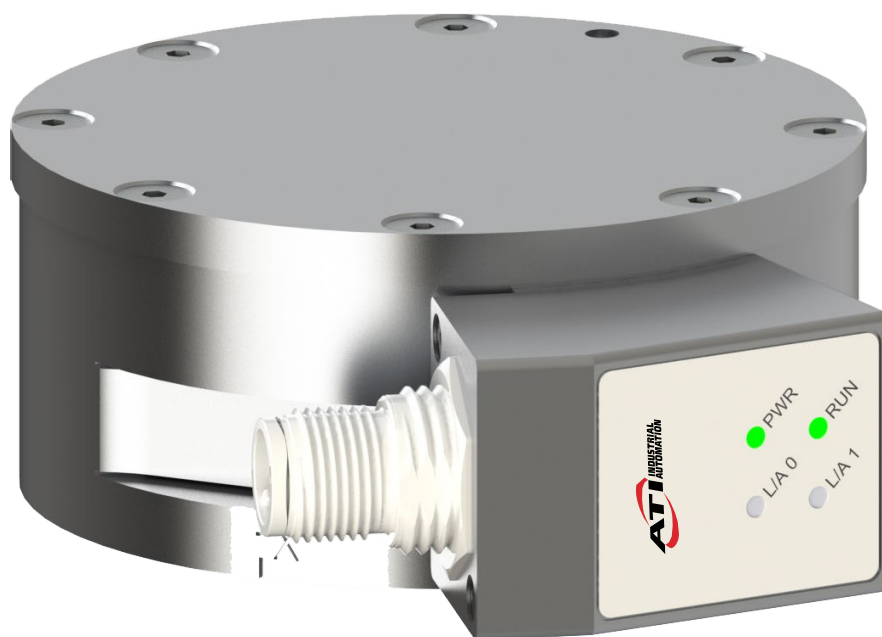




A Novanta Company
Manuale

Interfaccia forza/coppia EtherCAT Generazione 3 (ECAT3)



Documento n.: 9620-05-EtherCAT3-it

Prodotti ingegnerizzati per la produttività robotica

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

Premessa

Le informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà di ATI Industrial Automation, Inc. e non possono essere riprodotte, in tutto o in parte, senza previa autorizzazione scritta da parte di ATI Industrial Automation, Inc. Le informazioni qui riportate sono soggette a modifiche senza preavviso e non devono essere interpretate come un impegno da parte di ATI Industrial Automation, Inc. Il presente manuale viene periodicamente aggiornato per riflettere e incorporare le modifiche apportate al sistema F/T.

ATI Industrial Automation, Inc. declina ogni responsabilità per eventuali errori od omissioni contenuti nel presente documento.

Copyright © (2026) di ATI Industrial Automation, Inc., Apex, North Carolina, USA. Tutti i diritti riservati. Pubblicato negli Stati Uniti.

Considerando che i prodotti di ATI Industrial Automation, Inc. (ATI) sono destinati all'uso con macchine robotiche e/o automatizzate, ATI sconsiglia l'uso dei propri prodotti in applicazioni in cui il guasto o il malfunzionamento di un componente o sistema ATI possa mettere a rischio la vita o causare lesioni. Chiunque utilizzi o incorpori componenti ATI in qualsiasi sistema potenzialmente pericoloso per la vita deve ottenere il previo consenso di ATI sulla base della garanzia fornita ad ATI che un malfunzionamento del componente ATI non comporti una minaccia diretta o indiretta di lesioni o morte e (anche se tale consenso viene concesso) dovrà indennizzare ATI da qualsiasi reclamo, perdita, responsabilità e spese correlate derivanti da eventuali lesioni o morte risultanti dall'uso dei componenti ATI.

Tutti i marchi appartengono ai rispettivi proprietari.

Windows™ è un marchio registrato di Microsoft Corporation.

Nota

Si prega di leggere il manuale prima di contattare il servizio clienti e di tenere a portata di mano le seguenti informazioni:

1. Numero di serie; ad esempio, FT01234.
2. Modello del trasduttore; ad esempio, Nano17, Gamma, Theta.
3. Calibrazione; ad esempio, US-15-50, SI-65-6.
4. Descrizione accurata e completa della domanda o del problema
5. Informazioni sul computer e sul software (sistema operativo, tipo di PC, driver, software applicativo e altre informazioni rilevanti sulla configurazione)

Trovarsi vicino al sistema F/T durante la chiamata (se possibile).

Se necessario, contattare un rappresentante ATI per assistenza:

Vendita, assistenza e informazioni sui prodotti ATI:

ATI Industrial Automation (una società Novanta)

1031 Goodworth Drive Apex,

NC 27539 USA

www.ati-ia.com

Tel: +1 919-772-0115

Fax: +1 919-772-8259

Ingegneria applicativa

E-mail: ft.support@novanta.com

Assistenza 24 ore su 24, 7 giorni su 7: +1 855 ATI-IA 00 (+1 855-284-4200)

Indice

Prefazione	2
Glossario	5
1. Sicurezza	6
1.1 Spiegazione delle notifiche	6
1.2 Linee guida generali sulla sicurezza	6
1.3 Precauzioni di sicurezza	7
2. Panoramica del prodotto	8
2.1 Panoramica del sistema	9
3. Installazione	12
3.1 Collegamento del sistema con trasduttore standard	13
3.2 Collegamento di un trasduttore Mini o Nano	15
4. Funzionamento dell'interfaccia bus EtherCAT	17
4.1 Uscita dati grezzi F/T	17
4.2 Frequenza di campionamento	17
4.3 Monitoraggio della soglia	17
4.4 Filtraggio	18
4.5 Trasformazione degli strumenti	19
4.6 Interfaccia PDO (Process Data Object)	20
4.7 Oggetti del dizionario EtherCAT (dati SDO)	21
4.7.1 Oggetto 0x2020: Trasformazione utensili	21
4.7.2 Oggetto 0x2021: Calibrazione	22
4.7.3 Oggetto 0x2023: Console su EtherCAT	24
4.7.4 Oggetto 0x2060: Stato del monitor	24
4.7.5 Oggetto 0x2080: Letture diagnostiche	25
4.7.6 Oggetto 0x2090: Versione	25
4.7.7 Oggetto 0x6000: Dati di lettura	25
4.7.7.1 Conversione dei conteggi di forza/coppia in unità	26
4.7.8 Oggetto 0x6010: Codice di stato	27
4.7.9 Oggetto 0x6020: Contatore campioni	27
4.7.10 Oggetto 0x6030: Dati del calibro	27
4.7.11 Oggetto 0x6050: Dati IMU	28
4.7.12 Procedura di verifica della precisione dell'IMU	28
4.7.13 Oggetto 0x7010: Codici di controllo	29
4.8 Funzioni dei LED	31
5. Funzionamento della console	32
5.1 Comandi di interrogazione: "s" o "c"	33

