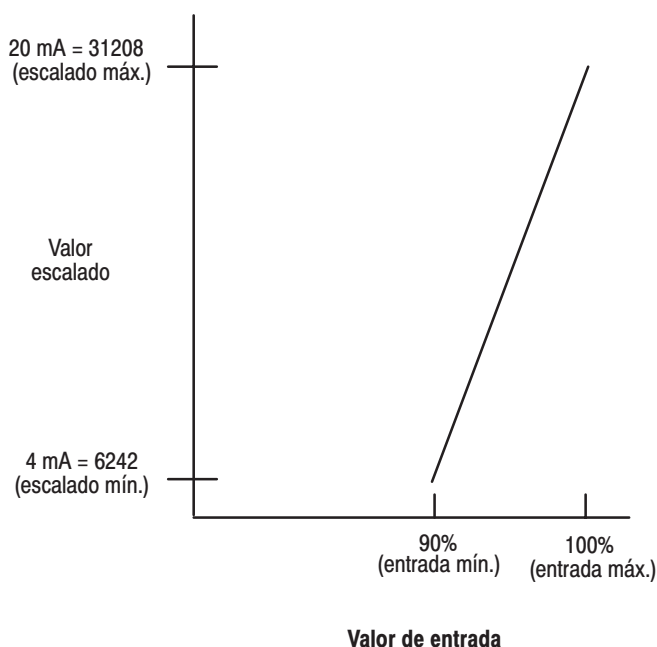
## Escalado de offset cuando >32,767 o bien < -32,768

Pueden haber aplicaciones en las que el valor de offset que se coloca en las instrucciones matemáticas estándar es mayor que 32,767 o menor que -32,768. En estos casos, es más fácil desplazar la relación lineal a lo largo del eje del valor de entrada y reducir los valores.

Este ejemplo es similar a la situación descrita en el ejemplo 2, excepto que la señal 4 mA a 20 mA está escalada a un valor entre 90 y 100%. El módulo NIO4I se coloca en la ranura 2 y el dispositivo de salida está cableado al canal 0.

El gráfico siguiente muestra la relación lineal.

Figura 9.3



### Cálculo de la relación lineal

Use las ecuaciones siguientes para calcular las unidades de escalado:

$$\text{Valor escalado} = (\text{valor de entrada} \times \text{pendiente}) + \text{offset}$$

$$\text{Pendiente} = (\text{escalado máx.} - \text{escalado mín.}) / (\text{entrada máx.} - \text{entrada mín.})$$

$$(31,208 - 6,242) / (100 - 90) = 24,966/10$$

$$\text{Offset} = \text{escalado mín.} - (\text{entrada mín.} \times \text{pendiente})$$

$$6242 - (90 \times (24,966/10)) = -218,452$$

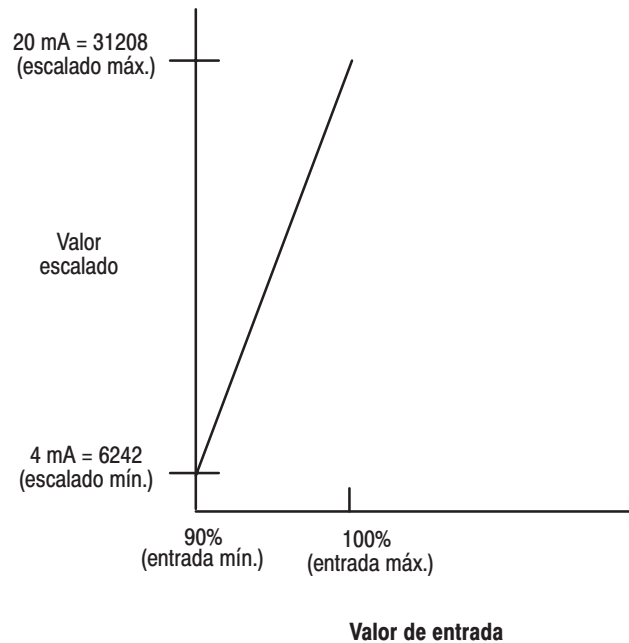
$$\text{Valor escalado} = (\text{valor de entrada} \times (24,966/10)) - 218,452$$

Tome nota de que el valor de offset es menor que -32,768.



El gráfico siguiente muestra la relación lineal desplazada. Tome nota de que se ha reducido el valor de offset resultante.

Figura 9.4



### Cálculo de la relación lineal desplazada

Use las siguientes ecuaciones para recalcular la relación lineal:

$$\text{Valor escalado} = (\text{valor de entrada} \times \text{pendiente}) + \text{offset}$$

$$\text{Pendiente} = (\text{escalado máx.} - \text{escalado mín.}) / (\text{entrada máx.} - \text{entrada mín.})$$

$$(31,208 - 6,242) / (100 - 90) = 24,966/10$$

$$\text{Offset} = \text{escalado mín.}$$

$$6,242$$

$$\text{Valor escalado} = ((\text{valor de entrada} - 90) \times (24,966/10)) + 6242$$

Debido a que la pendiente es mayor que 3.2767, sólo se puede usar matemáticas estándar para el diagrama de escalera con los procesadores SLC 500 compacto, SLC 5/01, 5/02, 5/03 (OS300 o OS301) y 5/04 (OS400). El siguiente diagrama de lógica de escalera evita que se produzca un fallo de procesador desenchavando el bit de overflow matemático S2:5/0 antes del final del escán. Consulte el ejemplo de diagrama de escalera en la página siguiente. A continuación del ejemplo se encuentra un diagrama de escalera que ejecuta la misma función, pero usando la instrucción SCP (escalar con parámetros), disponible sólo en los procesadores SLC 5/03 (OS302) y SLC 5/04 (OS401).

## Uso de matemáticas estándar

Rung 2:0

N7:0 contains the percentage of the valve open.

Check for below range		
+LES-----+		B3
--+LESS THAN	+-----+	-( )-----+
Source A     N7:0		0
0		
Source B     90		
+-----+		
		+MOV-----+
		+--+MOVE            +--+
		Source            6242
		Dest              0:2.0
		+-----+

Rung 2:1

Check for above range		
+GRT-----+		B3
--+GREATER THAN	+-----+	-( )-----+
Source A     N7:0		1
0		
Source B     100		
+-----+		
		+MOV-----+
		+--+MOVE            +--+
		Source            31208
		Dest              0:2.0
		+-----+

La lógica de escalera continúa en la página siguiente.

Rung 2:2

Scale values in the 90-100% range to the decimal range for the 4-20 mA analog output.

```

          Subtract
          the input
          min.
          +SUB-----+
          ]/[-----]/[-----]
          0          0          +SUBTRACT +--+
          | Source A   N7:0 |
          |           0 |
          | Source B   90 |
          | Dest       N7:1 |
          |           0 |
          +-----+
          Multiply
          by the
          scaled
          range
          +MUL-----+
          +-+MULTIPLY +-+
          | Source A   N7:1 |
          |           0 |
          | Source B  24966 |
          | Dest       N7:1 |
          |           0 |
          +-----+
          Divide
          result by
          input
          range
          +DDV-----+
          +-+DOUBLE DIVIDE +-+
          | Source     10 |
          | Dest       N7:1 |
          |           0 |
          +-----+
          Add offset
          +ADD-----+
          +-+ADD +-+
          | Source A   N7:1 |
          |           0 |
          | Source B   6242 |
          | Dest       0:2.0 |
          +-----+
          Clear flt
          bit from
          overflow
          S:5
          +---(U)-----+
          0

```

Rung 2:3

```

-----+END+-----

```

### Uso de la instrucción escalar con parámetros (SCP)

Rung 2:0

N7:0 contains percentage of valve open. If this value is less than 90, move the minimum value to the analog output (6242 decimal = 4 mA at the analog output).

