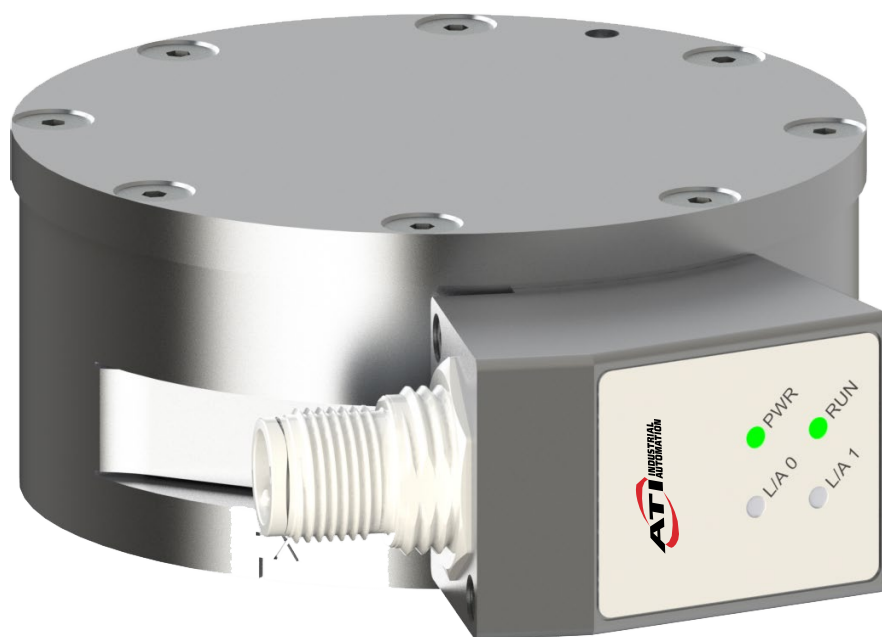




A Novanta Company

Manual

Interfaz de fuerza/par EtherCAT Generación 3 (ECAT3)



Documento n.º: 9620-05-EtherCAT3-es

Productos de ingeniería para la productividad robótica

Pinnacle Park • 1031 Goodworth Drive • Apex, NC 27539 EE. UU. • Tel.: +1 919-772-0115 • Fax: +1 919-772-8259 • www.ati.novanta.com

Prólogo

La información contenida en este documento es propiedad de ATI Industrial Automation, Inc. y no podrá reproducirse total ni parcialmente sin la autorización previa por escrito de ATI Industrial Automation, Inc. La información aquí contenida está sujeta a cambios sin previo aviso y no debe interpretarse como un compromiso por parte de ATI Industrial Automation, Inc. Este manual se revisa periódicamente para reflejar e incorporar los cambios realizados en el sistema F/T.

ATI Industrial Automation, Inc. no asume ninguna responsabilidad por los posibles errores u omisiones que pueda contener este documento.

Copyright © (2026) por ATI Industrial Automation, Inc., Apex, Carolina del Norte, EE. UU. Todos los derechos reservados. Publicado en EE. UU.

Teniendo en cuenta que los productos de ATI Industrial Automation, Inc. (ATI) están destinados a su uso con máquinas robóticas y/o automatizadas, ATI no recomienda el uso de sus productos en aplicaciones en las que el fallo o mal funcionamiento de un componente o sistema de ATI ponga en peligro la vida o haga probable que se produzcan lesiones. Cualquier persona que utilice o incorpore componentes de ATI en cualquier sistema que pueda poner en peligro la vida deberá obtener el consentimiento previo de ATI, tras garantizar a ATI que un mal funcionamiento de los componentes de ATI no supone una amenaza directa o indirecta de lesiones o muerte, y (incluso si se concede dicho consentimiento) indemnizará a ATI por cualquier reclamación, pérdida, responsabilidad y gastos relacionados que surjan de cualquier lesión o muerte resultante del uso de los componentes de ATI.

Todas las marcas comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios.

Windows™ es una marca comercial registrada de Microsoft Corporation.

Nota

Lea el manual antes de llamar al servicio de atención al cliente y tenga a mano la siguiente información:

1. Número de serie; por ejemplo, FT01234.
2. Modelo del transductor; por ejemplo, Nano17, Gamma, Theta.
3. Calibración; por ejemplo, US-15-50, SI-65-6.
4. Descripción precisa y completa de la pregunta o el problema
5. Información sobre el ordenador y el software (sistema operativo, tipo de PC, controladores, software de aplicación y otra información relevante sobre la configuración)

Estar cerca del sistema F/T al llamar (si es posible).

Si lo necesita, póngase en contacto con un representante de ATI para obtener ayuda:

Ventas, servicio técnico e información sobre los productos de ATI:

ATI Industrial Automation (una empresa de Novanta)

1031 Goodworth Drive Apex, NC

27539 EE. UU.

www.ati-ia.com

Tel.: +1 919-772-0115

Fax: +1 919-772-8259

Ingeniería de aplicaciones

Correo electrónico: ft.support@novanta.com

Asistencia 24/7: +1 855 ATI-IA 00 (+1 855-284-4200)

Índice

Prólogo	2
Glosario	5
1. Seguridad	6
1.1 Explicación de las notificaciones	6
1.2 Pautas generales de seguridad	6
1.3 Precauciones de seguridad	7
2. Descripción general del producto	8
2.1 Descripción general del sistema	9
3. Instalación	12
3.1 Conexión del sistema de transductores estándar	13
3.2 Conexión de un transductor Mini o Nano	15
4. Funcionamiento de la interfaz de bus EtherCAT	17
4.1 Salida de datos sin procesar F/T	17
4.2 Frecuencia de muestreo	17
4.3 Monitorización de umbrales	17
4.4 Filtrado	18
4.5 Transformación de herramientas	19
4.6 Interfaz del objeto de datos de proceso (PDO)	20
4.7 Objetos del diccionario EtherCAT (datos SDO)	21
4.7.1 Objeto 0x2020: Transformación de herramientas	21
4.7.2 Objeto 0x2021: Calibración	22
4.7.3 Objeto 0x2023: Consola sobre EtherCAT	24
4.7.4 Objeto 0x2060: Estado del monitor	24
4.7.5 Objeto 0x2080: Lecturas de diagnóstico	25
4.7.6 Objeto 0x2090: Versión	25
4.7.7 Objeto 0x6000: Lectura de datos	25
4.7.7.1 Conversión de recuentos de fuerza/par a unidades	26
4.7.8 Objeto 0x6010: Código de estado	27
4.7.9 Objeto 0x6020: Contador de muestras	27
4.7.10 Objeto 0x6030: Datos del medidor	27
4.7.11 Objeto 0x6050: Datos de la IMU	28
4.7.12 Procedimiento de comprobación de la precisión de la IMU	28
4.7.13 Objeto 0x7010: Códigos de control	29
4.8 Funciones de los LED	31
5. Funcionamiento de la consola	32
5.1 Comandos de consulta: «S» o «C»	33

5.2	Comando de configuración	34
5.2.1	Recuento por fuerza/par a valores de FT	38
5.3	Datos de la IMU	38
5.3.1	Configuración del acelerómetro y el giroscopio	38
5.3.2	Transmisión de datos de la IMU	38
5.3.3	Procedimiento de comprobación de la precisión de la IMU	39
6.	Solución de problemas	40
6.1	Errores en las lecturas de fuerza y par	40
6.2	Código de estado del sistema	41
6.3	Reducción del ruido	42
6.3.1	Vibración mecánica	42
6.3.2	Interferencias eléctricas	42
6.4	Comprobación de precisión	42
7.	Especificaciones	44
7.1	Condiciones de almacenamiento y funcionamiento	44
7.2	Especificaciones eléctricas	44
7.2.1	Conectores de acoplamiento	44
7.3	Asignación de pines de los conectores	45
7.3.1	Caja divisora	45
7.3.2	ECAT3 CEB	46
8.	Planos	47

Glosario

Término	Definición
Acelerómetro	Dispositivo integrado en los sensores Varo de ATI que mide la aceleración. Los sensores Varo de ATI utilizan un acelerómetro de sistema microelectromecánico (MEMS).
ADC	Convertidor analógico-digital
CEB	La caja de electrónica de comunicaciones es un componente de los sistemas de fuerza y par ATI Network RS422/485 que alberga componentes electrónicos adicionales para la alimentación o para ampliar la capacidad de red
CoE	CANopen sobre EtherCAT, el protocolo integrado preferido para configurar dispositivos EtherCAT. Se utiliza dentro de SDO para codificar los datos de configuración.
DINT	Tipo de datos que representa un entero con signo de 32 bits.
EtherCAT	Un bus de campo de automatización industrial.
FoE	Acceso a archivos a través de EtherCAT, el protocolo integrado preferido para cargar nuevo firmware en dispositivos EtherCAT.
F/T	Fuerza/Par.
Transductor de F/T	Convierte la fuerza y el par en una señal eléctrica.
g	La fuerza G o equivalente de la fuerza gravitatoria es una fuerza específica de la masa expresada en unidades de gravedad estándar.
Giroscopio	Dispositivo integrado en los sensores Varo de ATI que mide la orientación y la velocidad angular. Los sensores Varo de ATI utilizan un giroscopio de sistema microelectromecánico (MEMS).
IMU	La unidad de medición inercial (IMU) es un dispositivo que detecta la aceleración y la velocidad angular (datos giroscópicos).
MAP	La placa adaptadora de montaje (MAP) es la placa transductora que se fija a la superficie fija o al brazo robótico.
PDO	Objeto de datos de proceso, un protocolo para leer y escribir información de proceso en tiempo real de forma cíclica.
SDO	Objeto de datos de servicio, un protocolo para leer y escribir información de configuración de forma no cíclica.
STG	Tensiómetro
TAP	La placa adaptadora de herramientas (TAP) es la superficie del transductor que se acopla a la carga que se va a medir.
Transductor	El transductor es el componente que convierte la carga detectada en señales eléctricas.
UDINT	Tipo de datos que representa un entero sin signo de 32 bits.
UINT	Tipo de datos que representa un entero sin signo de 16 bits.
USINT	Tipo de datos que representa un entero sin signo de 8 bits.

1. Seguridad

La sección de seguridad describe las directrices generales de seguridad que deben seguirse con este producto, explicaciones de las indicaciones que figuran en este manual y las precauciones de seguridad aplicables al producto. Las indicaciones específicas del producto se incluyen en las distintas secciones de este manual (cuando proceda).

1.1 Explicación de las notificaciones

Estas notificaciones se utilizan en todos los manuales de ATI y no son específicas de este producto. El usuario debe prestar atención a todas las notificaciones del fabricante del robot y/o de los fabricantes de otros componentes utilizados en la instalación.



PELIGRO: Aviso de información o instrucciones cuyo incumplimiento provocará la muerte o lesiones graves. El aviso proporciona información sobre la naturaleza de la situación de peligro, las consecuencias de no evitar el peligro y el método para evitar la situación.



ADVERTENCIA: Aviso que contiene información o instrucciones cuyo incumplimiento podría provocar la muerte o lesiones graves. El aviso proporciona información sobre la naturaleza de la situación de peligro, las consecuencias de no evitar el peligro y el método para evitar la situación.



PRECAUCIÓN: Aviso de información o instrucciones que, de no seguirse, podrían provocar lesiones moderadas o causar daños al equipo. El aviso proporciona información sobre la naturaleza de la situación de peligro, las consecuencias de no evitar el peligro y el método para evitar la situación.

AVISO: Notificación de información o instrucciones específicas sobre el mantenimiento, el funcionamiento, la instalación o la configuración del producto que, de no seguirse, podrían provocar daños en el equipo. La notificación puede hacer hincapié, entre otros aspectos, en: tipos específicos de grasa, mejores prácticas de funcionamiento y consejos de mantenimiento.

1.2 Pautas generales de seguridad

El cliente debe verificar que el transductor seleccionado esté clasificado para las cargas y momentos máximos previstos durante el funcionamiento. Consulte el manual de [la sección de transductores ATI F/T](#) o póngase en contacto con ATI Industrial

Automatización asistida. Se debe prestar especial atención a las cargas dinámicas provocadas por la aceleración y la desaceleración del robot. Estas fuerzas pueden multiplicar varias veces el valor de las fuerzas estáticas en situaciones de alta aceleración o desaceleración.

1.3 Precauciones de seguridad



PRECAUCIÓN: No retire ningún elemento de fijación ni desmonte los transductores sin una placa adaptadora de montaje extraíble. Esto incluye los transductores Nano, Mini, con clasificación IP y algunos transductores Omega. Esto causará daños irreparables al transductor y anulará la garantía. Deje todos los elementos de fijación en su sitio y no desmonte el transductor.



PRECAUCIÓN: No introduzca sondas en ninguna abertura del transductor. Esto dañará el equipo.