5.2	Comando Set.....	34
5.2.1	Conversione da conteggi per forza/coppia a valori FT	38
5.3	Dati IMU.....	38
5.3.1	Configurazione dell'accelerometro e del giroscopio.....	38
5.3.2	Trasmissione in streaming dei dati IMU	38
5.3.3	Procedura di verifica della precisione dell'IMU	39
6.	Risoluzione dei problemi.....	40
6.1	Errori nelle letture di forza e coppia	40
6.2	Codice di stato del sistema	41
6.3	Riduzione del rumore	42
6.3.1	Vibrazioni meccaniche	42
6.3.2	Interferenze elettriche.....	42
6.4	Controllo di precisione	42
7.	Specifiche.....	44
7.1	Condizioni di conservazione e di funzionamento.....	44
7.2	Specifiche elettriche	44
7.2.1	Connettori di accoppiamento.....	44
7.3	Assegnazione dei pin dei connettori	45
7.3.1	Splitter.....	45
7.3.2	ECAT3 CEB	46
8.	Disegni.....	47

Glossario

Termine	Definizione
Accelerometro	Dispositivo integrato nei sensori Varo di ATI che misura l'accelerazione. I sensori Varo di ATI utilizzano un accelerometro MEMS (Micro Electronic Mechanical System).
ADC	Convertitore da analogico a digitale
CEB	Il modulo elettronico di comunicazione è un componente dei sistemi di forza/coppia RS422/485 della rete ATI che ospita componenti elettronici aggiuntivi per l'alimentazione o per estendere le funzionalità di rete
CoE	CANopen su EtherCAT, il protocollo embedded preferito per la configurazione dei dispositivi EtherCAT. Utilizzato all'interno di SDO per codificare i dati di configurazione.
DINT	Un tipo di dati che rappresenta un intero con segno a 32 bit.
EtherCAT	Un bus di campo per l'automazione industriale.
FoE	Accesso ai file tramite EtherCAT, il protocollo embedded preferito per il caricamento di nuovo firmware sui dispositivi EtherCAT.
F/T	Forza/Coppia.
Trasduttore F/T	Converte forza e coppia in un segnale elettrico.
g	La forza G, o equivalente della forza gravitazionale, è una forza specifica della massa espressa in unità di gravità standard.
Giroscopio	dispositivo integrato nei sensori Varo di ATI che misura l'orientamento e la velocità angolare. I sensori Varo di ATI utilizzano un giroscopio basato su un sistema microelettromeccanico (MEMS).
IMU	L'unità di misura inerziale (IMU) è un dispositivo che rileva l'accelerazione e la velocità angolare (dati giroscopici).
MAP	La piastra di adattamento di montaggio (MAP) è la piastra del trasduttore che si fissa alla superficie fissa o al braccio del robot.
PDO	Process Data Object, un protocollo per la lettura e la scrittura ciclica di informazioni di processo in tempo reale.
SDO	Service Data Object, un protocollo per la lettura e la scrittura aciclica delle informazioni di configurazione.
STG	Strain Gage
TAP	La piastra di adattamento dello strumento (TAP) è la superficie del trasduttore che viene fissata al carico da misurare.
Trasduttore	Il trasduttore è il componente che converte il carico rilevato in segnali elettrici.
UDINT	Un tipo di dati che rappresenta un intero senza segno a 32 bit.
UINT	Tipo di dati che rappresenta un intero senza segno a 16 bit.
USINT	Tipo di dati che rappresenta un intero senza segno a 8 bit.

1. Sicurezza

La sezione dedicata alla sicurezza descrive le linee guida generali di sicurezza da seguire con questo prodotto, le spiegazioni relative alle avvertenze presenti in questo manuale e le precauzioni di sicurezza applicabili al prodotto. Le avvertenze specifiche del prodotto sono inserite nelle varie sezioni del presente manuale (ove applicabili).

1.1 Spiegazione delle avvertenze

Queste avvertenze sono presenti in tutti i manuali ATI e non sono specifiche di questo prodotto. L'utente deve prestare attenzione a tutte le avvertenze fornite dal produttore del robot e/o dai produttori degli altri componenti utilizzati nell'installazione.



PERICOLO: Avviso relativo a informazioni o istruzioni la cui mancata osservanza comporterà la morte o gravi lesioni. L'avviso fornisce informazioni sulla natura della situazione pericolosa, sulle conseguenze del mancato superamento del pericolo e sul metodo per evitare la situazione.



AVVERTENZA: Avviso relativo a informazioni o istruzioni la cui mancata osservanza potrebbe causare la morte o gravi lesioni. L'avviso fornisce informazioni sulla natura della situazione di pericolo, sulle conseguenze del mancato superamento del pericolo e sul metodo per evitare la situazione.



ATTENZIONE: Avviso relativo a informazioni o istruzioni che, se non seguite, potrebbero causare lesioni moderate o danni all'attrezzatura. L'avviso fornisce informazioni sulla natura della situazione pericolosa, sulle conseguenze del mancato superamento del pericolo e sul metodo per evitare la situazione.

AVVISO: Avviso relativo a informazioni o istruzioni specifiche sulla manutenzione, il funzionamento, l'installazione o la configurazione del prodotto che, se non seguite, potrebbero causare danni all'apparecchiatura. L'avviso può sottolineare, a titolo esemplificativo ma non esaustivo: tipi specifici di grasso, migliori pratiche operative e consigli di manutenzione.

1.2 Linee guida generali di sicurezza

Il cliente deve verificare che il trasduttore selezionato sia classificato per i carichi e i momenti massimi previsti durante il funzionamento. Fare riferimento al manuale [della sezione Trasduttori ATI F/T](#) o contattare ATI Industrial Automazione a supporto. È necessario prestare particolare attenzione ai carichi dinamici causati dall'accelerazione e dalla decelerazione del robot. In situazioni di forte accelerazione o decelerazione, queste forze possono raggiungere valori molte volte superiori a quelli delle forze statiche.

1.3 Precauzioni di sicurezza



ATTENZIONE: Non rimuovere alcun elemento di fissaggio né smontare i trasduttori senza una piastra di montaggio rimovibile. Ciò include i trasduttori Nano, Mini, con grado di protezione IP e alcuni trasduttori Omega. Ciò causerebbe danni irreparabili al trasduttore e invaliderebbe la garanzia. Lasciare tutti gli elementi di fissaggio al loro posto e non smontare il trasduttore.



ATTENZIONE: Non sondare alcuna apertura nel trasduttore. Ciò danneggerebbe la strumentazione.