Check for below range	Below range flag
+LES-----+	B3
--LESS THAN	( )-----+
Source A     N7:0	0
0	
Source B     90	
+-----+	
	Minimum analog output value
	+MOV-----+
	+--MOVE            +-+
	Source            6242
	Dest             0:2.0
	+-----+

Rung 2:1

N7:0 contains percentage of valve open. If this value is greater than 100, move the maximum value to the analog output (31208 decimal = 20 mA at the analog output).

Check for above range	Above range flag
+GRT-----+	B3
--GREATER THAN	( )-----+
Source A     N7:0	1
0	
Source B     100	
+-----+	
	Minimum analog output value
	+MOV-----+
	+--MOVE            +-+
	Source            31208
	Dest             0:2.0
	+-----+

*La lógica de escalera continúa en la página siguiente.*



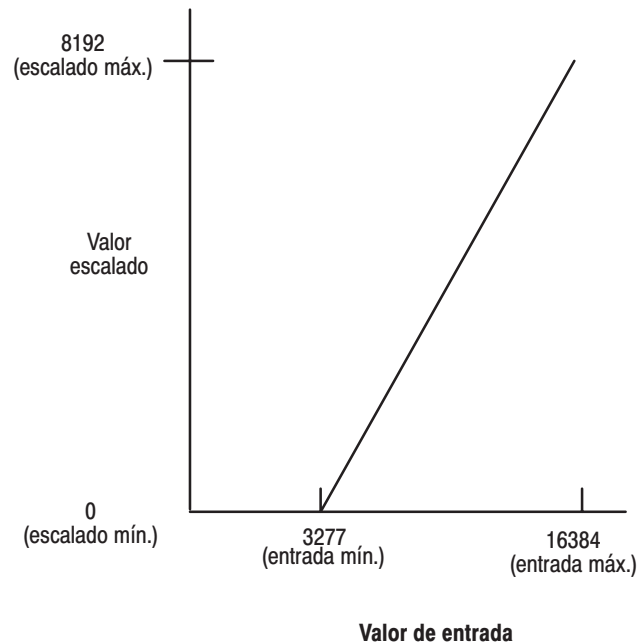
## Escalado y verificación de los límites de entradas y salidas analógicas

Este ejemplo demuestra el direccionamiento de E/S analógicas, el escalado y la verificación de los límites de los valores de entrada y salida analógicas. Se coloca un módulo NIO4V en la ranura 1 de un sistema SLC 500. La entrada es un detector de presión de 0 a 200 psi como una señal de 4 mA a 20 mA al canal 0 de entrada. El valor de entrada se verifica para asegurarse de que permanezca dentro de los límites 4 mA a 20 mA.

El valor de entrada es luego escalado y se convierte en salida como una señal de 0 a 2.5 volts que aparece en una pantalla de medida de presión conectada al canal de salida 0. Si se detecta una condición fuera de los límites, se establece un bit indicador. La operación de escalado se muestra a continuación.

El gráfico muestra la relación entre el valor de entrada y el valor escalado resultante.

Figura 9.5



### Cálculo de la relación lineal

Use las ecuaciones siguientes para expresar la relación lineal entre el valor de entrada y el valor escalado resultante:

$$\text{Valor escalado} = (\text{valor de entrada} \times \text{pendiente}) + \text{offset}$$

$$\text{Pendiente} = (\text{escalado máx.} - \text{escalado mín.}) / (\text{entrada máx.} - \text{entrada mín.})$$

$$(8192 - 0) / (16384 - 3277) = 8192/13107$$

$$\text{Offset} = \text{escalado mín.} - (\text{entrada mín.} \times \text{pendiente})$$

$$0 - 3277 (8192/13,107) = -2048$$

$$\text{Valor escalado} = (\text{valor de entrada} \times (8192/13017)) - 2048$$

Esta ecuación se puede implementar usando las capacidades de matemáticas de enteros del sistema SLC 500. Se muestran tres ejemplos de programas. El primero se ejecuta en cualquier procesador SLC 500 y el segundo usa la instrucción de escalado disponible en los procesadores SLC 5/02 y posteriores. El tercer programa usa la instrucción SCP (escalar con parámetros) disponible en los procesadores SLC 5/03 (OS302 o posterior) y SLC 5/04 (OS401 o posterior).

En el primer ejemplo de programa el valor de entrada analógica se compara con los valores de entrada mínimo y máximo permisibles.

Si la entrada está fuera de los límites, el valor de salida se establece en su valor mínimo o máximo. Si el valor de entrada está dentro de los límites, el valor de salida se determina escalando la entrada. Para escalar una entrada analógica, siga estos pasos:

1. Multiplique la entrada por la diferencia de los límites de escalado  
Diferencia de los límites del escalado=(escalado máx – escalado mín.)
2. Divida el resultado de 32 bits entre la diferencia de los límites de entrada  
Diferencia de los límites de entrada=(entrada máx. – entrada mín.)
3. Agregue el valor de offset (en este caso es negativo). El valor final se mueve al canal de salida analógica 0.

La operación de multiplicación generará un bit de overflow y un indicador de error menor cada vez que los resultados excedan 16 bits. Ya que la división se efectúa entre el resultado de 32 bits en el registro matemático, el overflow no presenta un problema. El indicador de error menor tiene que restablecerse antes del final del escán del programa para evitar que se produzca un error de sistema.

Consulte el ejemplo de diagrama de lógica de escalera que se presenta a continuación.

### Uso de instrucciones matemáticas estándar

Rung 2:0

Check for below range.



La lógica de escalera continúa en la página siguiente.

Rung 2:1

Check for above range.

+GRT-----+		B3
-+GREATER THAN +-----+		( )-----+
Source A	I:1.0	1
Source B	16384	
+-----+		
		+MOV-----+
		+--+MOVE +--+
Source	8192	
Dest	O:1.0	
+-----+		+-----+

Rung 2:2

Scale the analog input for the analog output.

		Multiply by the scaled range
B3	B3	+MUL-----+
-----]	-----]	+MULTIPLY +--+
0	1	Source A
		I:1.0
		Source B
		8192
		Dest
		N7:0
		0
		+-----+
		Divide result by the input range
		+DDV-----+
		+--+DOUBLE DIVIDE +--+
		Source
		13107
		Dest
		N7:0
		0
		+-----+
		Add offset
		+ADD-----+
		+--+ADD +--+
		Source A
		N7:0
		0
		Source B
		-2048
		Dest
		O:1.0
		+-----+
		Clear flt bit from overflow S:5
		+-----(U)-----+
		0

Rung 2:3

+-----+	
+END+	





### Uso de la instrucción escalar con parámetros (SCP)

Rung 2:0

Check for below range.

+LES-----+		B3
--LESS THAN		( )
Source A	I:1.0	0
Source B	3277	
+-----+		
		+MOV-----+
		+--+MOVE
Source	0	
Dest	O:1.0	
		+-----+

Rung 2:1

Check for above range.

+GRT-----+		B3
--GREATER THAN		( )
Source A	I:1.0	1
Source B	16384	
+-----+		
		+MOV-----+
		+--+MOVE
Source	8192	
Dest	O:1.0	
		+-----+

Rung 2:2

Scale the analog input for the analog output.

B3	B3	+SCP-----+
----	----	+SCALE W/PARAMETERS
0	1	Input
		I:1.0
		Input Min.
		3277
		Input Max.
		16384
		Scaled Min.
		0
		Scaled Max.
		8192
		Scaled Output
		O:1.0
		+-----+

Rung 2:3

+-----+	
+END+	
+-----+	

## Mantenimiento y seguridad

Este capítulo presenta información sobre mantenimiento preventivo y consideraciones de seguridad cuando se resuelven problemas del sistema SLC 500.