PRECAUCIÓN: No ejerza una fuerza excesiva sobre el transductor. El transductor es un instrumento sensible y puede dañarse si se le aplica una fuerza que supere los valores de sobrecarga uniaxial del transductor, lo que provocaría daños irreparables. Los transductores Small Nano y Mini pueden sobrecargarse fácilmente durante la instalación. Consulte el manual [de la sección 9620-05-Transductor](#) para conocer los valores específicos de sobrecarga del transductor.

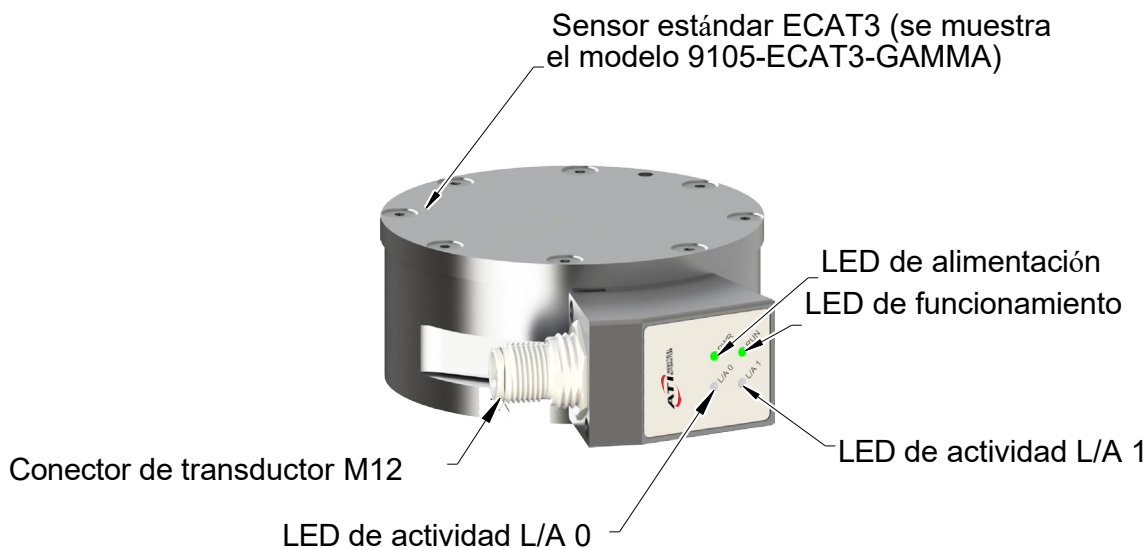
2. Descripción general del producto

El sistema de sensores de fuerza/par de tercera generación EtherCAT (ECAT3) mide seis componentes de fuerza y par (F_x , F_y , F_z , T_x , T_y , T_z) y transmite datos de forma fluida a dispositivos que utilizan el bus de campo EtherCAT. El acondicionamiento de señal integrado, la adquisición de datos y una interfaz EtherCAT de dos puertos se encuentran todos en una pequeña carcasa resistente.

Los sensores ATI con interfaz EtherCAT3 ofrecen las siguientes características:

- La conexión EtherCAT de dos puertos permite el encadenamiento en serie de varios dispositivos
- Datos de fuerza y par resueltos con una frecuencia de actualización de 8 kHz
- Comandos de consola disponibles a través de la red EtherCAT o de una conexión serie. (Consulte [la sección 4.7.3 — Objeto 0x2023: Consola a través de EtherCAT](#) y [la sección 5 — Funcionamiento de la consola](#))
- Filtros digitales de paso bajo ajustables
- Se pueden almacenar y seleccionar hasta tres calibraciones diferentes (rangos de medición) (consulte [la sección 4.7.2 — Objeto 0x2021: Calibración](#))
- Transformación de herramientas programable a través de EtherCAT (consulte [la sección 4.5 — Transformación de herramientas](#)) o mediante comandos de consola (consulte [la sección 5.2 — Comando Cal](#))
- Funcionalidad de monitorización de estado. (Consulte [la sección 4.3 — Monitorización de umbrales](#) y [la sección 5.2 — Comando Cal](#))
- Indicador LED para el estado de alimentación, el estado de funcionamiento, el enlace/la actividad del puerto 0 y el enlace/la actividad del puerto 1 (consulte [la sección 4.8 — Funciones de los LED](#) para obtener más información)

Figura 2.1: Sensor EtherCAT3



2.1 Descripción general del sistema

Las ofertas estándar del sistema ECAT3 de ATI se pueden clasificar en dos grupos: transductores estándar que se comunican únicamente a través de EtherCAT y transductores estándar que se comunican a través de EtherCAT y una consola mediante una conexión serie. Los componentes de cada una de estas configuraciones se describen en [la Tabla 2.1](#) a continuación.

Tabla 2.1: Componentes del sistema ECAT3		
Imagen	Descripción	Número de pieza
Transductor estándar que se comunica solo a través de EtherCAT		
	Transductor estándar	9105-ECAT3-SensorModel
	Cable del transductor	9105-C-MA12F1-MA12M1-01-1.0 9105-C-MA12F1-MA12M1-01-5.0 9105-C-MA12F1-MA12M1-01-10.0
	Caja divisora	9105-GEN3-SPLIT-001
	Fuente de alimentación	9105-NETPS-UNIV (Recomendado)
	M12 a RJ45 Adaptador Ethernet	9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2 (x2) (Predeterminado) ¹
Transductor estándar que se comunica con EtherCAT y la consola a través de serie		
	Transductor estándar	9105-ECAT3-SensorModel
	Cable del transductor	9105-C-MA12F1-MA12M1-01-1.0 9105-C-MA12F1-MA12M1-01-5.0 9105-C-MA12F1-MA12M1-01-10.0
	Caja divisora	9105-GEN3-SPLIT-001
	Cable de alimentación y serie	9105-CF-MTS-DB9-5
	Adaptador de Ethernet Adaptador Ethernet	9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2 (x2) (Predeterminado) ¹
Nota: 1. Hay disponibles longitudes de cable adicionales.		

Tabla 2.1: Componentes del sistema ECAT3		
Imagen	Descripción	Número de pieza
Transductor Mini o Nano Transductor EtherCAT con comunicación		
	Transductor con cable integrado	9105-TW-SensorModel
	ECAT3 Caja de electrónica de comunicaciones (CEB)	9105-ECAT3-CEB-001
	Fuente de alimentación	9105-NETPS-UNIV (Recomendado)
	M12 a RJ45 Adaptador Ethernet	9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2 (Predeterminado) ¹
Transductor mini o nano que se comunica con EtherCAT y la consola a través de serie		
	Transductor con cable integrado	9105-TW-SensorModel
	ECAT3 Caja de electrónica de comunicaciones (CEB)	9105-ECAT3-CEB-001
	Cable de alimentación y serie	9105-CF-MTS-DB9-5
	M12 a RJ45 Adaptador Ethernet	9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2 (x2) (Predeterminado) ¹
Nota: 1. Hay disponibles longitudes de cable adicionales.		

- **Transductor ECAT3 F/T:** convierte las cargas de fuerza y par en señales eléctricas y las transmite a través del cable del transductor. Los sensores ECAT3 de ATI envían señales digitales. Para obtener más información, consulte el Manual del transductor F/T ([9620-05, sección del transductor](#)).
- **Cable del transductor:** suministra alimentación al transductor y transmite los datos de las galgas extensométricas del transductor. Los transductores con electrónica integrada se conectan a una caja divisora. Se puede utilizar cualquier cable compatible con DeviceNet que cuente con conectores M12 Micro del tipo correcto, pero los transductores sin clasificación IP no son compatibles con conectores en ángulo recto. ATI Industrial Automation suministra un cable de transductor de alta flexibilidad para aplicaciones robóticas con cada sistema ECAT3 F/T.
- **Caja divisora:** divide el cable del transductor en conexiones para el puerto EtherCAT 0, el puerto EtherCAT 1 y la alimentación/RS485. La caja divisora es necesaria para cualquier aplicación que utilice un transductor estándar.
- **ECAT3 CEB:** procesa y transmite los valores de fuerza y par del transductor al equipo del usuario. El ECAT3 CEB (9105-ECAT3-CEB-001) es específico para clientes que utilizan un transductor de la serie Nano o Mini
- **Cable de alimentación:** suministra alimentación al transductor a través de la caja divisora.
- **Cable de comunicación:** transmite señales a través de EtherCAT.
- **Software de ATI Industrial Automation, documentos de calibración y manuales** (incluido este manual). Esta información se encuentra en el sitio web de ATI (<https://www.ati-ia.com/Products/ft/sensors.aspx>) o se envía por correo electrónico tras la compra del sistema.
- Otros componentes opcionales incluyen:
 - Fuente de alimentación que se conecta a una toma de corriente de 100–240 VCA (50–60 Hz) y suministra energía al sensor a través de una caja divisora
 - Fuente de alimentación que también incluye un conector DB9 para conexión serie
 - Adaptador de cable Ethernet de M12 a RJ45
 - Cables transductores de grado robótico de diferentes longitudes

3. Instalación



ADVERTENCIA: Realizar tareas de mantenimiento o reparación en el sensor cuando los circuitos (por ejemplo: de alimentación, agua y aire) estén energizados podría provocar la muerte o lesiones graves. Descargue y compruebe que todos los circuitos energizados estén desenergizados de acuerdo con las prácticas y políticas de seguridad del cliente.



PRECAUCIÓN: El uso de elementos de fijación que superen la profundidad de la interfaz del cliente penetra en el cuerpo del sensor, daña los componentes electrónicos y anula la garantía. Para obtener más información, consulte los planos del cliente.



PRECAUCIÓN: El fijador de roscas aplicado a los elementos de fijación no debe utilizarse más de una vez. Los elementos de fijación podrían aflojarse y causar daños en el equipo. Aplique siempre fijador de roscas nuevo al reutilizar los elementos de fijación.



PRECAUCIÓN: Evite dañar el sensor por descargas electrostáticas. Asegúrese de seguir los procedimientos de puesta a tierra adecuados al manipular el sensor o los cables conectados al mismo. El incumplimiento de los procedimientos de puesta a tierra adecuados podría dañar el sensor.

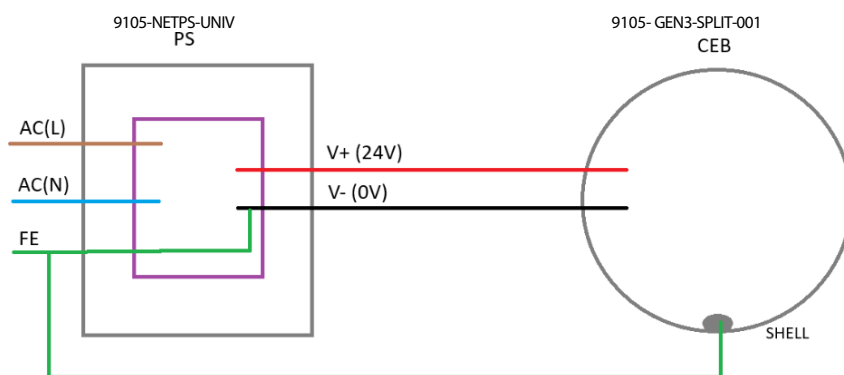


PRECAUCIÓN: No aplique una fuerza excesiva al sensor y al conector del cable durante la instalación, ya que se producirían daños en los conectores. Alinee la ranura de fijación del sensor y del conector del cable durante la instalación para evitar aplicar una fuerza excesiva a los conectores.

La siguiente sección proporciona información para instalar el sistema de sensores EtherCAT3 F/T. La instalación del transductor en el robot u otro dispositivo se describe en el manual ([9620-05-Sección de transductores](#)).

4. Conecte la alimentación a la caja divisora
 - a. Localice la entrada de alimentación en la caja divisora. Consulte la [Figura 3.1](#).
 - b. Conecte el cable de alimentación al conector de la caja divisora.
 - c. Conecte la fuente de alimentación a la fuente de alimentación del cliente.
 - d. *Opcional:* Si utiliza el 9105-CF-MTS-DB9-X, conecte el conector serie DB9 al equipo del cliente.
 - e. Conecte a tierra la fuente de alimentación:
 - Si utiliza la fuente de alimentación suministrada por ATI (9105-NETPS-UNIV), la toma de tierra funcional ya está conectada a la salida V- (toma de tierra de CC).
 - i. Para obtener los mejores resultados en cuanto a ruido, conecte a tierra la caja divisora al mismo punto de tierra que la fuente de alimentación NetPS utilizando únicamente una lengüeta de montaje.
 - Si utiliza su propia fuente de alimentación de CC:
 - i. Conecte la alimentación de CC (-) a la toma de tierra de CA según el diagrama siguiente.