ATTENZIONE: Non esercitare una forza eccessiva sul trasduttore. Il trasduttore è uno strumento sensibile e può essere danneggiato dall'applicazione di una forza superiore ai valori di sovraccarico monoassiale del trasduttore, causando danni irreparabili. I trasduttori Small Nano e Mini possono essere facilmente sovraccaricati durante l'installazione. Fare riferimento al manuale [della sezione 9620-05-Trasduttori](#) per i valori specifici di sovraccarico dei trasduttori.

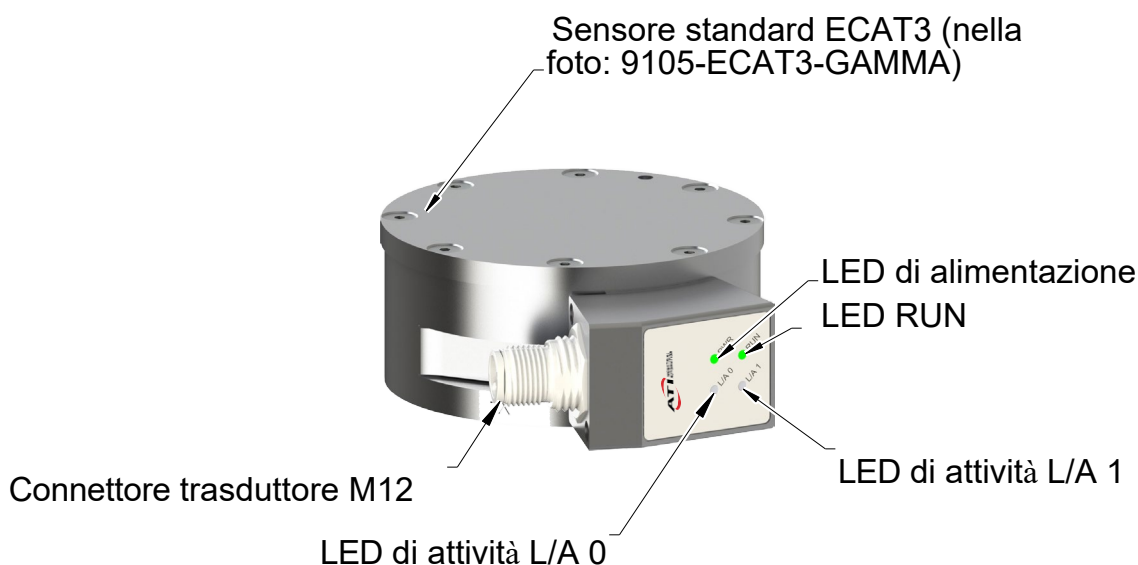
2. Panoramica del prodotto

Il sistema di sensori EtherCAT di terza generazione per forza/coppia (ECAT3) misura sei componenti di forza e coppia (Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz) e trasmette i dati in modo continuo ai dispositivi che utilizzano il bus di campo EtherCAT. Il condizionamento del segnale integrato, l'acquisizione dei dati e un'interfaccia EtherCAT a due porte sono tutti contenuti in un piccolo involucro robusto.

I sensori ATI con interfaccia EtherCAT3 offrono le seguenti caratteristiche:

- La connessione EtherCAT a due porte consente il collegamento a catena di più dispositivi
- Dati risolti di forza e coppia con una frequenza di aggiornamento di 8 kHz
- Comandi da console disponibili sia tramite rete EtherCAT che tramite connessione seriale. (fare riferimento alla [Sezione 4.7.3—Oggetto 0x2023: Console su EtherCAT](#) e alla [Sezione 5—Funzionamento della console](#))
- Filtri passa-basso digitali regolabili
- È possibile memorizzare e selezionare fino a tre diverse calibrazioni (intervalli di misura) (vedere la [Sezione 4.7.2—Oggetto 0x2021: Calibrazione](#))
- Trasformazione degli strumenti programmabile tramite EtherCAT (vedere la [Sezione 4.5—Trasformazione degli strumenti](#)) o comandi da console (vedere [la Sezione 5.2—Comando Cal](#))
- Funzionalità di monitoraggio delle condizioni. (vedere la [Sezione 4.3 — Monitoraggio delle soglie](#) e [la Sezione 5.2 — Comando Cal](#))
- Indicatore LED per stato di alimentazione, stato RUN, collegamento/attività porta 0, collegamento/attività porta 1 (per ulteriori informazioni, consultare [la Sezione 4.8 — Funzioni LED](#))

Figura 2.1 — Sensore EtherCAT3



2.1 Panoramica del sistema

Le offerte standard del sistema ECAT3 di ATI possono essere suddivise in due gruppi: trasduttori standard che comunicano solo tramite EtherCAT e trasduttori standard che comunicano tramite EtherCAT e console tramite una connessione seriale. I componenti per ciascuna di queste configurazioni sono riportati nella [Tabella 2.1](#) qui sotto.

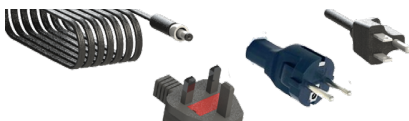
Tabella 2.1—Componenti del sistema ECAT3		
Immagine	Descrizione	Codice
Trasduttore standard che comunica solo tramite EtherCAT		
	Trasduttore standard	9105-ECAT3-SensorModel
	Cavo trasduttore	9105-C-MA12F1-MA12M1-01-1.0 9105-C-MA12F1-MA12M1-01-5.0 9105-C-MA12F1-MA12M1-01-10.0
	Scatola di derivazione	9105-GEN3-SPLIT-001
	Alimentatore	9105-NETPS-UNIV (Consigliato)
	Da M12 a RJ45 Adattatore Ethernet	9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2 (x2) (Predefinito) ¹
Trasduttore standard che comunica tramite EtherCAT e console su seriale		
	Trasduttore standard	9105-ECAT3-SensorModel
	Cavo trasduttore	9105-C-MA12F1-MA12M1-01-1.0 9105-C-MA12F1-MA12M1-01-5.0 9105-C-MA12F1-MA12M1-01-10.0
	Scatola di derivazione	9105-GEN3-SPLIT-001
	Cavo di alimentazione e e seriale	9105-CF-MTS-DB9-5
	Da M12 a RJ45 Adattatore Ethernet	9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2 (x2) (Predefinito) ¹
Nota: 1. Sono disponibili cavi di lunghezza diversa.		

Tabella 2.1—Componenti del sistema ECAT3		
Immagine	Descrizione	Codice
Trasduttore Mini o Nano con comunicazione EtherCAT		
	Trasduttore con cavo integrato	9105-TW-SensorModel
	ECAT3 Scatola elettronica di comunicazione (CEB)	9105-ECAT3-CEB-001
	Alimentatore	9105-NETPS-UNIV (Consigliato)
	Da M12 a RJ45 Adattatore Ethernet	9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2 (Predefinito) ¹
Trasduttore Mini o Nano che comunica tramite EtherCAT e console su seriale		
	Trasduttore con cavo integrato	9105-TW-SensorModel
	ECAT3 Scatola elettronica di comunicazione (CEB)	9105-ECAT3-CEB-001
	Cavo d'alimentazione e e seriale	9105-CF-MTS-DB9-5
	Da M12 a RJ45 Adattatore Ethernet	9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2 (x2) (Predefinito) ¹
Nota:		
1. Sono disponibili cavi di lunghezza diversa.		