### Mantenimiento preventivo

Las tarjetas de circuitos impresos de los módulos analógicos deben protegerse del polvo, aceite, humedad y contaminantes que circulan en el aire. Para proteger estas tarjetas, se debe instalar el sistema SLC 500 en un envoltente apropiado para el medio ambiente. El interior del envoltente debe mantenerse limpio y la puerta del envoltente debe mantenerse cerrada siempre que sea posible.

Inspeccione regularmente las conexiones del terminal para verificar que estén bien aseguradas. Las conexiones sueltas pueden causar un funcionamiento indebido del sistema SLC 500 o dañar los componentes del sistema.



**ATENCIÓN:** Para proteger al personal y evitar que se dañe el equipo, al inspeccionar las conexiones, desconecte la alimentación eléctrica.

---

Para obtener información acerca de los procedimientos de mantenimiento para equipo eléctrico, consulte los requisitos específicos regionales.

- *Europa:* Consulte los estándares que se encuentran en EN 60204 y las regulaciones nacionales.
- *EE.UU.:* Consulte el artículo 70B de la Asociación nacional de protección contra incendios (NFPA). Este describe los requisitos generales relacionados a la seguridad en las prácticas laborales.

## Consideraciones de seguridad al resolver problemas

Las consideraciones de seguridad son un elemento importante de los procedimientos adecuados para la resolución de problemas. El pensar activamente acerca de su seguridad y la de otros, así como en la condición del equipo, es de una gran importancia. Consulte el Manual de instalación y operación del hardware de E/S compacto o modular para obtener información adicional sobre resolución de problemas.

La siguiente sección describe varias áreas de seguridad que deben tomarse en cuenta cuando se resuelvan problemas del sistema SLC 500.

**Luces indicadoras** – Cuando se ilumina el indicador LED rojo del módulo analógico indica que se ha aplicado alimentación eléctrica de 24 VCC al módulo.

**Activación de dispositivos cuando se resuelven problemas**– Cuando se resuelven problemas, nunca se introduzca dentro de la máquina para activar un dispositivo. Puede producirse un movimiento inesperado de la máquina. Use un palito de madera.

**Manténgase a una distancia prudente de la máquina** – Cuando se resuelven problemas en cualquier sistema SLC 500, haga que todo el personal mantenga una prudente distancia de la máquina. El problema podría ser intermitente, y podría ocurrir un movimiento inesperado de la máquina. Tenga lista una persona para que opere un interruptor de paro de emergencia en caso sea necesario desconectar la alimentación eléctrica de la máquina.

Al resolver problemas, preste especial atención a esta advertencia general:



**ATENCIÓN:** Nunca se introduzca dentro de la máquina para activar un interruptor ya que podría producirse un movimiento inesperado de la máquina y causar lesiones.

Desconecte la alimentación eléctrica con los interruptores principales antes de inspeccionar las conexiones eléctrica o las entradas/salidas que producen movimiento de la máquina.

---

**Alteración del programa** – Hay varias causas que alteran el programa del usuario, incluyendo condiciones ambientales extremas, interferencia electromagnética (EMI), una inadecuada conexión a tierra, conexiones de cableado incorrectas e intromisión no autorizada. Si usted sospecha que el programa ha sido alterado, compárelo con un programa guardado anteriormente en un módulo de memoria EEPROM o UV PROM.

**Circuitos de seguridad** – Los circuitos instalados en la máquina por razones de seguridad, tales como interruptores de fin de carrera, botones pulsadores de paro e interbloques deben estar cableados al relé de control maestro. Estos dispositivos deben estar cableados en serie de manera que cuando un dispositivo se abre, el relé de control maestro se desenergiza, desconectando de esa manera la alimentación eléctrica a la máquina. Nunca altere estos circuitos para contrarrestar su función. Pueden producirse lesiones severas y daño a la maquinaria.

## Especificaciones

### Especificaciones de los módulos analógicos

Esta sección lista las especificaciones para los módulos analógicos 1746-NI4, NIO4I, NIO4V, NO4I y NO4V. Estas incluyen:

- Especificaciones generales
- Especificaciones de entrada de corriente y voltaje
- Especificaciones de salida de corriente y voltaje

### Especificaciones generales para los módulos NI4, NIO4I, NIO4V, NO4I y NO4V

Descripción	Especificación
Formato de comunicación SLC	Binario complemento de dos de 16 bits
Cableado de campo a aislamiento de backplane	500 VCC
Tiempo de actualización	512 $\mu$ s para todos los canales en paralelo
Cable recomendado	Belden #8761 blindado
Tamaño de cable máximo	#14 AWG (máximo)
Boque de terminales	Extraíble
Ubicación	Chasis 1746
Calibración	Calibrado en fábrica (Consulte el procedimiento de calibración, pg. C-2)
Inmunidad contra ruidos	Estándar NEMA ICS 2-230
Condiciones ambientales	
Temp. de operación	0° a +60° C (+32° a +140° F)
Temp. de almacen.	-40° a +85° C (-40° a +185° F)
Humedad relativa	5 a 95% (sin condensación)
Certificaciones (cuando el producto o su embalaje llevan la marca)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificación de CSA</li> <li>• Certificación de CSA Clase I, división 2, grupos A, B, C, D</li> <li>• Lista UL</li> <li>• Marca CE para todas las directivas aplicables</li> </ul>

Catálogo 1746-	Canales de entrada por módulo	Canales de salida por módulo	Consumo de corriente del backplane		Tolerancia de la fuente de alimentación eléctrica externa de 24 VCC
			5 V (máx.)	24 V (máx.)	
NI4	4 diferenciales, selección de voltaje o corriente por canal, sin aislamiento individual	NA	35 mA	85 mA	NA
NIO4I	2 diferenciales, selección de voltaje o corriente por canal, sin aislamiento individual	2 salidas de corriente, sin aislamiento individual	55 mA	145 mA	NA
NIO4V	2 diferenciales, selección de voltaje o corriente por canal, sin aislamiento individual	2 salidas de voltaje, sin aislamiento individual	55 mA	115 mA	NA
NO4I	NA	4 salidas de corriente, sin aislamiento individual	55 mA	195 mA	24 ±10% a 195 mA máx. (21.6 a 26.4 VCC) <sup>①</sup>
NO4V	NA	4 salidas de voltaje, sin aislamiento individual	55 mA	145 mA	24 ±10% a 145 mA máx. (21.6 a 26.4 VCC) <sup>①</sup>

<sup>①</sup> Requerido para algunas aplicaciones si la alimentación eléctrica de 24 V de SLC tiene mucha demanda.