Figura 3.2 — Esquema de la fuente de alimentación



- ii. Para obtener los mejores resultados en cuanto a ruido, conecte a tierra la caja divisora al mismo punto de tierra que el DC (-) utilizando únicamente una lengüeta de montaje.

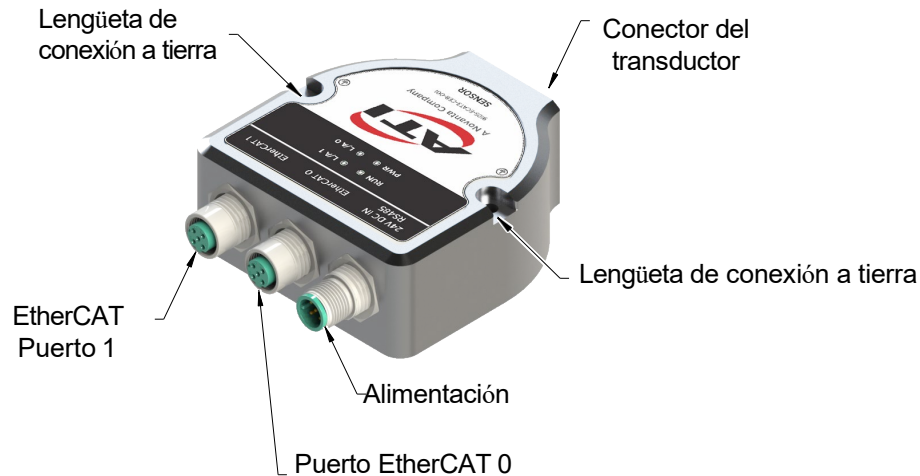
3.2 Conexión de un transductor Mini o Nano

ATI ofrece una selección de transductores más pequeños que requieren el uso de la caja electrónica de comunicaciones ECAT3 (CEB), que alberga una placa electrónica adicional. Entre esos sensores se incluyen las series Nano y Mini. Estos sensores incluyen un cable de transductor conectado.

Materiales necesarios:

- ECAT3 CEB (9105-ECAT3-CEB-001)
- (2) Adaptadores Ethernet de M12 a RJ45 (9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2)
- (2) Cable Ethernet RJ45 estándar (suministrado por el cliente)
- Fuente de alimentación: Solo ECAT: 9105-NETPS-UNIV
Serie y ECAT: 9105-CF-MTS-DB9-LENGTH

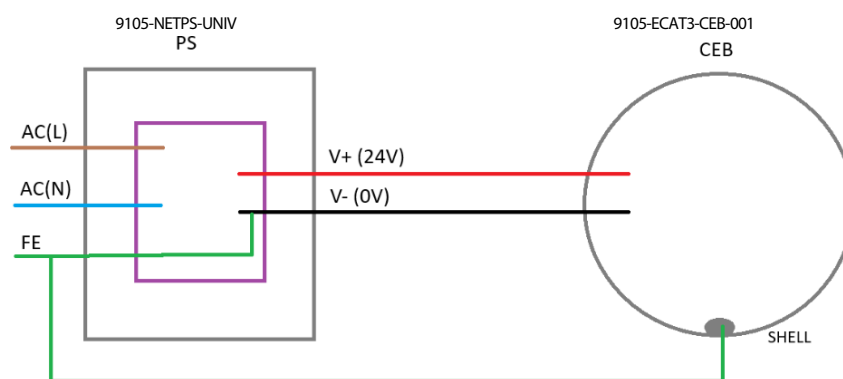
Figura 3.3—Entradas CEB del ECAT3



1. Conecte el cable del transductor al ECAT3 CEB.
 - a. Alinee el conector macho M12 del cable del transductor con la toma hembra M12 del transductor en el EC AT3 CEB.
 - b. Apriete el manguito del cable en sentido horario para bloquear el conector con un par de apriete recomendado de 0,7 Nm.
2. Conecte el puerto EtherCAT 0:
 - a. Localice el puerto EtherCAT 0 (ECAT0 en la etiqueta) en el ECAT3 CEB. Consulte [la Figura 3.2](#).
 - b. Conecte el adaptador de M12 a RJ45 al CEB. Apriete el manguito a fondo para fijar el conector con un par de apriete recomendado de entre 0,8 Nm y 1,0 Nm.
 - c. Conecte un cable RJ45 estándar (suministrado por el cliente) al adaptador.
 - d. Conecte el otro extremo del cable RJ45 al dispositivo EtherCAT del cliente.
3. Conecte el puerto EtherCAT 1:
 - a. Localice el puerto EtherCAT 1 (ECAT1 en la etiqueta) en el CEB. Consulte [la Figura 3.2](#).
 - b. Conecte el adaptador de M12 a RJ45 al CEB. Apriete el manguito completamente para bloquear el conector con un par de apriete recomendado de 0,8 Nm a 1,0 Nm.
 - c. Conecte un cable RJ45 estándar (suministrado por el cliente) al adaptador.
 - d. Conecte el otro extremo del cable RJ45 al dispositivo EtherCAT del cliente.

4. Conecte la alimentación al CEB
 - a. Localice la entrada de alimentación en la caja divisora. Consulte la [Figura 3.2](#).
 - b. Conecte el cable de alimentación al CEB.
 - c. Conecte la fuente de alimentación a la fuente de alimentación del cliente.
 - d. *Opcional:* Si utiliza el 9105-CF-MTS-DB9-X, conecte el conector serie DB9 al equipo del cliente.
 - e. Conecte a tierra la fuente de alimentación:
 - Si utiliza la fuente de alimentación suministrada por ATI (9105-NETPS-UNIV), la toma de tierra funcional ya está conectada a la salida V- (toma de tierra de CC).
 - i. Para obtener los mejores resultados en cuanto a ruido, conecte a tierra el CEB al mismo punto de tierra que la fuente de alimentación utilizando únicamente una lengüeta de montaje.
 - Si utiliza su propia fuente de alimentación de CC:
 - i. Conecte la alimentación de CC (-) a la toma de tierra de CA según el diagrama siguiente.

Figura 3.4 — Esquema de la fuente de alimentación



- ii. Para obtener los mejores resultados en cuanto a ruido, conecte a tierra el CEB al mismo punto de tierra que el DC (-) utilizando únicamente una lengüeta de montaje.

4. Funcionamiento de la interfaz de bus EtherCAT

La siguiente sección proporciona la información necesaria para utilizar el software de control del sensor EtherCAT. La comunicación con el sensor EtherCAT requiere conocimientos sobre los estándares y el funcionamiento de EtherCAT.

La interfaz de bus EtherCAT permite al usuario:

- Leer datos de fuerza/par
- Leer datos de galgas extensométricas e información de estado
- Configurar la transformación de la herramienta
- Establecer condiciones de monitorización
- Establecer la frecuencia de corte del filtro de paso bajo
- Polarizar el transductor
- Determinar qué calibración está activa
- Seleccionar una calibración para que esté activa
- Leer la matriz de información de la calibración activa, el número de serie, etc.
- Leer la revisión del firmware

4.1 Salida de datos brutos de F/T

La salida de datos de fuerza/par desde el sensor hacia la interfaz EtherCAT se expresa en recuentos. El usuario debe convertir el valor de recuentos a unidades (consulte [la sección 4.7.7.1: Conversión de recuentos de fuerza/par a unidades](#)).

4.2 Frecuencia de muestreo del e

El firmware realiza muestreos internos a 1000 Hz de forma predeterminada. El usuario puede configurar esta frecuencia. Consulte [la sección 4.7.11 — Objeto 0x7010: Códigos de control](#) y [la sección 5.2 — Comando Cal](#).

4.3 Supervisión de umbrales

El sistema EtherCAT3 FT permite al usuario configurar umbrales. Para activar un umbral, primero introduzca los valores correspondientes de [la sección 4.7.4 — Objeto 0x2060: Condición de monitorización](#) — y, a continuación, active el bit correspondiente a ese umbral en el «Mapa de bits de activación de la condición de monitorización» de [la sección 4.7.11 — Objeto 0x7010: Códigos de control](#).

El software admite actualmente una condición de monitorización.

4.4 Filtrado

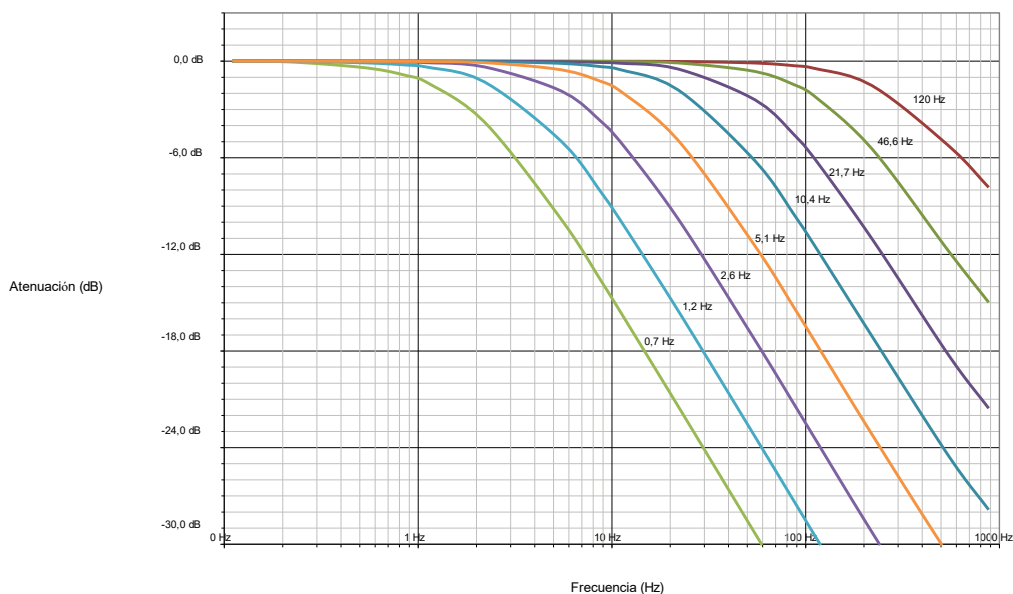
El campo «Selección de filtro» de [la sección 4.7.11 — Objeto 0x7010: Códigos de control](#) controla el coeficiente utilizado en el filtro IIR interno. La frecuencia de corte depende de la frecuencia de muestreo interna, que se define en [la sección 4.2 — Frecuencia de muestreo](#). Las frecuencias de corte relativas para los diferentes valores de este coeficiente son:

Tabla 4.1—Filtrado		
Coeficiente	Frecuencia de corte (porcentaje de la frecuencia de muestreo interna)	Frecuencia ¹
0	Sin filtro	15,9 kHz
1	11,97 %	120 Hz
2	4,66 %	46,6 Hz
3	2,17 %	21,7 Hz
4	1,04 %	10,4 Hz
5	0,51 %	5,1 Hz
6	0,26 %	2,6 Hz
7	0,12 %	1,2 Hz
8	0,07 %	0,7 Hz

Nota:

1. Los valores se muestran basándose en una frecuencia de muestreo del ADC de 1 kHz, que es la predeterminada para los sensores ATI ECAT3.

Figura 4.1: Atenuación del filtro a una frecuencia de muestreo de 1 kHz



4.5 Transformación de la herramienta T

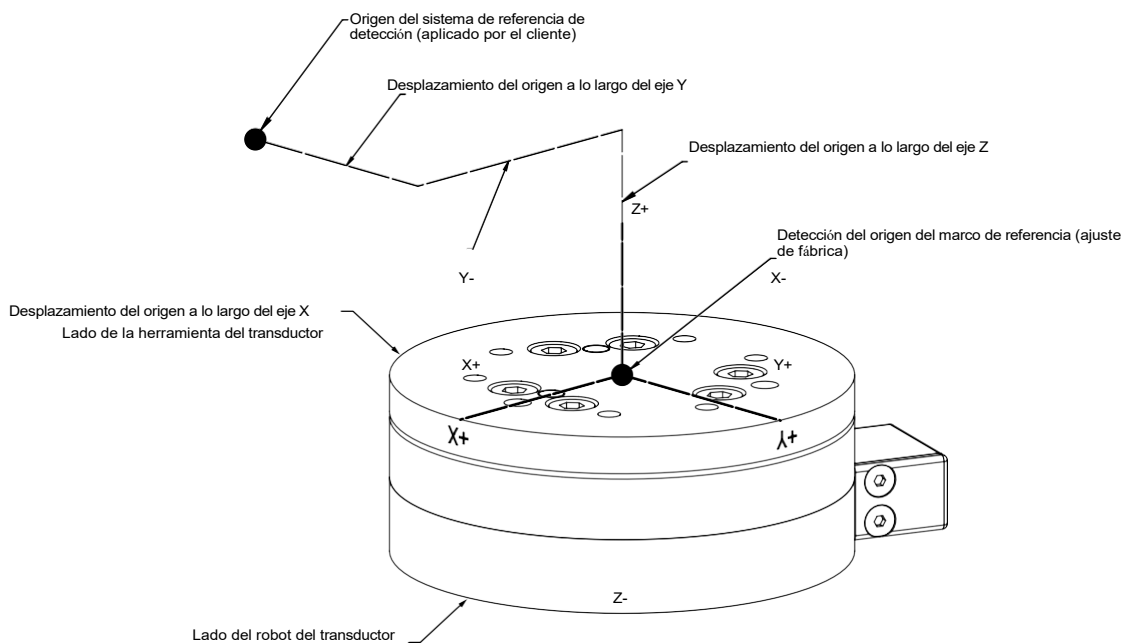
Para activar una transformación de herramienta, escriba primero los coeficientes de transformación adecuados de [la sección 4.7.1 — Objeto 0x2020: Transformación de herramienta](#) — y, a continuación, establezca los bits de «Selección del índice de transformación de herramienta» en [la sección 4.7.11 — Objeto 0x7010: Códigos de control](#) — para activar esa condición. El software admite una transformación de herramienta.