- **Trasduttore ECAT3 F/T:** converte i carichi di forza e coppia in segnali elettrici e li trasmette tramite il cavo del trasduttore. I sensori ECAT3 di ATI inviano segnali digitali. Per ulteriori informazioni, consultare il Manuale del trasduttore F/T ([9620-05-Sezione Trasduttore](#)).
- **Cavo del trasduttore:** fornisce alimentazione al trasduttore e trasmette i dati provenienti dagli estensimetri del trasduttore. I trasduttori con elettronica integrata si collegano a una scatola di derivazione. È possibile utilizzare qualsiasi cavo compatibile con DeviceNet dotato di connettori M12 Micro del tipo corretto, ma i trasduttori senza classificazione IP non sono compatibili con i connettori ad angolo retto. ATI Industrial Automation fornisce un cavo per trasduttori ad alta flessibilità di tipo robotico con ogni sistema ECAT3 F/T.
- **Splitter Box:** divide il cavo del trasduttore in connessioni per la porta EtherCAT 0, la porta EtherCAT 1 e l'alimentazione/RS485. Lo splitter box è necessario per qualsiasi applicazione che utilizzi un trasduttore standard.
- **ECAT3 CEB:** elabora e comunica i valori di forza e coppia rilevati dal trasduttore all'apparecchiatura dell'utente. L'ECAT3 CEB (9105-ECAT3-CEB-001) è specifico per i clienti che utilizzano un trasduttore della serie Nano o Mini
- **Cavo di alimentazione:** fornisce alimentazione al trasduttore tramite lo splitter box.
- **Cavo di comunicazione:** trasmette i segnali tramite EtherCAT.
- **Software ATI Industrial Automation, documenti di taratura e manuali** (compreso il presente manuale). Queste informazioni sono disponibili sul sito web di ATI (<https://www.ati-ia.com/Products/ft/sensors.aspx>) oppure vengono inviate via e-mail al momento dell'acquisto del sistema.
- Altri componenti opzionali includono:
 - Alimentatore che si collega a una presa di corrente da 100–240 V CA (50–60 Hz) e fornisce alimentazione al sensore tramite una scatola di derivazione
 - Alimentatore che include anche un connettore DB9 per la connessione seriale
 - Adattatore da cavo Ethernet M12 a RJ45
 - Cavi trasduttori di tipo robotico di diverse lunghezze

3. Installazione



AVVERTENZA: l'esecuzione di interventi di manutenzione o riparazione sul sensore quando i circuiti (ad esempio: alimentazione, acqua e aria) sono sotto tensione potrebbe causare la morte o gravi lesioni. Scaricare e verificare che tutti i circuiti sotto tensione siano diseccitati in conformità con le pratiche e le politiche di sicurezza del cliente.



ATTENZIONE: l'uso di elementi di fissaggio che superano la profondità di interfaccia specificata dal cliente comporta la penetrazione nel corpo del sensore, il danneggiamento dei componenti elettronici e l'annullamento della garanzia. Per ulteriori informazioni, consultare i disegni forniti dal cliente.



ATTENZIONE: il frenafiletti applicato agli elementi di fissaggio non deve essere utilizzato più di una volta. Gli elementi di fissaggio potrebbero allentarsi e causare danni all'apparecchiatura. Applicare sempre nuovo frenafiletti quando si riutilizzano gli elementi di fissaggio.



ATTENZIONE: Evitare di danneggiare il sensore a causa di scariche elettrostatiche. Assicurarsi di seguire le corrette procedure di messa a terra quando si maneggia il sensore o i cavi collegati al sensore. La mancata osservanza delle corrette procedure di messa a terra potrebbe danneggiare il sensore.



ATTENZIONE: Non esercitare una forza eccessiva sul sensore e sul connettore del cavo durante l'installazione, altrimenti si verificheranno danni ai connettori. Allineare la scanalatura sul sensore e sul connettore del cavo durante l'installazione per evitare di esercitare una forza eccessiva sui connettori.

La sezione seguente fornisce informazioni per l'installazione del sistema di sensori EtherCAT3 F/T. L'installazione del trasduttore sul robot o su un altro dispositivo è descritta nel manuale ([9620-05-Sezione Trasduttore](#)).

3.1 Collegamento del sistema trasduttore standard



ATTENZIONE: Lo Splitter Box deve essere collegato a terra tramite almeno una delle due linguette di montaggio. Per ottenere le migliori prestazioni in termini di rumore, collegare il polo schermato del cavo di alimentazione a terra e al polo negativo (-) dell'alimentatore.

La selezione di trasduttori standard ECAT3 di ATI comprende le serie Gamma, Delta e Omega. La procedura seguente illustra come collegare il sistema ECAT3.

Materiale necessario:

- *Trasduttore (9105-ECAT3-SENSORMODEL)*
- *Cavo del trasduttore (9105-C-MA12F1-MA12M1-01-X)*
- *Splitter (9105-GEN3-SPLIT-001)*
- *(2) Adattatori Ethernet da M12 a RJ45 (9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2)*
- *(2) Cavo Ethernet RJ45 standard (fornito dal cliente)*
- *Alimentatore: Solo ECAT: 9105-NETPS-UNIV*
Seriale ed ECAT: 9105-CF-MTS-DB9-LENGTH

1. Collegare il trasduttore alla scatola di derivazione utilizzando il cavo del trasduttore.
 - a. Allineare la presa M12 femmina del cavo del trasduttore al connettore M12 maschio del trasduttore. Utilizzare la chiave per assicurarsi che i pin siano allineati correttamente. Fare riferimento alla [Sezione 8—Specifiche](#) per informazioni dettagliate sulla piedinatura.
 - b. Serrare il manicotto del cavo in senso orario per bloccare il connettore con una coppia compresa tra 0,8 Nm e 1,0 Nm.
 - c. Allineare il connettore maschio M12 del cavo del trasduttore alla presa femmina M12 della scatola di derivazione. La scatola di derivazione deve essere chiaramente contrassegnata con la dicitura «Trasduttore» per identificarne il corretto posizionamento; fare riferimento alla [Figura 3.1](#). Per informazioni dettagliate sulla piedinatura della scatola di derivazione, consultare [la Sezione 8 — Specifiche](#).