## Especificaciones generales de la entrada analógica para los módulos NI4, NIO4I, NIO4V

Descripción	Especificación
Resolución del convertidor	16 bit
Repetitividad	±1 LSB
Ubicación de LSB en la palabra de imagen de E/S	0000 0000 0000 0001
No linealidad	0.01%
Límites de voltaje de modo común	-20 a +20 volts
Rechazo de modo común a 0 a 10 Hz (mín.)	50 dB
Rechazo de modo común a 60 Hz (mín.)	105 dB
Rechazo de modo normal a 60 Hz (mín.)	55 dB
Amplitud de banda de canal	10 Hz
Respuesta de paso	60 ms at 95%
Método de conversión	Modulación Delta-Sigma
Impedancia al COM ANL	500K ohms
Impedancia canal a canal	1M ohms

## Especificaciones de la entrada de lazo de corriente para los módulos NI4, NIO4I y NIO4V

Descripción	Especificación
Límites de entrada (operación normal)	-20 a +20 mA
Corriente de entrada máxima absoluta	-30 a +30 mA
Voltaje de entrada máximo absoluto	$\pm 7.5$ VCC ó 7.5 VCA RMS
Codificación de entrada de corriente -20 a +20 mA	-16,384 a +16,384
Impedancia de entrada	250 Ohms
Resolución	1.22070 $\mu$ A por LSB
Escala completa	20 mA
Precisión general a +25° C (77° F) (máx.)	$\pm 0.365\%$ de escala completa
Precisión general a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.)	$\pm 0.642\%$ de escala completa <sup>①</sup>
Deslizamiento de precisión general (máx.)	+79 ppm/5 C de escala completa
Error de ganancia a +25° C (77° F) (máx.)	+0.323%
Error de ganancia a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.)	$\pm 0.556\%$
Deriva de error de ganancia (máx.)	$\pm 67$ ppm/° C
Error de offset a +25° C (77° F) (máx.) (lin = 0, Vcm = 0)	$\pm 7$ LSB
Error de offset a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.) (lin = 0, Vcm = 0)	$\pm 14$ LSB
Deriva de error de offset (máx.) (lin = 0, Vcm = 0)	$\pm 0.20$ LSB/° C

<sup>①</sup> Consulte el Apéndice C para informarse acerca del método para mejorar la precisión de la temperatura.

## Especificaciones de entrada de voltaje para los módulos NI4, NIO4I y NIO4V

Descripción	Especificación
Límites de entrada	-10 a +10 VCC - 1 LSB
Codificación de entrada de voltaje (-10 a +10 VCC - 1 LSB)	-32,768 a +32,767
Impedancia de entrada	1M ohms
Resolución	305.176 $\mu$ V por LSB
Escala completa	10 VCC
Precisión general a +25° C (77° F) (máx.)	$\pm 0.284\%$ de escala completa
Precisión general a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.)	$\pm 0.504\%$ de escala completa <sup>①</sup>
Deriva de precisión general (máx.)	$\pm 63$ ppm/° C de escala completa
Error de ganancia a +25° C (77° F) (máx.)	$\pm 0.263\%$
Error de ganancia a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.)	$\pm 0.461\%$
Deriva de error de ganancia (máx.)	$\pm 57$ ppm/° C
Error de offset a +25° C (77° F) (máx.)	$\pm 7$ LSB
Error de offset a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.)	$\pm 14$ LSB
Deriva de error de offset (máx.)	$\pm 0.20$ LSB/° C
Protección contra sobrevoltaje (máx. a través de los terminales de ENT+ a ENT-)	220 VCA RMS continuamente o bien 220 VCC continuamente

<sup>①</sup> Consulte el Apéndice C para informarse acerca del método para mejorar la precisión de la temperatura.



## Especificaciones de la salida de corriente para los módulos NIO4I y NO4I

Descripción	Especificación
Resolución del convertidor	14 bit
Ubicación de LSB la palabra de imagen de E/S	0000 0000 0000 01XX
No linealidad	0.05%
Método de conversión	Lógica de escalera R-2R
Respuesta de paso	2.5 ms (a 95%)
Límites de carga	0 a 500 Ohms
Reactancia a carga máxima	100 $\mu$ H
Codificación de salida de corriente (0 a +21 mA - 1 LSB)	0 a +32764
Límites de salida (normal)	0 a +20 mA
Capacidad de sobrerango	5% (0 a +21 mA - 1 LSB)
Resolución	2.56348 $\mu$ A por LSB
Escala completa	21 mA
Precisión general a +25° C (77° F) (máx.)	$\pm 0.298\%$ de escala completa
Precisión general a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.)	$\pm 0.541\%$ de escala completa
Deriva de precisión general (máx.)	$\pm 70$ ppm/° C de escala completa
Error de ganancia a +25° C (77° F) (máx.)	$\pm 0.298\%$
Error de ganancia a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.)	$\pm 0.516\%$
Deriva de error de ganancia (máx.)	$\pm 62$ ppm/° C
Error de offset a +25° C (77° F) (máx.)	$\pm 10$ LSB
Error de offset a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.)	$\pm 12$ LSB
Deriva de error de offset (máx.)	$\pm 0.06$ LSB/° C

## Especificaciones de salida de voltaje para los módulos NIO4V y NO4V

Descripción	Especificación
Resolución del convertidor	14 bit
Ubicación de LSB en la palabra de imagen de E/S	0000 0000 0000 01XX
No linealidad	0.05%
Método de conversión	Escalera R-2R
Respuesta de paso	2.5 ms (a 95%)
Límites de carga	1K a $\infty$ Ohms
Corriente de carga máxima	10 mA
Reactancia a carga máxima	1 $\mu$ F
Codificación de salida de voltaje (-10 a +10 VCC - 1 LSB)	-32,768 a +32,764
Límites de salida (normal)	-10 a +10 volts - 1 LSB
Resolución	1.22070 mV por LSB
Escala completa	10 VCC
Precisión general a +25° C (77° F) (máx.)	$\pm 0.208\%$ de escala completa
Precisión general a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.)	$\pm 0.384\%$ de escala completa
Deriva de precisión general (máx.)	$\pm 54$ ppm/° C de escala completa
Error de ganancia a +25° C (77° F) (máx.)	$\pm 0.208\%$
Error de ganancia a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.)	$\pm 0.374\%$
Deriva de error de ganancia (máx.)	$\pm 47$ ppm/° C
Error de offset a +25° C (77° F) (máx.)	$\pm 9$ LSB
Error de offset a 0° a +60° C (32° a 140° F) (máx.)	$\pm 11$ LSB
Deriva de error de offset (máx.)	$\pm 0.05$ LSB/° C

## Números binarios de complementos a dos

La memoria del procesador SLC 500 guarda números binarios de 16 bits. Los binarios de complementos a dos se usan cuando se ejecutan cálculos matemáticos internos al procesador. Los valores de entrada analógica desde los módulos analógicos son enviados al procesador en formato binario de complemento a dos de 16 bits. Para números positivos, la notación binaria y la notación binaria de complementos a dos son idénticas.

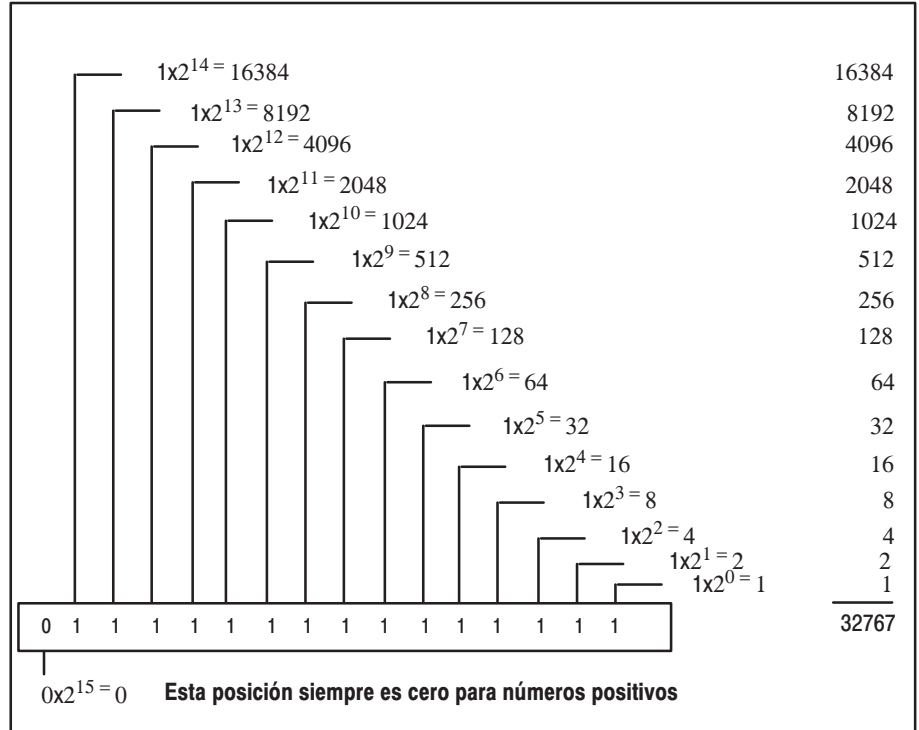
Como se muestra en la figura de la página siguiente, cada posición en el número tiene un valor decimal, empezando en la derecha con  $2^0$  y terminando en la izquierda con  $2^{15}$ . Cada posición puede ser 0 ó 1 en la memoria del procesador. Un 0 indica un valor de cero; un 1 indica el valor decimal de la posición. El valor decimal equivalente del número binario es la suma de los valores de la posiciones.