La función de transformación de herramienta permite medir las fuerzas y los pares en un punto de referencia distinto del punto de origen del sensor. Si en una transformación de herramienta concreta se especifican tanto rotaciones como desplazamientos, primero se realizan los desplazamientos, en el orden DX, DY, DZ, y a continuación se realizan las rotaciones, en el orden RX, RY, RZ.

- Desplazamiento DX, DY y DZ: el desplazamiento a lo largo de cada eje se mide en la componente de distancia de las unidades de par de la calibración, por lo que si el sensor se calibró para utilizar newton-metros como unidad de par, el desplazamiento se mide en metros.
- Rotaciones RX, RY y RZ: la rotación alrededor de cada eje, en radianes.

El desplazamiento permite al cliente mover el origen del marco de referencia de detección a lo largo de los ejes X, Y y Z. El desplazamiento debe calcularse y los valores deben introducirse antes de la rotación. El desplazamiento se mide en unidades que se establecen como Nm o pulgadas-libras.

Figura 4.2: Desplazamiento del origen del marco de referencia de detección

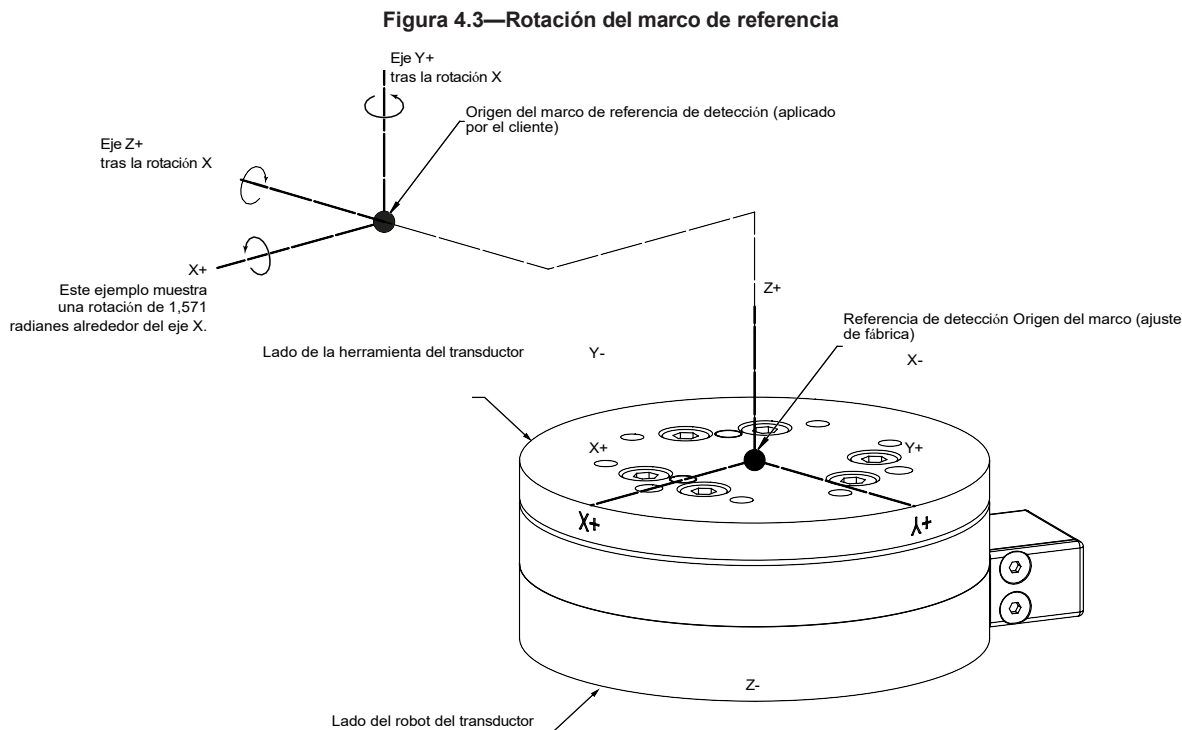


La rotación permite al cliente girar los ejes manteniendo el origen del sistema de coordenadas. La figura 4.3 muestra la dirección de rotación alrededor del eje. La rotación se mide en radianes.

Cuando se introduce un valor para RX, RY o RZ, se obtiene el siguiente resultado:

- El valor RX girará los ejes Y y Z alrededor del eje X en la dirección indicada (véase la figura 4.3).
- El valor RY girará X y Z alrededor de Y en la dirección indicada.
- El valor RZ girará X e Y alrededor de Z en la dirección indicada.

En una transformación de herramienta, el orden de las rotaciones es importante. La rotación alrededor de X se produce primero, seguida de la rotación alrededor de Y (en su nueva orientación) y, a continuación, la de Z. Por lo tanto, las rotaciones DEBEN expresarse en este orden.



4.6 Interfaz de objetos de datos de proceso (PDO)

La interfaz PDO se utiliza para intercambiar datos en tiempo real con el sensor F/T.

- Mapa TxPDO / Datos de salida
El TxPDO combina *el objeto 0x6000: datos de lectura, el objeto 0x6010: código de estado, el objeto 0x6020: contador de muestras y el objeto 0x6050: datos de la IMU.*
- Mapa RxPDO / Datos de entrada
El mapa RxPDO consta del *objeto 0x7010: Códigos de control.*

4.7 Objetos del diccionario EtherCAT (datos SDO)

Los datos SDO configuran el sensor y leen los datos de fabricación y calibración. En esta sección se enumeran los objetos de diccionario específicos del sensor EtherCAT F/T y algunos objetos que forman parte obligatoria del estándar definido por el EtherCAT® Technology Group. Los objetos del diccionario (tratados en esta sección) se pueden encontrar en el archivo ECAT AXIA ESI (n.º de referencia ATI 9030-05-1021), que se puede descargar desde la página web de ATI: https://www.ati-ia.com/Products/ft/software/axia_software.aspx.

4.7.1 Objeto 0x2020: Transformación de la herramienta « »

Este objeto grabable contiene los siguientes campos de enteros con signo de 32 bits:

Tabla 4.2—Transformación de herramientas		
Subíndice	Nombre	Descripción
0x01	Dx	El desplazamiento a lo largo del eje x, en unidades de 0,01 unidades de longitud de calibración. Por ejemplo, si la componente de distancia del par es metros, un valor Dx de 100 equivale a 1 metro.
0x02	Dy	El desplazamiento a lo largo del eje y, en unidades de 0,01 unidades de longitud de calibración.
0x03	Dz	El desplazamiento a lo largo del eje z, en unidades de 0,01 unidades de longitud de calibración.
0x04	Rx	La rotación alrededor del eje X, en unidades de 0,1 grados; por ejemplo, un valor Rx de 900 equivale a 90 grados.
0x05	Ry	La rotación alrededor del eje Y, en unidades de 0,1 grados.
0x06	Rz	La rotación alrededor del eje Z, en unidades de 0,1 grados.
0x07	ttDistUnits	0=pulgadas, 1=pies, 2=milímetros, 3=centímetros, 4=metros
0x08	ttAngUnits	0=grados, 1=radianes
0x09	Confirmar	Se utiliza para enviar el comando.

4.7.2 Objeto 0x2021: Calibración de

Este objeto permite al usuario ver la calibración actualmente activa, tal y como se define en el campo «Selección de calibración» de [la sección 4.7.11 — Objeto 0x7010: Códigos de control](#). El objeto de calibración contiene los siguientes campos:

Tabla 4.3 — Calibración				
Subíndice	Nombre	Tipo	Descripción	
0x01	FT Serial	STRING(8)	El número de serie de FT, p. ej., «FT01234».	
0x02	Número de pieza de calibración	STRING(30)	El número de pieza de calibración, p. ej., «SI-120-95».	
0x03	Familia de calibración	STRING(8)	Siempre indica «ECAT»	
0x04	Tiempo de calibración	STRING(30)	La fecha en que se calibró el sensor	
0x05-0x28	Matriz interna	STRING(16)	Matriz de calibración interna	
0x29	Unidades de fuerza	USINT8	Valor	Unidad
			0	Lbf
			1	N
			2	Klbf
			3	kN
			4	kg
0x2a	Unidades de par	USINT8	Valor	Unidad
			0	Lbf-in
			1	Lbf-ft
			2	N-m
			3	N-mm
			4	kg-cm
0x2b	Recuento máximo de Fx	DINT	El valor nominal máximo para este eje, en recuentos.	
0x2c	Recuento máximo de Fy	DINT	El valor nominal máximo para este eje, en recuentos.	
0x2d	Recuento máximo de Fz			
0x2e	Recuento máximo de Tx			
0x2f	Recuento máximo de Ty			
0x30	Recuento máximo de Tz			
0x31	Recuento por fuerza	DINT	Recuento de calibración por unidad de fuerza.	
0x32	Recuentos por par	DINT	Recuento de calibración por unidad de par.	
0x33-0x3a	Datos internos	UINT16	Datos internos	
0x3b-0x40	Datos internos	DINT	Datos internos	
0x41	Rango máximo del medidor	DINT	Cualquier deformación del medidor de este nivel o superior se considera fuera de rango.	
0x42	Rango mínimo del medidor		Cualquier deformación del medidor de este nivel o inferior se considera fuera de rango.	
0x43	Cargas máximas Fx positivo	DINT	Carga de fuerza positiva máxima de todos los tiempos en el eje x	
0x44	Cargas máximas Fy positivas		Carga máxima positiva de fuerza en el eje y	
0x45	Cargas máximas positivas Fz		Carga de fuerza positiva máxima histórica en el eje z	
0x46	Cargas máximas positivas Tx		Carga de par positiva máxima histórica en el eje x	
0x47	Cargas máximas de par positivo		Carga de par positiva máxima histórica en el eje Y	
0x48	Cargas máximas Tz positivas		Carga de par positiva máxima histórica en el eje z	

Tabla 4.3—Calibración			
Subíndice	Nombre	Tipo	Descripción
0x49	Cargas máximas Fx negativo	DINT	Carga de fuerza negativa máxima de todos los tiempos en el eje x
0x4a	Cargas máximas Fy negativas		Carga de fuerza negativa máxima histórica en el eje y
0x4b	Cargas máximas Fz negativas		Carga de fuerza negativa máxima histórica en el eje z
0x4c	Cargas máximas de par negativo Tx		Carga de par negativa máxima histórica en el eje x
0x4d	Cargas máximas de par negativo		Carga de par negativa máxima histórica en el eje y
0x4e	Cargas máximas de par negativo en el eje Tz		Carga de par negativo máxima histórica en el eje y
0x4f	Aviso de máximo del medidor	DINT	Cualquier deformación del medidor de este nivel se está acercando al límite máximo del rango.
0x50	Advertencia de mínimo del medidor		Cualquier deformación del medidor de este nivel se está acercando al límite mínimo del rango.
0x51	Tiempo de retención	UINT	Mantenimiento del tiempo en ticks del ADC tras detectar un desbordamiento en la corrección del medidor, un valor del medidor fuera de rango, una desconexión del medidor o un valor de FT fuera de rango.
0x52	Datos de calibración interna	Float	Datos de calibración internos

4.7.3 Objeto 0x2023: Consola de a sobre EtherCAT

Este objeto permite al usuario introducir comandos de consola y leer respuestas sin necesidad de convertir a una interfaz serie. Consulte [la Tabla 5.1](#) para obtener una lista completa de los comandos de consola.