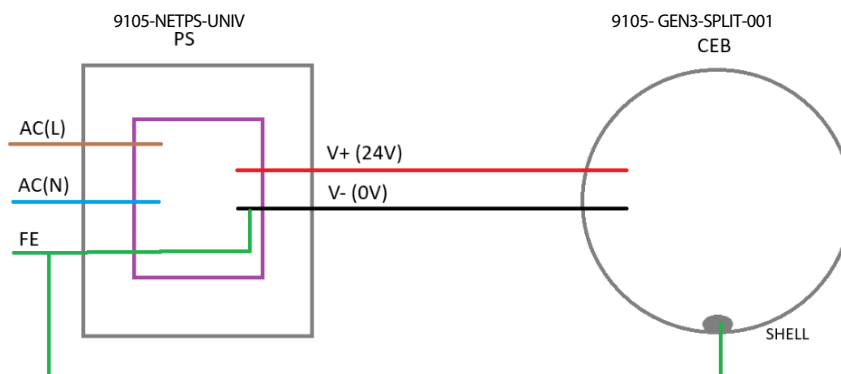
Figura 3.1 — Scatola di derivazione



- d. Serrare il manicotto in senso orario per bloccare il connettore con una coppia raccomandata compresa tra 0,8 Nm e 1,0 Nm.
2. Collegare la porta EtherCAT 0:
 - a. Individuare la porta EtherCAT 0 (ECAT0 sull'etichetta) sulla scatola di derivazione. Fare riferimento alla [Figura 3.1](#).
 - b. Collegare l'adattatore da M12 a RJ45 allo splitter. Serrare completamente il manicotto per bloccare il connettore con una coppia raccomandata compresa tra 0,8 Nm e 1,0 Nm.
 - c. Collegare un cavo RJ45 standard (fornito dal cliente) all'adattatore.
 - d. Inserire l'altra estremità del cavo RJ45 nel dispositivo EtherCAT del cliente.
 3. Collegare la porta EtherCAT 1:
 - a. Individuare la porta ECAT 1 (ECAT1 sull'etichetta) sullo splitter. Fare riferimento alla [Figura 3.1](#).
 - b. Collegare l'adattatore da M12 a RJ45 allo splitter box. Serrare completamente il manicotto per bloccare il connettore con una coppia raccomandata compresa tra 0,8 Nm e 1,0 Nm.
 - c. Collegare un cavo RJ45 standard (fornito dal cliente) all'adattatore.
 - d. Inserire l'altra estremità del cavo RJ45 nel dispositivo EtherCAT del cliente.

4. Collegare l'alimentazione allo splitter
 - a. Individuare l'ingresso di alimentazione sullo splitter. Fare riferimento alla [Figura 3.1](#).
 - b. Collegare il cavo di alimentazione al connettore dello splitter box.
 - c. Collegare l'alimentatore alla fonte di alimentazione del cliente.
 - d. *Opzionale*: se si utilizza il 9105-CF-MTS-DB9-X, collegare il connettore seriale DB9 all'apparecchiatura del cliente.
 - e. Messa a terra dell'alimentatore:
 - Se si utilizza l'alimentatore fornito da ATI (9105-NETPS-UNIV), la messa a terra funzionale è già collegata all'uscita V- (messa a terra CC).
 - i. Per ottenere i migliori risultati in termini di rumore, collegare a terra lo splitter box allo stesso punto di terra dell'alimentatore NetPS utilizzando una sola linguetta di montaggio.
 - Se si utilizza un alimentatore CC proprio:
 - i. Collegare l'alimentazione CC (-) alla messa a terra CA come da schema sottostante.

Figura 3.2 — Schema dell'alimentazione



- ii. Per ottenere i migliori risultati in termini di rumore, collegare a terra la scatola dello splitter allo stesso punto di terra della CC (-) utilizzando una sola linguetta di montaggio.

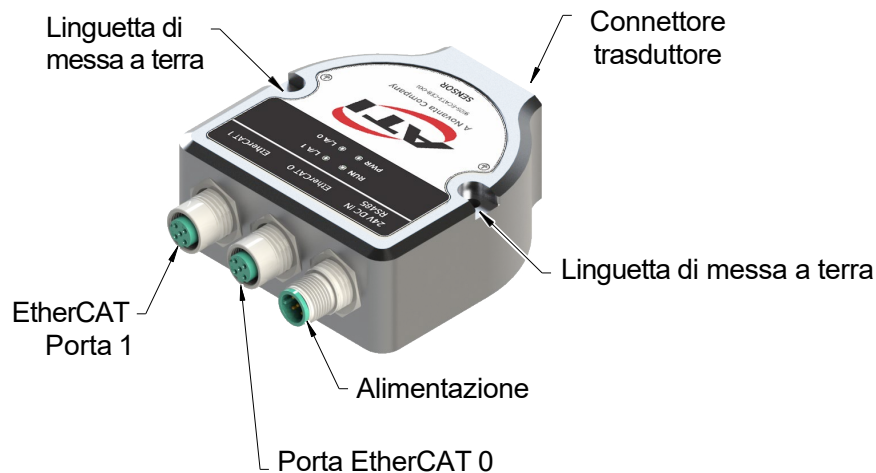
3.2 Collegamento di un trasduttore Mini o Nano

ATI offre una selezione di trasduttori più piccoli che richiedono l'uso della scatola elettronica di comunicazione ECAT3 (CEB), che ospita una scheda elettronica aggiuntiva. Questi sensori includono la serie Nano e la serie Mini. Questi sensori includono un cavo trasduttore collegato.

Materiale necessario:

- ECAT3 CEB (9105-ECAT3-CEB-001)
- (2) Adattatori Ethernet da M12 a RJ45 (9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2)
- (2) Cavi Ethernet RJ45 standard (forniti dal cliente)
- Alimentatore: Solo ECAT: 9105-NETPS-UNIV
Seriale ed ECAT: 9105-CF-MTS-DB9-LENGTH