### Valores decimales positivos

La posición del extremo izquierdo siempre es 0 para valores positivos. Como se muestra en la figura de la página siguiente, esto limita el valor decimal positivo máximo a 32767 (todas las posiciones son 1 excepto la posición del extremo izquierdo). Por ejemplo:

$$\begin{aligned} 0000\ 1001\ 0000\ 1110 &= 2^{11} + 2^8 + 2^3 + 2^2 + 2^1 \\ &= 2048 + 256 + 8 + 4 + 2 = 2318 \\ \\ 0010\ 0011\ 0010\ 1000 &= 2^{13} + 2^9 + 2^8 + 2^5 + 2^3 \\ &= 8192 + 512 + 256 + 32 + 8 = 9000 \end{aligned}$$

Figura B.1

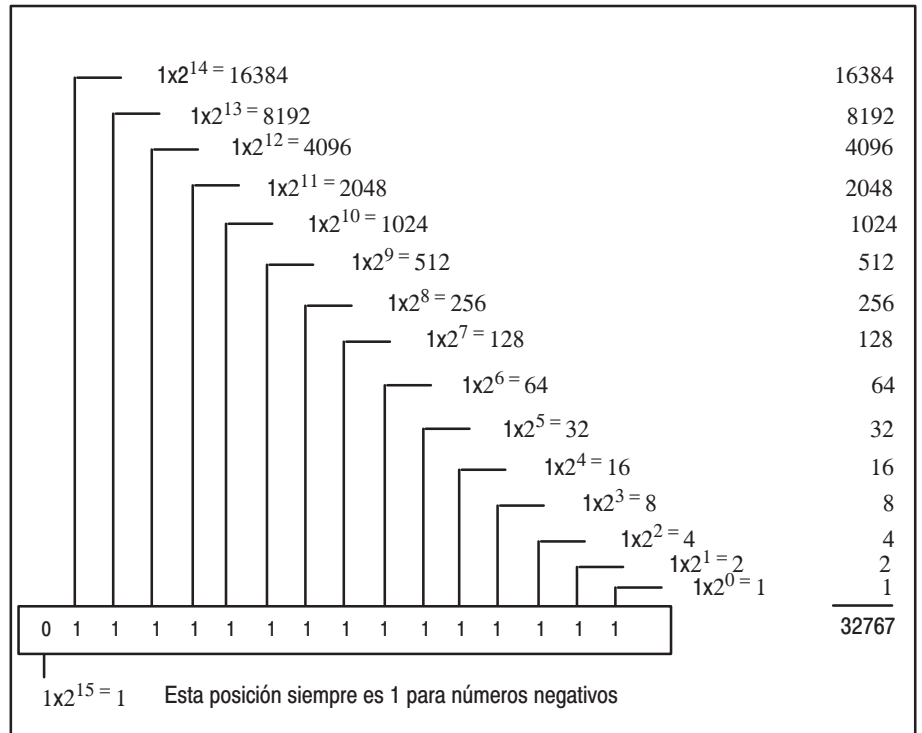


### Valores decimales negativos

En la notación de complementos a dos, la posición del extremo izquierdo siempre es 1 para valores negativos. El valor decimal equivalente del número binario se obtiene restando el valor de la posición del extremo izquierdo, 32768, de la suma de valores de las otras posiciones. En la figura de la página siguiente (todas las posiciones son 1), el valor es  $32767 - 32768 = -1$ . Por ejemplo:

$$\begin{aligned}
 &1111\ 1000\ 0010\ 0011 = \\
 &(2^{14} + 2^{13} + 2^{12} + 2^{11} + 2^5 + 2^1 + 2^0) - 2^{15} = \\
 &(16384 + 8192 + 4096 + 2048 + 32 + 2 + 1) - 32768 = \\
 &30755 - 32768 = -2013.
 \end{aligned}$$

Figura B.2





## Calibración opcional de entradas analógicas mediante software

Este apéndice le ayuda a calibrar un canal de entrada analógica usando offsets de software para aumentar la precisión esperada de un circuito de entrada analógica. Se presentan ejemplos de ecuaciones y diagramas de lógica de escalera como referencia. La calibración mediante software reduce el error de offset y error de ganancia a una temperatura dada mediante el escalado de valores leídos al momento de la calibración. (Consulte el prefacio para obtener la definición de términos).

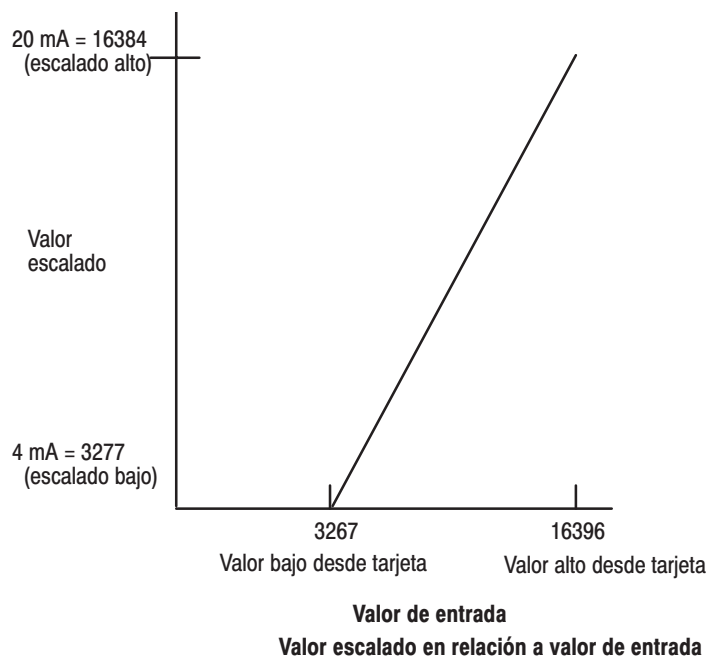
### Calibración de un canal de entrada analógica

El procedimiento siguiente se puede adaptar a todas las entradas analógicas; de corriente o voltaje. Para este ejemplo se usa un módulo 1746-NI4 con una entrada de 4 mA a 20 mA. Consulte las especificaciones del módulo 1746-NI4 en el apéndice A. Estas especificaciones representan los valores del peor de los casos. El error general para el módulo NI4, el cual está garantizado no será mayor que  $\pm 0.365\%$ , incluye no linealidad, repetitividad, error de offset y error de ganancia a una temperatura dada.