Los siguientes campos están disponibles en la consola a través de EtherCAT:

Tabla 4.4: Lecturas de diagnóstico			
Subíndice	Nombre	Tipo	Descripción
0x01	Comando	STRING(100)	Comando que se enviará a la consola.
0x02	Respuesta	STRING(100)	Última línea impresa en la consola.
0x03	Confirmar	UINT16	Escribe «1» para ejecutar el comando.
Nota: 1. Consulte la sección 4.2 — Frecuencia de muestreo para conocer la frecuencia de muestreo de la galga extensiométrica.			

4.7.4 Objeto 0x2060: Condición del monitor de « »

Este objeto modificable por el usuario permite configurar un eje, un valor umbral y una dirección para evaluar continuamente los datos F/T actuales. Cuando una condición habilitada se cumple, la salida del monitor se activa y permanece activa hasta que se reinicia mediante el bit «Reiniciar condición de monitor» de [la sección 4.7.11 — Objeto 0x7010: Códigos de control](#), que también está mapeado en los datos TxPDO.

Los siguientes campos están disponibles en la condición de monitor:

Tabla 4.5 — Condición de monitorización				
Subíndice	Nombre	Tipo	Descripción	
0x01	Valor umbral	DINT	El valor umbral con el que se va a comparar, en recuentos.	
0x02	Eje	USINT	Valor	Eje
			0	Fx
			1	Fy
			2	Fz
			3	Tx
			4	Ty
			5	Tz
0x03	CompareGreaterThan	BOOL	Si TRUE (1): la condición de monitorización es verdadera cuando el eje seleccionado es mayor que el valor umbral seleccionado. Si es FALSE (0), la condición de monitorización es verdadera cuando el eje seleccionado es menor que el valor umbral seleccionado.	
0x04	Confirmar	UINT16	Escriba «123» para confirmar un comando.	

4.7.5 Objeto 0x2080: Lecturas de diagnóstico

Este objeto de solo lectura proporciona acceso a valores de diagnóstico. Estos valores pueden resultar útiles a la hora de solucionar problemas del sistema.

Los siguientes campos están disponibles en el objeto Lecturas de diagnóstico:

Tabla 4.6—Lecturas de diagnóstico					
Subíndice	Nombre	Tipo	Descripción	Límites	Frecuencia de muestreo
0x01	Detección de alimentación	UINT16	La tensión de alimentación * 10.	De 12 V a 32 V	Bucle de fondo bucle ¹
0x02	Temperatura en grados Celsius * 10	INT16	Temperatura del sensor interno en grados Celsius * 10.	-5 °C a 70 °C	Bucle en segundo plano. ¹
0x03	Mensaje de estado	STRING (40)	Mensaje de error de mayor prioridad actual.	N/A	N/A
Nota: 1. Consulte la sección 4.2 — Frecuencia de muestreo para conocer la frecuencia de muestreo de la galga extensométrica.					

4.7.6 Objeto 0x2090: Versión

Este objeto de solo lectura proporciona información sobre la versión del firmware. Los siguientes campos están disponibles en el objeto de versión:

Tabla 4.7: Versión			
Subíndice	Nombre	Tipo	Descripción
0x01	Principal	UINT16	Versión principal
0x02	Secundaria	UINT16	Versión secundaria
0x03	Revisión	UINT16	Revisión
0x04	Versión del cargador de arranque	UINT32	Versión del cargador de arranque
0x05	Versión del hardware del sensor	UINT16	Versión del hardware del sensor
0x06	sensorInstrument	UINT16	Datos internos de fabricación

4.7.7 Objeto 0x6000: Lectura de datos

Este objeto de solo lectura representa los datos actuales de fuerza/par o de medidor. Se asigna a los datos de entrada de TxPDO.

Los siguientes campos están presentes en los datos de lectura:

Tabla 4.8—Datos de lectura			
Subíndice	Nombre	Tipo	Descripción
0x01	Fx/Gage0	DINT	Si se establece el bit «Datos de calibración» en Sección 4.7.11—Objeto 0x7010: Códigos de control está activado, estos campos contienen los datos del medidor de 16 bits. Si el bit «Datos del medidor» está desactivado, estos campos contienen los datos del resultado de F/T de 32 bits, en recuentos.
0x02	Fy/Gage1		
0x03	Fz/Gage2		
0x04	Tx/Gage3		
0x05	Ty/Gage4		
0x06	Tz/Gage5		

4.7.7.1 Conversión de recuentos de fuerza/par e s a unidades

Los datos del registro de este objeto están expresados en recuentos. Por lo tanto, los recuentos de F/T deben convertirse a un valor en unidades.

Para convertir los recuentos del SDO a unidades, siga estos pasos:

1. Lea el registro «Counts per Force SDO» () (consulte la [sección 4.7.2 — Objeto 0x2021](#): subíndice [de calibración 0x31](#)).
2. Lea el registro «Counts per Torque SDO» () (consulte [la sección 4.7.2 — Objeto 0x2021](#): subíndice [de calibración 0x32](#)).
3. Verifique las unidades de fuerza (consulte la [sección 4.7.2 — Objeto 0x2021](#): subíndice [de calibración 0x29](#)).
4. Compruebe las unidades de par (consulte la [sección 4.7.2 — Objeto 0x2021](#): subíndice [de calibración 0x2a](#)).
5. Lea los recuentos F/T de la fuerza (consulte , [sección 4.7.7 — Objeto 0x6000: Lectura de datos](#)).
6. Lea los recuentos F/T de par (consulte , [sección 4.7.7 — Objeto 0x6000: Lectura de datos](#)).
7. Convierta los recuentos a unidades.
 - a. Para la fuerza, divida el registro del paso 5 por el registro del paso 1.
 - b. Para el par, divida el registro del paso 6 por el registro del paso 2. Por ejemplo, un

usuario desea los recuentos F/T para Fx y Tx en unidades.

En primer lugar, el usuario consulta los registros de los subíndices SDO correspondientes y encuentra lo siguiente:

Tabla 4.9: Ejemplo de registros para subíndices SDO			
SDO	Subíndice	Registro	Descripción ¹
0x2021	0x31	1 000 000	Recuento por fuerza
0x2021	0x32	1 000 000	Recuentos por par
0x2021	0x29	1	Las unidades de fuerza son Lbf.
0x2021	0x2a	2	Las unidades de par son Lbf-ft.
0x6000	0x01	5 214 777	Datos Fx en recuentos sin procesar
0x6000	0x04	4 214 777	Datos de transmisión en recuentos sin procesar
Nota:			
1. La descripción no aparece en la interfaz EtherCAT del usuario, pero se incluye en esta tabla a modo de referencia.			

A continuación, el usuario convierte los recuentos en unidades para Fx y Tx.

Para Fx: $5\,214\,777 \text{ recuentos} \div 1\,000\,000 \text{ N/recuentos} = 5,21 \text{ N}$

Para Tx: $4\,214\,777 \text{ recuentos} \div 1\,000\,000 \text{ Nm/recuentos} = 4,21 \text{ Nm}$

4.7.8 Objeto 0x6010: Código de estado de « »

Este objeto contiene un único valor DINT (en el subíndice 0), que muestra el patrón de bits del código de estado. Véase [la sección 6.2: Código de estado del sistema](#).

4.7.9 Objeto 0x6020: Contador de muestras de

Este objeto contiene un único entero sin signo de 32 bits en el subíndice 0, que se incrementa cada vez que se lee una muestra F/T (un conjunto completo de datos de calibración).

4.7.10 Objeto 0x6030: Datos de medidor

Este objeto contiene ocho enteros sin signo de 32 bits que son los últimos datos brutos de 24 bits de los medidores del 0 al 7.

Tabla 4.10—Datos de medidor			
Subíndice	Nombre	Tipo	Descripción
0x01	Gage0	DINT	Estos campos contienen los datos de calibración de 32 bits.
0x02	Gage1		
0x03	Medidor2		
0x04	Medidor3		
0x05	Gage4		
0x06	Gage5		
0x07	Gage6		
0x08	Gage7		

4.7.11 Objeto 0x6050: Datos de la IMU de

Este objeto de solo lectura contiene seis enteros con signo de 16 bits que recogen los datos más recientes del acelerómetro y del giroscopio.

Los datos resueltos se pueden extraer de los recuentos utilizando la fórmula:

$$Resolved\ data = counts \times 2^{-q}$$

donde q es el punto Q de esos datos.

Tabla 4.11—Índice de objeto (hex) 0x6030: Datos brutos sin sesgo del medidor			
Subíndice	Nombre	Tipo	Descripción
0x01	CalAccelX	INT16	Estos campos contienen los datos sin procesar del acelerómetro en 16 bits, expresados en recuentos. Qpoint = 8, valor escalado en m/s ² .
0x02	CalAccelY		
0x03	CalAccelZ		
0x04	CalGyroX	INT16	Estos campos contienen los datos brutos del giroscopio en 16 bits, expresados en recuentos. Qpoint = 9, valor escalado en rad/s.
0x05	CalGyroY		
0x06	CalGyroZ		

4.7.12 Procedimiento de comprobación de la precisión de la IMU

La IMU incluye una función de verificación automática de la precisión, que supervisa la salida del acelerómetro. La precisión del acelerómetro se comunica al usuario final con las siguientes definiciones:

Tabla 4.12: Bits de precisión del acelerómetro de la IMU			
Bit de estado 18	Bit de estado 17	Valor decimal	Descripción
0	0	0	Poco fiable
0	1	1	Precisión baja
1	0	2	Precisión media
1	1	3	Precisión alta

Los bits 17 y 18 del código de estado indican la precisión del acelerómetro. Para obtener más información, consulte [la sección 6.2: Código de estado](#).

Aunque el usuario final debe decidir la precisión de rendimiento exacta que se necesita para una aplicación, las especificaciones de la hoja de datos corresponden al funcionamiento del sensor en un estado de alta precisión. Si el estado de precisión actual notificado está por debajo del nivel deseado por el usuario final, una calibración
El procedimiento puede realizarse tal y como se describe en el manual de [la sección del transductor ATI F/T](#)

4.7.13 Objeto 0x7010: Códigos de control de

Este objeto, asignado al RxPDO para el control en tiempo real del sistema F/T, contiene los siguientes campos:

Tabla 4.13—Códigos de control					
Subíndice	Nombre	Tipo	Descripción		
0x01	Control 1	DINT	Bit	Función	
			0	1 = Establecer polarización en función de la carga actual. 0 = Utilizar el último sesgo establecido.	
			1	1 = Borrar el estado de la condición del monitor. 0 = Dejar el estado de la condición del monitor tal cual	
			2	1 = Borrar el sesgo 0 = Dejar el sesgo tal cual	
			3	1 = Salida de los medidores 0-5 en PDO 0 = Salida F/T en PDO	
			4-7	Selección de filtro	
			8-11	Selección de calibración: 0 = Calibración 0 1 = Calibración 1 2 = Calibración 2 Todos los demás valores están reservados.	
			12-15	Frecuencia de muestreo del ADC: 0 = 500 Hz 1 = 1000 Hz (predeterminado) 2 = 2000 Hz 3 = 4000 Hz 4 = 8000 Hz Todos los demás valores están reservados	
			16	Guardar calibración de la IMU.	
			17-19	Reservado	
			20-23	Selección de ganancia del acelerómetro de la IMU. Consulte la sección 4.7.13.1: Acelerómetro y giroscopio de la IMU	
				Valor	Ganancia
				0	Último valor de ganancia establecido ¹
				1	2 g
				2	4 g
3	8 g				
24-27	Selección de ganancia del giroscopio de la IMU. Consulte la sección 4.7.13.1: Acelerómetro y giroscopio de la IMU				
	Valor	Ganancia			
	5	2000 DPS			
28-31	Reservado				

Tabla 4.13—Códigos de control				
Subíndice	Nombre	Tipo	Descripción	
0x02	Control 2	DINT	Bit	Función
			0	Habilita la comprobación de la condición del monitor 0
			1-30	Reservado
			31	Control de errores simulados
Nota:				
1. Tras cambiar el índice de transformación de la herramienta, se recomienda no actualizar los códigos de control durante un periodo de 500 milisegundos para permitir que el sensor aplique completamente la transformación.				

4.7.13.1 de la IMU: acelerómetro y giroscopio

AVISO: Antes de transmitir o configurar los datos de la IMU, el usuario debe realizar una calibración de la IMU tal y como se describe en [el manual de la sección de transductores 9620-05](#).

El acelerómetro y el giroscopio de la IMU Sano74 se pueden configurar mediante los bits 20-27. El usuario tiene a su disposición las seis combinaciones siguientes, descritas en [la Tabla 4.14](#). Cualquier otra combinación de selecciones de ganancia del acelerómetro y el giroscopio dará lugar a un error.

Tabla 4.14: Configuraciones permitidas de la IMU	
Ganancia del acelerómetro	Ganancia del giroscopio
2 g	2000 DPS
4 g	2000 DPS
8 g	2000 DPS
16 g	2000 DPS

Para transmitir datos de la IMU, consulte [la sección 4.7.11: Objeto 0x6050: Datos de la IMU](#).