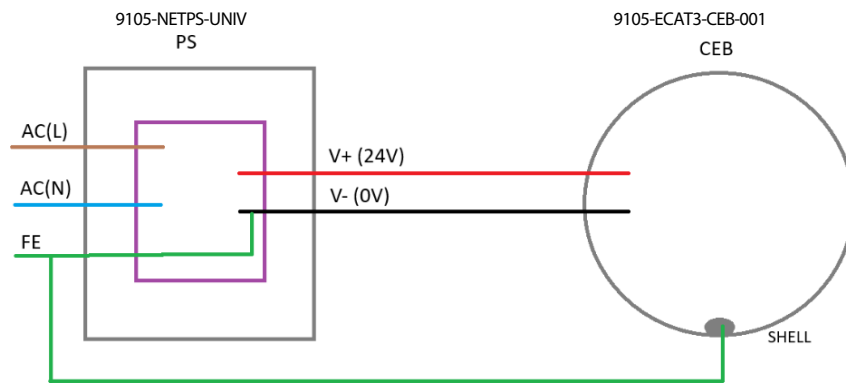
Figura 3.3—Ingressi CEB ECAT3



1. Collegare il cavo del trasduttore all'ECAT3 CEB.
 - a. Allineare il connettore maschio M12 del cavo del trasduttore con la presa femmina M12 dell'EC AT3 CEB.
 - b. Serrare il manicotto del cavo in senso orario per bloccare il connettore con una coppia di serraggio raccomandata di 0,7 Nm.
2. Collegare la porta EtherCAT 0:
 - a. Individuare la porta ECAT 0 (ECAT0 sull'etichetta) sull'ECAT3 CEB. Fare riferimento alla [Figura 3.2](#).
 - b. Collegare l'adattatore da M12 a RJ45 al CEB. Serrare completamente il manicotto per bloccare il connettore con una coppia raccomandata compresa tra 0,8 Nm e 1,0 Nm.
 - c. Collegare un cavo RJ45 standard (fornito dal cliente) all'adattatore.
 - d. Inserire l'altra estremità del cavo RJ45 nel dispositivo EtherCAT del cliente.
3. Collegare la porta EtherCAT 1:
 - a. Individuare la porta EtherCAT 1 (ECAT1 sull'etichetta) sul CEB. Fare riferimento alla [Figura 3.2](#).
 - b. Collegare l'adattatore da M12 a RJ45 al CEB. Serrare completamente il manicotto per bloccare il connettore con una coppia raccomandata compresa tra 0,8 Nm e 1,0 Nm.
 - c. Collegare un cavo RJ45 standard (fornito dal cliente) all'adattatore.
 - d. Inserire l'altra estremità del cavo RJ45 nel dispositivo EtherCAT del cliente.

4. Collegare l'alimentazione al CEB
 - a. Individuare l'ingresso di alimentazione sullo splitter. Fare riferimento alla [Figura 3.2](#).
 - b. Collegare il cavo di alimentazione al CEB.
 - c. Collegare l'alimentatore alla fonte di alimentazione del cliente.
 - d. *Opzionale*: se si utilizza il 9105-CF-MTS-DB9-X, collegare il connettore seriale DB9 all'apparecchiatura del cliente.
 - e. Messa a terra dell'alimentatore:
 - Se si utilizza l'alimentatore fornito da ATI (9105-NETPS-UNIV), la messa a terra funzionale è già collegata all'uscita V- (messa a terra CC).
 - i. Per ottenere i migliori risultati in termini di rumore, collegare il CEB allo stesso punto di terra dell'alimentatore utilizzando una sola linguetta di montaggio.
 - Se si utilizza un alimentatore CC proprio:
 - i. Collegare l'alimentazione CC (-) alla messa a terra CA come da schema sottostante.

Figura 3.4 — Schema dell'alimentazione



- ii. Per ottenere i migliori risultati in termini di rumore, collegare a terra il CEB allo stesso punto di terra del DC (-) utilizzando una sola linguetta di montaggio.

4. Funzionamento dell'interfaccia bus EtherCAT

La sezione seguente fornisce le informazioni necessarie per l'utilizzo del software per il funzionamento del sensore EtherCAT. La comunicazione con il sensore EtherCAT richiede la conoscenza degli standard e del funzionamento di EtherCAT.

L'interfaccia bus EtherCAT consente all'utente di:

- Leggere i dati di forza/coppia
- Leggere i dati degli estensimetri e le informazioni di stato
- Configurare la trasformazione dell'utensile
- Impostare le condizioni di monitoraggio
- Impostare la frequenza di taglio del filtro passa-basso
- Polarizzare il trasduttore
- Determinare quale calibrazione è attiva
- Selezionare una calibrazione da rendere attiva
- Leggere la matrice delle informazioni di calibrazione attiva, il numero di serie, ecc.
- Leggere la revisione del firmware

4.1 Uscita dati grezzi F/T

L'uscita dei dati F/T dal sensore all'interfaccia EtherCAT avviene in conteggi. L'utente deve convertire il valore da conteggi a unità (fare riferimento [alla Sezione 4.7.7.1—Conversione dei conteggi di forza/coppia in unità](#)).

4.2 Frequenza di campionamento dell'

Il firmware esegue il campionamento internamente a 1000 Hz per impostazione predefinita. Questa frequenza può essere configurata dall'utente. Fare riferimento [alla Sezione 4.7.11—Oggetto 0x7010: Codici di controllo](#) e [alla Sezione 5.2—Comando Cal.](#)

4.3 Monitoraggio della soglia

Il sistema EtherCAT3 FT consente all'utente di configurare le soglie. Per attivare una soglia, occorre innanzitutto scrivere i valori appropriati indicati [nella Sezione 4.7.4 — Oggetto 0x2060: Condizione di monitoraggio](#), quindi impostare il bit corrispondente a tale soglia nella "Mappa bit di abilitazione delle condizioni di monitoraggio" nella [Sezione 4.7.11 — Oggetto 0x7010: Codici di controllo](#).

Il software attualmente supporta una sola condizione di monitoraggio.

4.4 Filtraggio

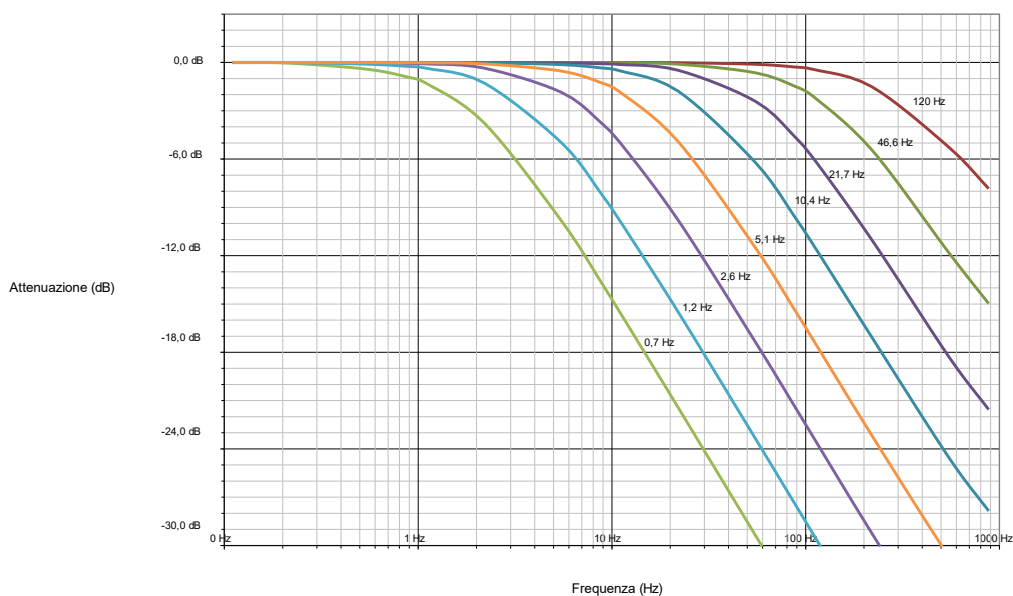
Il campo “Filter Selection” nella [Sezione 4.7.11—Oggetto 0x7010: Codici di controllo](#) controlla il coefficiente utilizzato nel filtro IIR interno. La frequenza di taglio dipende dalla frequenza di campionamento interna, definita nella [Sezione 4.2—Frequenza di campionamento](#). Le frequenze di taglio relative per i diversi valori di questo coefficiente sono:

Tabella 4.1 — Filtraggio		
Coefficiente	Frequenza di taglio (percentuale della frequenza di campionamento interna)	Frequenza ¹
0	Nessun 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. I valori sono visualizzati in base a una frequenza di campionamento ADC di 1 kHz, che è l'impostazione predefinita per i sensori ATI ECAT3.

Figura 4.1—Attenuazione del filtro a una frequenza di campionamento di 1 kHz



4.5 Trasformazione T e dello strumento

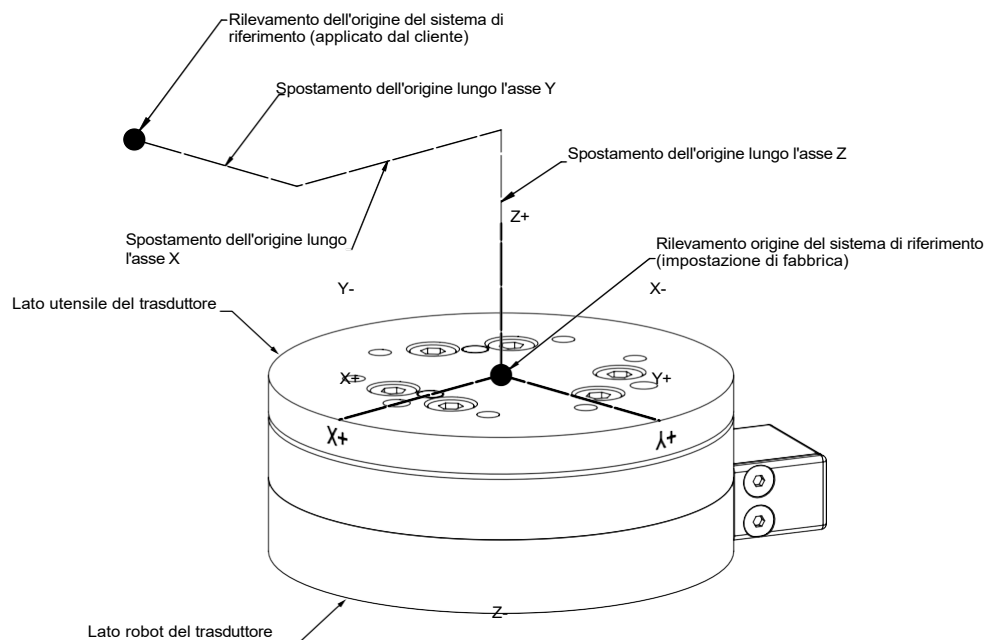
Per attivare una trasformazione utensile, scrivere innanzitutto i coefficienti di trasformazione appropriati dalla [Sezione 4.7.1—Oggetto 0x2020: Trasformazione utensile](#), quindi impostare i bit “Selezione indice trasformazione utensile” nella [Sezione 4.7.11—Oggetto 0x7010: Codici di controllo](#) per attivare tale condizione. Il software supporta una trasformazione utensile.

La funzione di trasformazione utensile consente di misurare le forze e le coppie in un punto di riferimento diverso dal punto di origine del sensore. Se all'interno di una determinata trasformazione utensile vengono specificati sia rotazioni che spostamenti, gli spostamenti vengono eseguiti per primi, nell'ordine DX, DY, DZ, mentre le rotazioni vengono eseguite successivamente, nell'ordine RX, RY, RZ.

- Spostamento DX, DY e DZ: lo spostamento lungo ciascun asse viene misurato nella componente di distanza delle unità di coppia della calibrazione, quindi se il sensore è stato calibrato per utilizzare i Newton-metro come unità di coppia, lo spostamento viene misurato in metri.
- Rotazioni RX, RY e RZ: la rotazione attorno a ciascun asse, in radianti.

Lo spostamento consente al cliente di spostare l'origine del sistema di riferimento di rilevamento lungo gli assi X, Y e Z. Lo spostamento deve essere calcolato e i valori devono essere inseriti prima della rotazione. Lo spostamento è misurato in unità impostate come Nm o in-lbs.

Figura 4.2—Spostamento dell'origine del sistema di riferimento di rilevamento



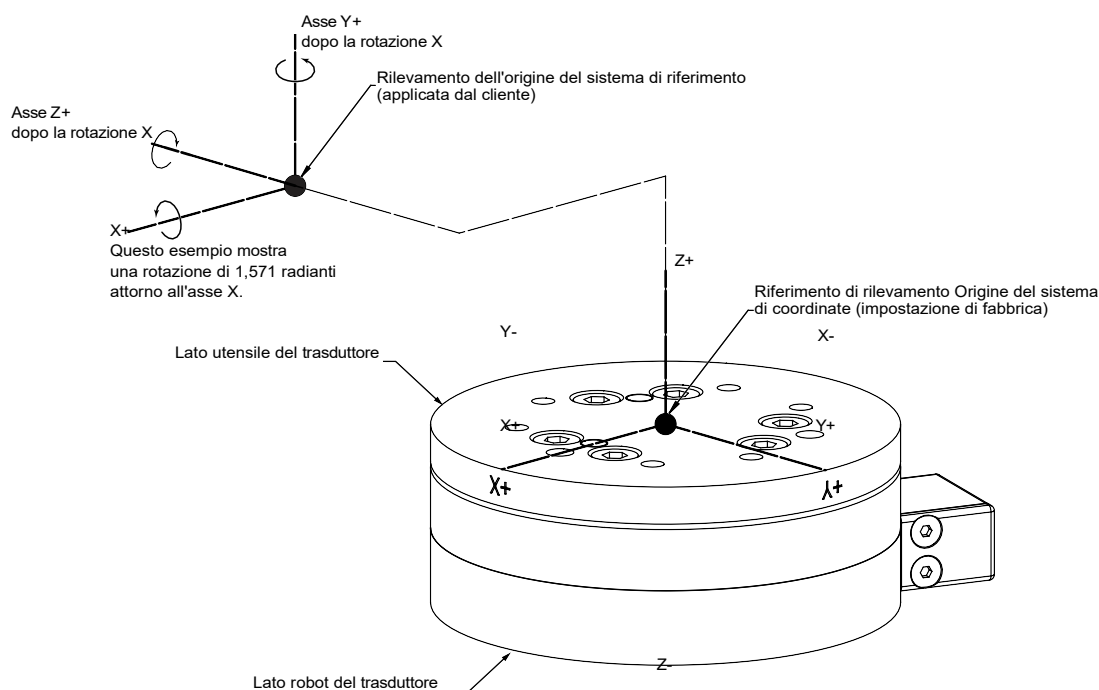
La rotazione consente al cliente di ruotare gli assi mantenendo l'origine del sistema di coordinate. La [Figura 4.3](#) mostra la direzione di rotazione attorno all'asse. La rotazione è misurata in radianti.