El error general de  $\pm 0.365\%$  a 20 mA es igual a  $\pm 60$  LSB de error, o unos límites de código de 16324 a 16444. Cualquier valor dentro de estos límites es enviado por un canal de entrada analógica a 20 mA. El valor nominal esperado a 20 mA es 16384. Después de ejecutar una calibración mediante software el error general se reduce a 3 LSB, o unos límites de código de 16381 a 16387.

El gráfico de la página siguiente muestra la relación lineal entre el valor de entrada y el valor escalado resultante. Los valores en este gráfico se han obtenido del ejemplo de programa.

Figura C.1



3

### Cálculo de la calibración mediante software

Use la ecuación siguiente para ejecutar la calibración mediante software:

$$\text{Valor escalado} = (\text{valor de entrada} \times \text{pendiente}) + \text{offset}$$

$$\text{Pendiente} = (\text{escalado máx.} - \text{escalado mín.}) / \text{entrada máx.} - \text{entrada mín.})$$

$$\text{Offset} = \text{Escalado mín.} - (\text{entrada mín.} \times \text{pendiente})$$

### Procedimiento

1. Coloque el sistema SLC 500 en la temperatura de operación normal. Asegúrese de que los módulos E/S adyacentes en el sistema no produzcan fluctuaciones de temperatura. Por ejemplo, coloque los módulos de E/S de alta potencia y carga aleatoria lejos del módulo de entrada analógica.
2. Determine los valores escalados alto y bajo que desea usar en la aplicación. En este ejemplo, el escalado alto es 16384 y el escalado bajo es 3277.
3. Usando una fuente de calibración de entrada analógica o el dispositivo de entrada del sistema colocado en la posición 4 mA, capture el valor bajo energizando la entrada baja de calibración. Asegúrese de que el valor bajo esté dentro de los límites de conversión de la entrada analógica.
4. Usando una fuente de calibración de entrada analógica o el dispositivo de entrada del sistema colocado en la posición 20 mA, capture el valor alto energizando la entrada alta de calibración. Asegúrese de que el valor alto esté dentro de los límites de conversión de la entrada analógica.



5. Energice la entrada de calibración. Esto hace que el SLC calcule la pendiente y valores de offset utilizados para ejecutar la corrección de error en la entrada analógica.

El canal analógico está ahora calibrado a  $\pm 3$  LSB a la temperatura de calibración. Use la deriva del error de offset y la deriva del error de ganancia para calcular la cantidad de error adicional que se puede introducir en el sistema debido a variaciones de temperatura.

El período de calibración recomendado es una vez cada 6 meses. Si una aplicación tiene amplios límites de temperaturas de operación, se debe ejecutar una calibración de software cada 3 a 4 meses.

### Ejemplo de diagrama de escalera

El diagrama de escalera siguiente requiere 3 entradas externas que se usan para ejecutar el procedimiento de calibración. El valor bajo (Lo) hace que la escalera capture el valor de calibración 4 mA y el valor alto (Hi) hace que la escalera capture el valor de calibración 20 mA. Cal hace que el diagrama de escalera escale los valor Hi y Lo a sus valores nominales, lo cual proporciona los valores de la pendiente y offset usados para calibrar el canal de entrada analógica.

En este ejemplo se usan los siguientes símbolos:

Cal_Lo	= I:1.0/0
Cal_Hi	= I:1.0/1
Calibrate	= I:1.0/2
Conversion Enable	= N10:0/3
Analog_In	= I:2.0
Lo_Value	= N10:1
Hi_Value	= N10:2
Scale_Hi	= N10:3
Scale_Lo	= N10:4
Scale_Span	= N10:7
Span	= N10:9
Slope_x10K	= N10:18
Offset	= N10:19
Analog_Scl	= N10:20



```

| +MUL-----+ |
+--+MULTIPLY      +-+ |
| Source A      LO_VALUE | |
|                3267 | |
| Source B      SLOPE_X10K | |
|                9983 | |
| Dest          N10:5 | |
|                32767 | |
| +-----+ |
| +DDV-----+ |
+--+DOUBLE DIVIDE  +---+ |
| Source        10000 | |
|                | |
| Dest          N10:6 | |
|                3261 | |
| +-----+ |
| +SUB-----+ |
+--+SUBTRACT      +---+ |
| Source A      SCALE_LO | |
|                3277 | |
| Source B      N10:6 | |
|                3261 | |
| Dest          OFFSET | |
|                16 | |
| +-----+ |
| S:5 |
+--(U)-----+ |
| 0 |
|
Rung 2:3
| Conversion
| Enable
| N10:0
|-----] [-----+-----+
| 3 | +MUL-----+ | |
| | +MULTIPLY      +-+ |
| | Source A      ANALOG_IN | |
| |                8000 | |
| | Source B      SLOPE_X10K | |
| |                9983 | |
| | Dest          N10:8 | |
| |                0 | |
| | +-----+ |
| | S:5 |
| | +--(U)-----+ |
| | 0 |
| | +DDV-----+ |
| | +--+DOUBLE DIVIDE  +---+ |
| | Source        10000 | |
| |                | |
| | Dest          N10:12 | |
| |                0 | |
| | +-----+ |
| | +ADD-----+ |
| | +--+ADD          +---+ |
| | Source A      N10:12 | |
| |                0 | |
| | Source B      OFFSET | |
| |                16 | |
| | Dest          ANALOG_SCL | |
| |                8002 | |
| | +-----+ |
Rung 2:4
|-----+-----+-----+-----+
| +END+ |

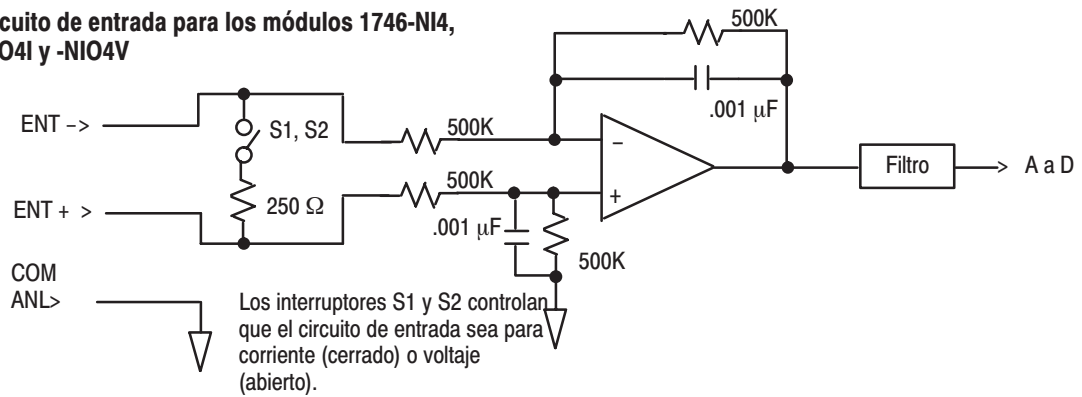
```



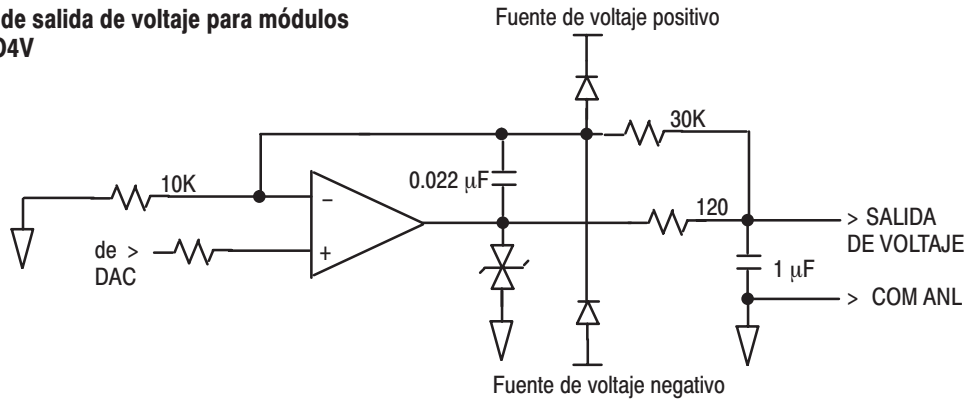
## Circuitos de entrada y salida de módulos