4.8 Funciones de los LED del

El EtherCAT3 F/T incluye cuatro LED: actividad de enlace EtherCAT0, actividad de enlace EtherCAT1, alimentación y funcionamiento. Cada uno de estos LED puede estar apagado, en rojo, en verde o en rojo y verde a la vez, lo que puede parecer naranja.

Figura 4.4: LED del EtherCAT3



Al encenderse, los LED pasan por la siguiente secuencia una vez:

- Todos los LED apagados
- El LED LA0 parpadea en rojo
- El LED LA0 parpadea en verde
- El LED LA1 parpadea en rojo
- El LED LA1 parpadea en verde
- RUN parpadea en rojo
- PWR parpadea en rojo
- PWR parpadea en verde.
- Todos los LED apagados

La [tabla 4.12](#) resume el comportamiento de los LED durante el funcionamiento normal.

Tabla 4.15: Descripción de los LED de los sensores del ECAT3

LED	Etiqueta	Estado del LED	Descripción
Actividad del enlace 0	LA0	Apagado	Sin actividad LA0
		Verde	El LED se iluminará en verde durante cinco segundos tras cualquier actividad en LA0.
Actividad de enlace 1	LA1	Apagado	Sin actividad en LA1
		Verde	El LED se iluminará en verde durante cinco segundos tras cualquier actividad en LA1.
Estado de la red	RUN	Parpadeando en verde	Estado preoperativo
		Un solo destello verde	Estado operativo seguro
		Rojo	Error
Alimentación	PWR	Verde fijo	Sin errores
		Rojo parpadeando	Error de calibración o de suma de comprobación.
		Rojo parpadeando rápido	Error de comunicación ECAT.
		y verde)	Error de eje fuera de rango.
		Rojo sólido	Error grave de estado. Referencia Sección 7.2: Palabra de estado.

5. Funcionamiento de la consola

Cuando el sensor se conecta a la interfaz serie del ordenador o robot del cliente, el ordenador le asigna un puerto COM. A continuación, mediante una consola en el ordenador, el usuario puede comunicarse con el sensor. En [la Tabla 5.1](#) se incluye una lista completa de comandos serie

Tabla 5.1—Comandos serie		
Comando	Comando con operandos	Descripción
Ayuda	h	Muestra la ayuda
	H	
	?	
Sesgo	sesgo	Muestra el estado actual del sesgo
	polarización activada	Activa el sesgo
	sesgo desactivado	Desactiva el sesgo
	sesgo [valor]	Establece el sesgo en un valor concreto en recuentos F/T
Pico	pico	Muestra los picos de los datos de F/T en tiempo real y históricos, expresados en unidades.
	pico c	Muestra los picos de datos F/T en tiempo de funcionamiento y totales en recuentos.
	reinicio de picos	Restablece los picos de datos F/T del tiempo de funcionamiento.
C/S	c	Flujo continuo de valores. Véase 5.1.1 .
	s	Cadena de valores. Véase 5.1.1 .
Conjunto	set	Imprime todos los valores de los campos de configuración. Referencia: Sección 4.1.2 — Comando Cal
	set [campo]	Imprime el valor de un campo de configuración específico.
	set [campo] [valor]	Establece el campo de configuración específico con el valor introducido.
	set *	Muestra los campos que han cambiado con respecto a los valores predeterminados.
Simerr	simerr on	Activa el bit de estado de error simulado. Consulte la Tabla 7.1
	simerr off	Activa el bit de estado de error simulado. Consulte la Tabla 7.1
Restablecer	reset	Reinicia el procesador, devolviendo todos los parámetros y ajustes a sus valores predeterminados.
Saveall	saveall	Guarda todos los ajustes en la memoria no volátil. Se suele utilizar si se ha actualizado algún ajuste.
Estado	status	Imprime un informe de estado sobre los distintos componentes del sensor
MC	mc	Imprime toda la información sobre el estado de las condiciones del monitor global.
Ver	view	Imprime las propiedades del informe de calibración, como el número de pieza F/T, el número de serie, las unidades, la fecha de calibración y la familia de calibración.
	ver 0	Muestra las propiedades de calibración de la calibración 0.
	Vista 1	Imprime las propiedades de calibración de la Calibración 1.
	Ver a	Imprime las propiedades de calibración de la calibración activa.
Diag	diag	Imprime un informe de diagnóstico con el número de medidor, las lecturas del medidor en recuentos y un indicador del estado del medidor. Los indicadores incluyen: «w»calibrador en rango de advertencia «!» medidor en rango de error «x» medidor desconectado
Sysver	Sysver	Imprime la versión del firmware.
WHOAMI	whoami	Muestra la fuente de entrada de la consola.

Tabla 5.1—Comandos serie		
Comando	Comando con operandos	Descripción
IMUSAVE	(ninguno)	Guarda los datos de calibración de la IMU siguiendo el procedimiento de « » descrito en el manual <i>de la sección de transductores</i>
ACCLCAL	ACCLCAL 2g	Establece el rango de detección del acelerómetro de la IMU entre +/- 2 g y el giroscopio a 2000 DPS. Consulte <i>la sección 5.3: Datos de la IMU</i>
	ACCLCAL 4g	Establece el rango de detección del acelerómetro de la IMU entre +/- 4 g y el giroscopio a 2000 DPS. Consulte <i>la sección 5.3: Datos de la IMU</i>
	ACCLCAL 8g	Establece el rango de detección del acelerómetro de la IMU entre +/- 8 g y el giroscopio a 2000 DPS. Consulte <i>la sección 5.3: Datos de la IMU</i>
	ACCLCAL 16g	Establece el rango de detección del acelerómetro de la IMU entre +/- 16 g y el giroscopio a 2000 DPS. Consulte <i>la sección 5.3: Datos de la IMU</i>

5.1 Comandos de consulta: «s» o «c»

El comando de consulta inicia la transmisión de datos FT a alta velocidad. El comando «s» muestra una sola línea de datos FT que se escala según los recuentos por fuerza o los recuentos por par. El comando «c» muestra líneas continuas de datos FT que se detienen cuando el usuario mantiene pulsada otra tecla, por ejemplo: «enter», hasta que cesa la salida de datos. El comando «c» muestra datos a la velocidad especificada en rdtRate.

A continuación se muestran ejemplos de un comando «S» o «C» con especificadores:

1. Ejemplo: S c0123

usuario: S c0123

respuesta: fd6b02 ff240d fe2b34 fe273d

- S: imprime una sola línea de datos.
- c: muestra los datos por recuentos.
- 0123: un número del 0 al 6 especifica que se impriman los datos del número de medidor correspondiente. Así, 0 imprimirá los datos del medidor 0 y 3 imprimirá los datos del medidor 4. En este ejemplo, la respuesta imprimirá los datos de los medidores 1, 2, 3 y 4.
- Los datos se muestran en hexadecimal de forma predeterminada.

2. Ejemplo: s >012345du

usuario: s >012345du

respuesta: fd6afd ff2407 fe2b2a fe272f fdb571 fec16b

- S: un comando para mostrar una sola línea de datos.
- >: mostrará los datos en un formato comprimido, pensado para aplicaciones de alta velocidad.
- 012345: imprimirá los datos de los medidores correspondientes del cero al seis.
- D: cualquier dato que siga se imprimirá en formato decimal.
- U: cualquier dato que le siga se imprimirá en unidades.

Tabla 5.2—Especificadores de los comandos S o C		
Categoría	Especificador	Descripción
Número(s) de calibre	0123456	Especifica los canales ADC activos del 0 al 6. Los valores sin procesar se muestran solo en recuentos.
Eje	XYZ	Especifica los datos de fuerza o par en los ejes z, y o z
	M	Especifica los datos de magnitud de fuerza o par
Fuerza y/o par	F	Los siguientes datos XYZM especifican la fuerza (por defecto)
	T	Los siguientes datos XYZM especifican el par
Recuentos o unidades	C	Los datos se imprimen en recuentos
	U	Los datos se imprimen en unidades (predeterminado)
Sistema numérico	D	Los datos se imprimen en formato decimal
	H	Los datos se imprimen en hexadecimal, excepto aquellos que siempre se imprimen en decimal (predeterminado)
Formato	<	Los datos se imprimen en un formato legible para el usuario con columnas alineadas (predeterminado)
	>	Los datos se imprimen en formato comprimido, pensado para aplicaciones automatizadas de alta velocidad.
Entradas adicionales para facilitar el desarrollo de programa de software del cliente	#	Especifica un contador de muestras que se imprime con cada nueva línea C o S.
	@	Especifica un contador de lectura del ADC que se imprime cada vez que se lee el ADC.
	;	Utiliza una coma entre campos en lugar de espacios en blanco
	S	Especifica un CRC de 16 bits.
	\$	\$ es una etiqueta de especificador largo que indica el especificador IMU. Consulte la sección 5.3: Datos IMU
Solución de problemas	!	Especifica un código de estado de 32 bits. Consulte la Tabla 6.1 .

5.2 Comando « »

El comando «set» permite a los usuarios ver o configurar ajustes específicos, que se describen en [la Tabla 5.3: Comandos «set»](#). A continuación se muestran ejemplos de un comando «set» con especificadores:

1. Ejemplo: set baud usuario:

set baud respuesta: velocidad de transmisión 115200

- Al introducir el comando set con el operando «baud», el sensor mostrará la velocidad de transmisión actual

usuario: set baud 1000000

respuesta: la velocidad de transmisión era 115200,

ahora es 1000000 usuario: saveall

respuesta: Parámetros guardados en el banco NVM
0 Parámetros guardados en el banco NVM 1

- Al introducir un valor tras el comando de configuración de la velocidad de transmisión, el usuario puede establecer una nueva velocidad de transmisión.
- Recuerde enviar un comando «saveall» para asegurarse de que todos los cambios se guarden en la memoria no volátil.

2. Ejemplo: set ttdx

usuario: set ttdx

respuesta:

Campo	Valor
----	----
ttdx	0

- Al introducir el comando set con el operando «ttdx», el sensor mostrará la distancia de transformación de la herramienta actual en el eje X.

usuario: set ttdx 1

respuesta: set ttdx 1
ttdx era «0» y ahora es «1»

usuario: guardar todo

respuesta: Parámetros guardados en el banco 0 de la NVM. Parámetros guardados en el banco 1 de la NVM.

- Por defecto, las unidades de transformación de herramientas son milímetros para la distancia y radianes para el ángulo. Estas unidades se pueden cambiar utilizando los comandos ttdu (unidades de distancia) y ttau (unidades de ángulo). Consulte la Tabla 5.3.
- Recuerde enviar un comando saveall para asegurarse de que todos los cambios se guarden en la memoria no volátil.

Tabla 5.3: Comandos de configuración				
Campo	Leer/Editar	Ejemplo	Tipo de datos	Descripción
N.º de serie	Leer	FT00123	STRING(8)	Número de serie calibrado de F/T
partNum	Leer	N.º 4	STRING(30)	Número de pieza de calibración
calFamily	Leer	ENET	STRING(8)	Familia de calibración
CalTime	Leer	01-01-1970 00:00	STRING(30)	Fecha y hora en que se calibró el sensor
max0	Leer	2147483647	entero sin signo de 32 bits	Valor máximo de fuerza nominal en recuentos para ese eje.
max1				Valor máximo nominal del par en recuentos para ese eje.
max2				
max3				
máx4				
máx5				
unidadesDeFuerza	Lectura	1	entero sin signo de 8 bits	Unidades de fuerza. 0 = Lbf, 1 = N, 2 = Klbf, 3 = kN, 4 = Kg
torqueUnits		2		Unidades de par. 0=Lbf-in, 1=Lbf-ft, 2=Nm, 3=Nmm, 4=Kg-cm, 5=kN-m
cpf	Leer	100000	entero sin signo de 32 bits	Recuento de calibración por unidad de fuerza.
cpt		100 000		Recuento de calibración por unidad de par.
peakPos0	Leer	2395927	entero sin signo de 32 bits	Cargas máximas positivas. Cargas máximas históricas de fuerza y par positivos en recuentos F/T
peakPos1		624576		
peakPos2		35521		
peakPos3		721632		
peakPos4		159210		
picoPos5		74910		
PeakNeg0	Leer	-988570	Entero sin signo de 32 bits	Cargas máximas negativas. Cargas máximas históricas de fuerza y par negativas en recuentos F/T
PeakNeg1		-2008525		
PeakNeg2		-9148784		
PeakNeg3		-46851		
PeakNeg4		-12383		
PeakNeg5		0		