Figura D.1

### Circuito de entrada para los módulos 1746-NI4, -NIO4I y -NIO4V



### Circuito de salida de voltaje para módulos 1746-NIO4V



### Circuito de corriente para módulos 1746-NIO4I

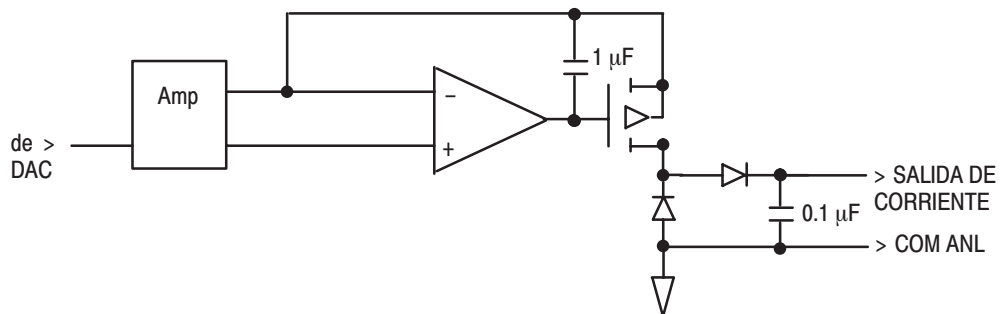
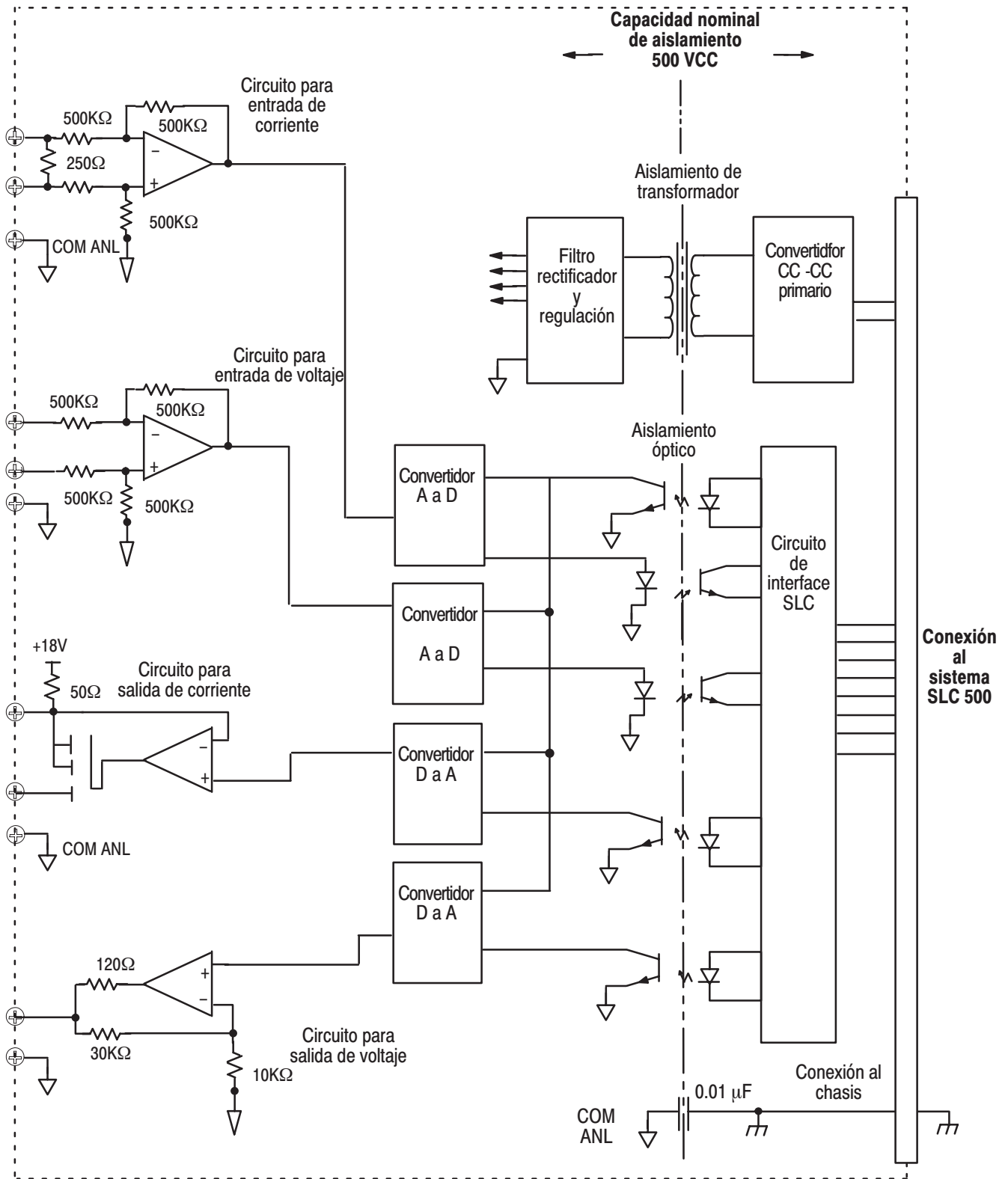


Figura D.2  
Diagrama de aislamiento



## A

- actualización de datos analógicos del procesador, 4–6
- Allen-Bradley, comunicación para asistencia técnica, P–8
- Inicio rápido para usuarios con experiencia, 2–1

## B

- Bit menos significativo (LSB), P–2
- bloque de terminales
  - desinstalación, 3–7
  - identificación e instalación, 3–12

## C

- cableado del módulo analógico, 3–10
- cálculo de calibración mediante software, C–2
- calibración opcional de entradas analógicas mediante software, calibración de un canal de entrada analógica, C–1
- canal, P–2
- Certificación CE, 3–1
- chasis, P–2
- circuito de entrada para módulos 1746-NI4, -NIO4I y -NIO4V, D–1
- circuito de salida de corriente para módulos 1746-NIO4I, D–1
- circuito de salida de voltaje para módulos 1746-NIO4V, D–1
- circuitos de entrada y salida de módulos
  - circuito de entrada para los módulos 1746-NI4, -NIO4I y -NIO4V, D–1
  - circuito de salida de corriente para los módulos 1746-NIO4I, D–1
  - circuito de salida de voltaje para módulos 1746-NIO4V, D–1
- códigos de identificación del módulo, introducción, 4–2

- Cómo usar valores analógicos, 1–1
- comunicación con Allen-Bradley para obtener asistencia técnica, P–8
- conexión a tierra de los hilos de blindaje y tierra, 3–12
- configuración del módulo interruptor de alimentación eléctrica externa para los módulos 1746-NO4I y NO4V, 3–5
  - posicionamiento de los interruptores para el módulo 1746-NI4, 3–4
  - posicionamientos del interruptor para los módulos 1746-NIO4I y NIO4V, 3–5
- consideraciones de cable, conexión a tierra del cable, 3–9
- consideraciones de cableado
  - determinación de la longitud del cable, 3–9
  - pautas para el cableado del sistema, 3–8
- consideraciones de seguridad al resolver problemas, 7–2
- consideraciones del sistema, 4–10
- contenido de este manual, P–6
- controlador compacto, requisitos de alimentación eléctrica, 3–3
- controlador modular, requisitos de alimentación eléctrica, 3–2
- conversión A/D, P–2
- conversión D/A, definición, P–2
- conversión de datos de entrada analógica, 4–7
- conversión de datos de salida analógica, 4–8
- Cumplimiento con las directivas de la Unión Europea, 3–1

## D

- definiciones, P–2
- deriva del error de ganancia, P–2
- deriva del error de offset, P–2

- desconecte los dispositivos de movimiento principales, 5-2
- detección de entrada fuera de límites, 4-12
- determinación de los requisitos de alimentación eléctrica
  - controlador compacto, 3-3
  - controlador modular, 3-2
- direccionamiento, detección de fuera de límites y escalado de entradas analógicas, cálculo de la relación lineal, 6-2
- direccionamiento a nivel de bits, 4-5
- direccionamiento de módulos analógicos, 4-2
- direccionamiento y escalado de salidas
  - cálculo de la relación lineal, 6-8
  - descripción general, 6-8
  - uso de escalar con instrucción de parámetros (SCP), 6-12
  - uso de matemáticas estándar, 6-10
- direccionamiento, detección de fuera de límites y escalado de entradas analógicas
  - cálculo del indicador de fuera de límites usando la instrucción de escalar, 6-3
  - descripción general, 6-1
  - uso de escalar con instrucción de parámetros (SCP), 6-7
- direccionamiento, detección de fuera de límites y escalado de entradas analógicas
  - uso de la instrucción de escalar (SCL), 6-6
  - uso de matemáticas estándar, 6-4
- documentación relacionada, P-6
- escalado de offset cuando  $>32,767$  o bien  $<-32,768$ , descripción general, 6-14
- escalado de offset cuando  $>32,767 <-32,768$ 
  - cálculo de la relación lineal, 6-14
  - cálculo de la relación lineal desplazada, 6-15
  - uso de la instrucción escalar con parámetros (SCP), 6-18
  - uso de matemáticas estándar, 6-16
- escalado y verificación de los límites de entradas y salidas analógicas, cálculo de la relación lineal, 6-20
- escalado y verificación de los límites de entradas y salidas analógicas
  - descripción general, 6-20, 6-23
  - uso de instrucción de escalar con parámetros (SCP), 6-24
  - uso de instrucciones de matemáticas estándar, 6-21
  - uso de la instrucción SCL, 6-23
- especificaciones
  - entrada de voltaje para NI4, NIO4I, NIO4V, A-4
  - entrada para NI4, NIO4I, NIO4V, A-2
  - generales, A-1
  - lazo de corriente para NI4, NIO4I, NIO4V, A-3
  - salida de corriente para NIO4I, NO4I, A-5
  - salida de voltaje para NIO4V, NO4V, A-6
- estado seguro, P-4
- identificación e instalación del bloque de terminales, 3-12
- exactitud general, P-4

## E

- ejemplo de salida analógica no retentiva, 4-11
- encienda el sistema SLC 500, 5-3
- equipo requerido, 2-1
- error de ganancia, P-3
- error de linealidad, P-3
- error de offset, P-4
- escala completa, P-4

## F

- filtro de canal de entrada, 4-15

## G

- ganancia, P-4



## H

herramientas requeridas, 2-1  
herramientas y equipo requeridos,  
2-1

## I

iniciación  
  descripción general, 2-1  
  procedimientos, 2-2  
iniciación rápida, 2-1  
inspección del módulo analógico,  
5-2  
instalación, iniciación, 2-1  
instalación del módulo, 3-6  
instrucciones de arranque, 2-1

## L

límites de voltaje de modo común,  
P-4

## M

mantenimiento preventivo, 7-1  
manuales, relacionados, P-6  
minimización del ruido eléctrico,  
3-16  
módulos analógicos  
  cableado, 3-10  
  configuración, 3-4  
  consideraciones del sistema,  
  4-10  
  direccionamiento, 4-2  
  especificaciones, -1  
  inspección, 5-2  
  instalación, 3-6  
  minimización del ruido eléctrico,  
  3-16  
  tipos, 1-2  
monitoreo de datos de entrada y  
  salida, 4-6

## N

número de bits significativos, P-4  
números binarios de complementos  
  a dos  
  valores decimales negativos, B-2  
  valores decimales positivos, B-1

## O

Offset, P-5  
opción de programación retentiva,  
4-10  
operación diferencial, P-5

## P

prueba de las entradas analógicas,  
5-4  
prueba de las salidas analógicas,  
5-6  
publicaciones, relacionadas, P-6

## R

rechazo de modo común, P-5  
repetitividad, P-5  
requisitos de alimentación eléctrica  
  controlador compacto, 3-3  
  controlador modular, 3-2  
resolución, P-5  
resolución de problemas,  
  comunicación con  
  Allen-Bradley, P-8  
respuesta a una inhabilitación de  
  ranura, 4-14  
respuesta de entradas a la  
  inhabilitación de ranura, 4-14  
respuesta de paso, P-5  
respuesta de salidas a la  
  inhabilitación de ranura, 4-14  
ruido eléctrico, minimización,  
3-16

## S

selección de una ranura en el  
chasis, 3-6

## T

términos, P-2  
tiempo de actualización, P-5  
tipos de módulos analógicos  
  módulo de entrada analógica  
  1746-NI4, 1-2

módulos de combinación  
analógica 1746-NIO4I y  
NIO4V, 1-2  
módulos de salida analógica  
1746-NIO4I y NO4V, 1-2

## U

uso de valores analógicos, 1-1

## V

valores decimales negativos, B-2  
valores decimales positivos, B-1  
voltaje de modo común, P-5  
voltaje diferencial máximo, P-5





Rockwell Automation ayuda a sus clientes a lograr mejores ganancias de sus inversiones integrando marcas líder de la automatización industrial y creando así una amplia gama de productos de integración fácil. Estos productos disponen del soporte de proveedores de soluciones de sistema además de los recursos de tecnología avanzada de Rockwell.



Con oficinas en las principales ciudades del mundo.

Alemania • Arabia Saudita • Argentina • Australia • Bahrein • Bélgica • Bolivia • Brasil • Bulgaria • Canadá • Chile • Chipre • Colombia • Corea • Costa Rica • Croacia  
Dinamarca • Ecuador • Egipto • El Salvador • Emiratos Arabes Unidos • Eslovaquia • Eslovenia • España • Estados Unidos • Finlandia • Francia • Ghana • Grecia • Guatemala  
Holanda • Honduras • Hong Kong • Hungría • India • Indonesia • Irán • Irlanda • Islandia • Israel • Italia • Jamaica • Japón • Jordania • Katar • Kuwait • Las Filipinas • Líbano  
Macao • Malasia • Malta • México • Marruecos • Nigeria • Noruega • Nueva Zelanda • Omán • Pakistán • Panamá • Perú • Polonia • Portugal • Puerto Rico • Reino Unido  
República Checa • República de Sudáfrica • República Dominicana • República Popular China • Rumania • Rusia • Singapur • Suecia • Suiza • Taiwan • Tailandia • Trinidad  
Tunisia • Turquía • Uruguay • Venezuela

Sede central de Rockwell Automation: 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204 USA, Tel: (1) 414-382-2000, Fax: (10) 414-382-4444

Sede central europea de Rockwell Automation: Avenue Herrmann Debrouxlaan, 46, 1160 Bruselas, Bélgica, Tel: (32) 2 663 06 00, Fax: (32) 2 663 06 40