Tabla 5.3—Comandos de configuración				
Campo	Leer/Editar	Ejemplo	Tipo de datos	Descripción
sensorHwVer	Leer	0	entero sin signo de 16 bits	Versión activa del hardware del sensor
sensorInstr		1		Datos internos de fabricación
paramWrites		4		Número de veces que el sensor ha escrito los parámetros en la NVM
adcRate	Leer y editar	1000 (por defecto)	Entero sin signo de 16 bits	Frecuencia del ADC en Hz. Debe ser 500, 1000 (por defecto), 2000, 4000 o 8000.
rdtRate		40		Frecuencia de transmisión RDT en modo continuo serie en Hz. Este número puede oscilar entre 1 y la frecuencia del ADC.
filTc		0 (por defecto)		Código del filtro (IIR) Esta configuración cambia el parámetro que determina el filtrado de datos.
calib		1		Tres calibraciones para utilizar. Puede ser 0, 1 o 2.
location		Banco		Muestra la ubicación física.
hwRev	Lectura	04	entero sin signo de 16 bits	Número de revisión del hardware
ttdu	Leer y editar	0	Entero sin signo de 8 bits	Unidades de distancia de la transformación de la herramienta 0=pulgadas, 1=pies, 2=milímetros, 3=centímetros, 4=metros
ttau		0		Unidades de ángulo de la transformación de la herramienta. 0=grados, 1=radianes
ttdx	Leer y editar	0 (predeterminado)	flotante	Distancias de transformación de herramientas
ttdy		0 (predeterminado)		
ttdz		0 (predeterminado)		
ttrx		0 (predeterminado)		Ángulos de rotación de la transformación de la herramienta
ttry		0 (predeterminado)		
ttrz		0 (predeterminado)		
baud	Leer y editar	115200 (predeterminado)	entero sin signo de 32 bits	Velocidad de transmisión UART. Debe estar entre 300 y 3 M. Todas las velocidades de transmisión son temporales hasta que se envíe el comando «saveall».
msg		0	entero sin signo de 8 bits	0 = imprimir solo los mensajes solicitados 1 = imprimir todos los mensajes
serial	Leer	0		0 = EtherCAT y serie 1 = Modo solo serie.

Tabla 5.3—Comandos de configuración				
Campo	Lectura/Edición	Ejemplo	Tipo de datos	Descripción
mcEnabled	Leer y editar	1	Entero sin signo de 8 bits	1 = habilitado, 0 = deshabilitado. Condiciones del monitor global habilitadas o deshabilitadas.
mcOutMomen		1		0: Condiciones de monitorización momentáneas. El código de salida válido solo estará activo mientras se cumpla el umbral. Si las condiciones cambian y el umbral se cumple, el código de salida dejará de mostrarse. 1: Retención: el código de salida válido permanecerá activo una vez alcanzado el umbral, incluso si las condiciones cambian y el umbral solo se alcanzó brevemente.
mcOutDelay		20		Retardo momentáneo de las condiciones del monitor global. Tiempo durante el cual la condición del monitor permanecerá activada tras su activación. Este valor se muestra en décimas de segundo.
mcAndCodes		1		0: Utiliza el operador AND bit a bit. Si se cumplen todas las condiciones de umbral establecidas, la condición del monitor se activará. 1: Utiliza el operador OR a nivel de bits. Si se cumple cualquier condición de umbral establecida, la condición del monitor se activará.

5.2.1 Recuento por fuerza/par a valores FT

Para obtener los valores reales de fuerza y par, cada valor de fuerza debe dividirse por el factor de recuentos por fuerza (cpf), y cada valor de par debe dividirse por el factor de recuentos por par (cpt). Los factores cpf y cpt se pueden obtener mediante los comandos de configuración. Consulte [la sección 5.2: Comando de configuración](#). Por ejemplo: si una calibración indica 1 000 000 de recuentos por N y el Fz indica 4 500 000 de recuentos, entonces la fuerza aplicada en el eje Z es de 4,5 N.

5.3 Datos de la IMU ()

5.3.1 Configuración del acelerómetro y el giroscopio

El acelerómetro y el giroscopio de la IMU Sano74 se pueden configurar mediante el comando `acclcal` (véase [la Tabla 5.1](#)). El usuario tiene a su disposición las seis combinaciones siguientes:

- `acclcal 2g`: establece el rango de detección del acelerómetro en +/- 2g y el del giroscopio en 2000 DPS
- `acclcal 4g`: establece el rango de detección del acelerómetro en +/- 4 g y el del giroscopio en 2000 DPS
- `acclcal 8g`: establece el rango de detección del acelerómetro en +/- 8 g y el del giroscopio en 2000 DPS
- `acclcal 16g`: establece el rango de detección del acelerómetro en +/- 16 g y el del giroscopio en 2000 DPS

5.3.2 Transmisión de datos de la IMU

Los datos de la IMU (acelerómetro y giroscopio) se transmiten mediante comandos C/S utilizando especificadores largos. El rendimiento del acelerómetro es de 0,3 m/s y el del giroscopio, de 3,1 dps. Tras la etiqueta de especificador \$ de [la Tabla 5.2](#), los especificadores largos definen los datos de transmisión de la IMU. Se pueden utilizar modificadores adicionales para controlar el tipo de datos. Véase [la Tabla 5.5: especificadores de IMU](#) para las opciones de transmisión de datos de IMU.

Tabla 5.4: Especificadores de la IMU					
Especificador	Nombre	Modificadores ¹	Unidades	Tipo	Ejes
\$A	Acelerómetro	C	recuento	16 bits	XYZ
		U	m/s ²		
\$G	Giroscopio	C	recuentos		
		U	radianes/s		
\$LA	Aceleración lineal	C	recuentos		
		U	m/s ²		
\$GV	Vector de gravedad	C	cuenta		
		U	m/s ²		
\$AV	Velocidad angular	C	cuenta		
		U	radianes/s		
\$ACL	Nivel de precisión de la aceleración lineal ²	Bits 76	0: Poco fiable 1: Precisión baja 2: Precisión media 3: Alta precisión	8 bits	N/A
	Nivel de precisión del acelerómetro ²	Bits 54			
	Nivel de precisión del giroscopio ²	32 bits			
\$US	Contador de microsegundos (us)	Ninguno	recuentos	32 bits	N/A
\$HDR	Enviar 0x1234 para la sincronización de paquetes	Ninguno	N/A	16 bits	N/A
\$TW	Habilitar comunicación bidireccional en modo continuo	N/A: No se devuelven datos			
Notas:					
1. Modificadores C: Imprime los datos brutos de la IMU. U: Imprime los datos calibrados de la IMU. Si un campo admite modificadores pero no se ha especificado ninguno, se imprimen por defecto los datos calibrados de la IMU.					
2. Consulte la sección 5.3.3: Procedimiento de comprobación de la precisión de la IMU .					

Ejemplos:

1. Acelerómetro

usuario: *s \$xyz*

respuesta: *s \$xyz*
-0,527 0,488 -9,965

- Al introducir el comando *s* con el operando *\$xyz*, el sensor mostrará los datos de aceleración en los ejes X, Y y Z.
- Los valores se mostrarán en datos IMU calibrados de forma predeterminada.

2. Giroscopio

usuario: *s \$gxyz*

respuesta: *s \$gxy*
-0,004 -0,111 -0,045

- Al introducir el comando *s* con el operando *\$gxyz*, el sensor mostrará los datos del giroscopio en los ejes X, Y y Z.
- Los valores se mostrarán en datos IMU calibrados de forma predeterminada.

5.3.3 Procedimiento de comprobación de la precisión de la IMU

La IMU incorpora una función de autocomprobación de la precisión que supervisa la salida del acelerómetro. La precisión del acelerómetro se comunica al usuario final mediante las siguientes definiciones:

Tabla 5.5—Bits de precisión del acelerómetro de la IMU		
Descripción	Bit	Decimal
Poco fiable	76	0
Precisión Baja	54	1
Precisión media	32	2
Precisión alta	10	3

Para obtener más información, consulte los bits 17 y 18 de [la sección 6.2: Código de estado del sistema](#)

Aunque el usuario final debe decidir la precisión de rendimiento exacta que se necesita para una aplicación, las especificaciones de la hoja de datos corresponden al funcionamiento del sensor en un estado de alta precisión. Si el estado de precisión actual indicado está por debajo del nivel deseado por el usuario final, se puede realizar un procedimiento de calibración tal y como se describe en el [manual de la sección del transductor](#).

6. Solución de problemas

Esta sección incluye respuestas a algunas cuestiones que pueden surgir al configurar y utilizar el sensor EtherCAT. Se enumera la pregunta o el problema, seguido de su posible respuesta o solución. Están clasificados por categorías para facilitar su consulta.

La información de esta sección debería responder a muchas de las preguntas que puedan surgir en la práctica. El servicio de atención al cliente está a disposición de los usuarios que tengan problemas o preguntas no abordados en los manuales.

Nota

Lea el manual antes de llamar al servicio de atención al cliente. Antes de llamar, tenga a mano la siguiente información:

1. Número de serie; por ejemplo, FT01234)
2. Modelo del sensor; por ejemplo, Nano17, Gamma, Theta.
3. Calibración; por ejemplo, US-15-50, SI-65-6.
4. Descripción precisa y completa de la pregunta o el problema. Si es posible, manténgase cerca del sistema F/T cuando llame.

Cómo ponerse en contacto con nosotros

ATI Industrial Automation (una empresa de Novanta)

1031 Goodworth Drive Apex, NC
27539 EE. UU.

www.ati-ia.com

Tel.: +1 919-772-0115

Fax: +1 919-772-8259

Ingeniería de aplicaciones

Correo electrónico: fi.support@novanta.com

Asistencia 24/7: +1 855 ATI-IA 00 (+1 855-284-4200)

6.1 Errores en las lecturas de fuerza y par

Los datos incorrectos de las galgas extensométricas del transductor pueden provocar errores en las lecturas de fuerza/par. Estos errores pueden dar lugar a problemas con el sesgo y la precisión del transductor. En la siguiente tabla se enumeran y describen las condiciones básicas de datos incorrectos. Utilice esta tabla como guía para la resolución de problemas.

Pregunta/Problema	Respuesta/Solución
Ruido	Se consideran anormales los picos en las lecturas brutas de las galgas extensométricas (con el transductor sin carga) superiores a 250 counts. El ruido puede deberse a vibraciones mecánicas y perturbaciones eléctricas, posiblemente causadas por una mala conexión a tierra. También puede indicar un fallo de algún componente del sistema. Asegúrese de que la tensión de alimentación de CC del sensor EtherCAT tenga poco o ningún ruido superpuesto.
Deriva	Después de retirar o aplicar una carga, la lectura bruta del galgán no se estabiliza, sino que continúa aumentando o disminuyendo. Esto puede observarse más fácilmente en el modo de datos resueltos utilizando el comando de polarización. La deriva está causada por cambios de temperatura, acoplamiento mecánico o fallos internos. El acoplamiento mecánico se produce cuando se establece una conexión física entre la placa de la herramienta y el cuerpo del transductor (por ejemplo, limaduras entre la placa adaptadora de la herramienta y el cuerpo del transductor). Es habitual que se produzca cierto acoplamiento mecánico, como en el caso de las mangueras y los cables conectados a una herramienta.
Histeresis	Cuando se carga y luego se descarga el transductor, las lecturas del medidor no vuelven rápida y completamente a sus valores originales. La histeresis se debe al acoplamiento mecánico (explicado en la sección «Deriva») o a un fallo interno.
El sensor proporciona valores inesperados.	Realice una comprobación de precisión. Consulte la sección 7.6: Comprobación de precisión . Si los síntomas persisten, póngase en contacto con el servicio de atención al cliente de ATI en fi.support@novanta.com .

6.2 Código de estado del sistema

El ECAT3 F/T realiza numerosas comprobaciones de diagnóstico durante su funcionamiento y comunica los resultados mediante un código de estado del sistema de 32 bits. Cada registro F/T incluye este código de estado del sistema. Los patrones de bits de todas las condiciones de error presentes se combinan mediante una operación OR para formar el código de estado del sistema. Si existe alguna condición de error, se activa el bit 31 del código de estado del sistema.

El bit 16 se activa si se ha activado una condición. Este bit no indica un error del sistema. El código

de estado del sistema debe ser:

0x00000000 si no hay errores y no se ha incumplido ninguna instrucción de
condición 0x80010000 si no hay errores y se ha incumplido una instrucción de
condición.

Cualquier otro código indica que hay un error grave. Los posibles errores y las asignaciones de bits se muestran en [la Tabla 8.1](#).

Tabla 6.1—Código de estado						
Bit	Patrón de bits	Descripción				¿Indica un error?
0	00000001	Temperatura del medidor fuera de rango. Este indicador se activa si la temperatura del medidor se encuentra fuera del rango previsto de -5 a 70 °C.				Sí
1	00000002	Tensión de alimentación fuera de rango. Este bit está activo si la lectura de la tensión de alimentación está fuera del rango esperado de 12 V a 32 V.				Sí
2	00000004	Medidor averiado. Este bit se activa siempre que cualquier medidor indique el fondo de escala positivo. Esto indica que la conexión eléctrica al medidor está abierta o desconectada.				Sí
3	00000008	Bit de ocupado. El firmware está realizando una o varias de las siguientes actividades que pueden afectar temporalmente a los datos F/T: 1. Confirmando un cambio en el objeto 0x2021 2. Cambiar la calibración en uso 3. Cualquier desbordamiento de la rutina de servicio de interrupción (ISR) del ADC 4. Cambio de la frecuencia de muestreo del ADC 5. Cambio de la constante de tiempo del filtro 6. Escritura en la memoria flash				No
4	00000010	Reservado				Sí.
5	00000020	Bit de error común. Este bit indica que se ha producido un error interno.				Sí.
6-15	0000FFC0	Reservado				Sí.
16	00010000	Salida de condición 0 del monitor				No
17-18	00060000	Bit de estado 18	Bit de estado 17	Valor decimal	Descripción	No
		0	0	0	Poco fiable	
		0	1	1	Precisión baja	
		1	0	2	Precisión media	
		1	1	3	Precisión alta	
19	00080000	IMU no presente				Sí
20-25	07FE0000	Reservado				Sí
26	04000000	Advertencia de medidor fuera de rango. Este bit está activo si el medidor se encuentra fuera del rango comprendido entre gageMinRangeWarn y gageMaxRangeWarn.				No
27	08000000	Medidor fuera de rango. Este indicador está activo si el medidor se encuentra fuera del rango comprendido entre gageMinRange y gageMaxRange.				Sí.

Tabla 6.1—Código de estado			
Bit	Patrón de bits	Descripción	¿Indica un error?
28	10000000	Error simulado. Este bit refleja el bit de control de error simulado en el objeto 0x7010: Códigos de control. Se utiliza para probar la gestión de errores por parte del usuario	No
29	20000000	Error de suma de comprobación de calibración. Este bit está activo si las calibraciones no tienen una suma de comprobación válida al leerse desde la EEPROM.	Sí
30	40000000	F/T fuera de rango. Este bit está activo siempre que una muestra de fuerza/par está fuera de rango o matemáticamente saturada.	Sí
31	80000000	Error: Este bit se activa siempre que se establezca cualquier otro código de estado que indique un error.	Sí

6.3 Reducción del ruido

6.3.1 Vibración mecánica

En muchos casos, el ruido percibido es en realidad una fluctuación real de la fuerza y/o el par, causada por vibraciones en las herramientas o en el brazo del robot. El sistema ECAT3 F/T ofrece filtros digitales de paso bajo que pueden amortiguar frecuencias por encima de una determinada condición. Si esto no es suficiente, añada un filtro digital al software de aplicación.

6.3.2 Interferencias eléctricas

Si se observan interferencias provocadas por motores u otros equipos generadores de ruido, compruebe las conexiones a tierra del ECAT3 F/T. Si no es posible realizar una conexión a tierra adecuada o esta no reduce el ruido, considere la posibilidad de utilizar los filtros digitales de paso bajo del ECAT3 F/T. Verifique el uso de una fuente de alimentación de Clase 1 que cuente con una conexión a tierra.

6.4 Comprobación de la precisión

Realice los siguientes procedimientos tras la instalación inicial del sensor en el robot y una vez al año como parte del mantenimiento.

AVISO: La masa en el lado de la herramienta puede ser el peso de la herramienta utilizada en la aplicación.

1. Fije una masa fija al lado de la herramienta del sensor F/T:
 - a. Retire los cables que forman puentes entre el soporte del sensor y los laterales de la herramienta.
2. Encienda el sensor. Deje que se caliente durante 30 minutos. Reduzca al mínimo las fuentes externas de variación de temperatura.

AVISO: Para obtener resultados óptimos, escriba un programa de robot para mover el sensor y la masa a cada una de las siguientes posiciones de forma secuencial. En cada posición, el robot debe hacer una pausa para registrar la salida del sensor. Evite mover el robot a pequeños saltos y esperar varios minutos entre cada posición.

3. Mueva el robot de manera que el sensor se encuentre en las siguientes posiciones:
 - a. Registra la salida del sensor, $F_{x,punto}$ $F_{y,punto}$ $F_{z,punto}$, en cada punto sin sesgo.
 - Punto 1: +Z arriba
 - Punto 2: +X arriba
 - Punto 3: +Y hacia arriba
 - Punto 4: -X arriba
 - Punto 5: -Y hacia arriba
 - Punto 6: -Z arriba

4. Calcula $F_{x, promedio}$, $F_{y, promedio}$, y $F_{z, promedio}$:

a. Utiliza las siguientes ecuaciones para completar los cálculos:

$$F_{x,average} = \frac{F_{x,point 1} + F_{x,point 2} + \dots + F_{x,point 6}}{6}$$

$$F_{y,average} = \frac{F_{y,point 1} + F_{y,point 2} + \dots + F_{y,point 6}}{6}$$

$$F_{z,average} = \frac{F_{z,point 1} + F_{z,point 2} + \dots + F_{z,point 6}}{6}$$

5. Para cada uno de los 6 puntos, realice el siguiente cálculo:

$$F_x = F_{x,point n} - F_{x,average}$$

$$F_y = F_{y,point n} - F_{y,average}$$

$$F_z = F_{z,point n} - F_{z,average}$$

$$\text{Tooling Mass} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

Las masas de las herramientas calculadas para los seis puntos deben desviarse entre sí en menos del doble del peor índice de precisión del sensor.

- Por ejemplo: la precisión nominal del sensor Axia80-M20 es del 2 % del rango en todos los ejes. Para un rango de 500 N en F_x y un rango de 900 N en F_z , los errores admisibles de cualquier punto de datos serían de ± 10 N en F_x y de ± 18 N en F_z , respectivamente. Dado que F_z tiene la mayor tolerancia, un punto de datos podría ser de +18 N y otro de -18 N, lo que supone un rango total (máx.-mín.) de error de 36 N.
- Además, la masa de la herramienta debe estar dentro de los 36 N de los resultados de esta prueba cuando se realizó con un sensor nuevo.

6. Si esta prueba falla, el sensor debe devolverse a ATI para su diagnóstico o recalibración.

7. Especificaciones

En esta sección se describen las especificaciones específicas de la interfaz del sensor EtherCAT. Las especificaciones de los distintos modelos de sensores EtherCAT, tales como el peso, las dimensiones y las temperaturas de funcionamiento y almacenamiento, se recogen en el manual [de la sección 9620-05-Transductor](#).

7.1 Condiciones de almacenamiento y funcionamiento

Tabla 7.1—Temperatura		
Componente	Temperatura de almacenamiento, °C	Temperatura de funcionamiento, °C
Electrónica EtherCAT3	-40 a +100	-20 a +70
ECAT3 CEB	-40 a +100	-20 a +70

7.2 Especificaciones eléctricas

Tabla 7.2—Fuente de alimentación		
Fuente de alimentación ¹	Tensión	Consumo máximo de energía
Conector de alimentación de CC	12 V mín. a 30 V máx.	3,0 W
Notas:		
1. La entrada de alimentación del sensor EtherCAT3 está protegida contra polaridad incorrecta.		

7.2.1 Conectores de acoplamiento

Tabla 7.3: Especificaciones mecánicas de los conectores de acoplamiento			
Conector	Tipo de acoplamiento	Par de apriete recomendado	Par máximo
Transductor estándar	M12 de 5 pines, macho	0,8 Nm a 1,0 Nm	3,0 Nm
Entrada de la caja divisora: Cable del transductor	M12 de 5 pines Hembra	0,8 Nm a 1,0 Nm	3,0 Nm
Salida de la caja divisora: ECAT0	M12 Codificación D, macho de 4 pines	0,8 Nm a 1,0 Nm	3,0 Nm
Salida de la caja divisora: ECAT1	M12 Codificado en D, macho de 4 pines	0,8 Nm a 1,0 Nm	3,0 Nm
Caja divisora de potencia / RS485	M12 de 5 pines Hembra	0,8 Nm a 1,0 Nm	3,0 Nm

7.3 Asignación de pines del conector

7.3.1 Caja divisora

A continuación se describe la información sobre la disposición de pines de la caja divisora (9105-GEN3-SPLIT-001).

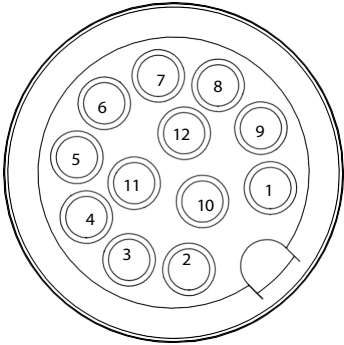
Tabla 7.4: Conector del cable del transductor de la caja divisora		
Conector	Pin	Asignación
	1	ECAT-OUT TX+
	2	ECAT-OUT TX-
	3	ECAT-OUT RX+
	4	ECAT-OUT RX-
	5	RS485-
	6	RS485+
	7	V- (GND)
	8	V+
	9	ECAT-IN TX+
	10	ECAT IN TX-
	11	ECATIN RX+
	12	ECAT IN RX-
	Shell	Drenaje

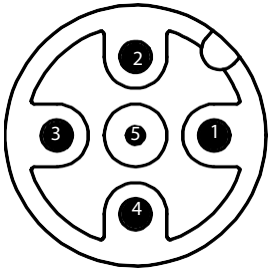
Tabla 7.5—Caja de derivación Conector de alimentación/RS485		
Conector	Pin	Tarea
	1	Drenaje
	2	V+
	3	V- (GND)
	4	RS485+
	5	RS485-

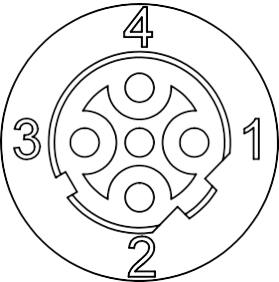
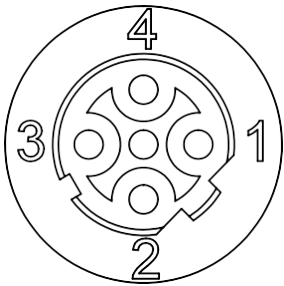
Tabla 7.6—Caja divisora ECAT, conector del puerto 0		
Conector	Pin	Asignación
	1	ECAT-IN TX+
	2	ECAT-IN RX+
	3	ECAT-IN TX-
	4	ECAT-IN RX-

Tabla 7.7—Caja divisora ECAT, conector del puerto 1		
Conector	Pin	Asignación
	1	ECAT-OUT TX+
	2	ECAT-OUT RX+
	3	ECAT-OUT TX-
	4	ECAT-OUT RX-

7.3.2 ECAT3 CEB

A continuación se describe la información sobre la disposición de pines del ECAT3 CEB (9105-ECAT3-CEB-001).

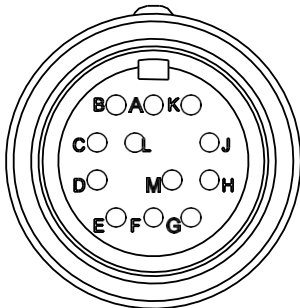
Tabla 7.8—Conector del transductor ECAT3 CEB		
Conector	Pin	Asignación
	B	G4
	C	G5
	D	G2
	E	G3
	F	G0
	G	G1
	J	-VSG
	K	+VSG

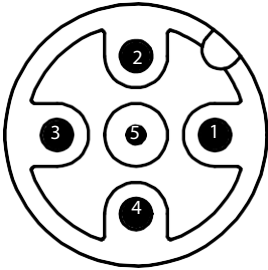
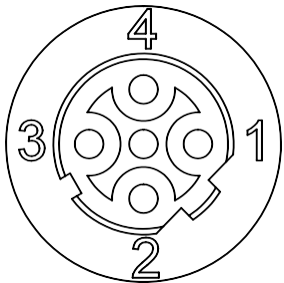
Tabla 7.9—Conector de alimentación/RS485 del ECAT3 CEB		
Conector	Pin	Asignación
	1	Drenaje
	2	V+
	3	V- (GND)
	4	RS485+
	5	RS485-

Tabla 7.10—Conector del puerto ECAT 0/puerto ECAT 1 del ECAT3 CEB		
Conector	Pin	Asignación
	1	ECAT-IN TX+
	2	ECAT-IN RX+
	3	ECAT-IN TX-
	4	ECAT-IN RX-

8. Planos

Los planos están disponibles en el [sitio web de ATI](#) o poniéndose en contacto con un representante de ATI.