Quando si immette un valore per RX, RY o RZ, si ottiene quanto segue:

- Il valore RX ruoterà gli assi Y e Z attorno all'asse X nella direzione indicata (vedi [Figura 4.3](#)).
- Il valore RY ruoterà X e Z attorno a Y nella direzione indicata.
- Il valore RZ ruoterà X e Y attorno a Z nella direzione indicata.

In una trasformazione dell'utensile, l'ordine delle rotazioni è importante. La rotazione X avviene per prima, seguita dalla rotazione attorno a Y (nel suo nuovo orientamento), poi da quella attorno a Z. Pertanto, le rotazioni DEVONO essere espresse in questo ordine.

Figura 4.3—Rotazione del sistema di riferimento



4.6 Interfaccia PDO (Process Data Object)

L'interfaccia PDO viene utilizzata per lo scambio di dati in tempo reale con il sensore F/T.

- c. Mappa TxPDO / Dati in uscita
Il TxPDO combina [l'oggetto 0x6000: Dati di lettura](#), [l'oggetto 0x6010: Codice di stato](#), [l'oggetto 0x6020: Contatore campioni](#) e [l'oggetto 0x6050: Dati IMU](#).
- d. Mappa RxPDO / Dati in ingresso
La mappa RxPDO è costituita [dall'Oggetto 0x7010: Codici di controllo](#).

4.7 Oggetti del dizionario EtherCAT (dati SDO)

I dati SDO configurano il sensore e leggono i dati di produzione e calibrazione. Questa sezione elenca gli oggetti del dizionario specifici per il sensore EtherCAT F/T e alcuni oggetti che sono parte integrante dello standard definito dall'EtherCAT® Technology Group. Gli oggetti del dizionario (trattati in questa sezione) sono disponibili nel file ECAT AXIA ESI (ATI P/N 9030-05-1021), scaricabile dalla pagina web di ATI: https://www.ati-ia.com/Products/ft/software/axia_software.aspx.

4.7.1 Oggetto 0x2020: Trasformazione dello strumento " "

Questo oggetto scrivibile contiene i seguenti campi interi a 32 bit con segno:

Tabella 4.2—Trasformazione degli strumenti		
Sottoindice	Nome	Descrizione
0x01	Dx	Lo spostamento lungo l'asse x, in unità di 0,01 unità di lunghezza di calibrazione. Ad esempio, se la componente di distanza della coppia è espressa in metri, un valore Dx pari a 100 corrisponde a 1 metro.
0x02	Dy	Lo spostamento lungo l'asse y, in unità di 0,01 unità di lunghezza di calibrazione.
0x03	Dz	Lo spostamento lungo l'asse z, in unità pari a 0,01 unità di lunghezza di calibrazione.
0x04	Rx	La rotazione attorno all'asse X, in unità di 0,1 gradi; ad esempio, un valore Rx pari a 900 corrisponde a 90 gradi.
0x05	Ry	Rotazione attorno all'asse Y, in unità di 0,1 gradi.
0x06	Rz	La rotazione attorno all'asse Z, in unità di 0,1 gradi.
0x07	ttDistUnits	0=pollici, 1=piedi, 2=mm, 3=cm, 4=m
0x08	ttAngUnits	0=gradi, 1=radiani
0x09	Conferma	Utilizzare per inviare il comando.

4.7.2 Oggetto 0x2021: Calibrazione dell'

Questo oggetto consente all'utente di visualizzare la calibrazione attualmente attiva, come definita dal campo «Selezione calibrazione» nella [Sezione 4.7.11 — Oggetto 0x7010: Codici di controllo](#). L'oggetto di calibrazione contiene i seguenti campi:

Tabella 4.3 — Calibrazione				
Sottoindice	Nome	Tipo	Descrizione	
0x01	FT Seriale	STRING(8)	Il numero di serie FT, ad es. "FT01234."	
0x02	Codice articolo di calibrazione	STRING(30)	Il numero di parte della calibrazione, ad es. "SI-120-95."	
0x03	Famiglia di calibrazione	STRING(8)	Viene sempre visualizzato "ECAT"	
0x04	Tempo di calibrazione	STRING(30)	Data di calibrazione del sensore	
0x05-0x28	Matrice interna	STRING(16)	Matrice di calibrazione interna	
0x29	Unità di misura	USINT8	Valore	Unità
			0	Lbf
			1	N
			2	Klbf
			3	kN
			4	Kg
0x2a	Unità di coppia	USINT8	Valore	Unità
			0	Lbf-in
			1	Lbf-ft
			2	N-m
			3	N-mm
			4	Kg-cm
0x2b	Numero massimo di Fx	DINT	Il valore nominale massimo per questo asse, in conteggi.	
0x2c	Numero massimo di impulsi Fy	DINT	Il valore nominale massimo per questo asse, in conteggi.	
0x2d	Conteggi Fz massimi			
0x2e	Numero massimo di Tx			
0x2f	Numero massimo di Ty			
0x30	Numero massimo di Tz			
0x31	Conteggi per forza	DINT	Il numero di calibrazioni per unità di forza.	
0x32	Conteggi per coppia	DINT	La calibrazione conta per unità di coppia.	
0x33-0x3a	Dati interni	UINT16	Dati interni	
0x3b-0x40	Dati interni	DINT	Dati interni	
0x41	Intervallo massimo del calibro	DINT	Qualsiasi deformazione del sensore pari o superiore a questo livello è considerata fuori intervallo.	
0x42	Intervallo minimo del gage		Qualsiasi deformazione del gage pari o inferiore a questo valore è considerata fuori intervallo.	
0x43	Carichi di picco Fx positivo	DINT	Carico di forza positivo di picco di tutti i tempi sull'asse x	
0x44	Carichi di picco Fy positivi		Carico di forza positivo di picco massimo in assoluto sull'asse y	
0x45	Carichi di picco Fz positivi		Carico di forza positivo di picco di tutti i tempi sull'asse z	
0x46	Carichi di picco positivi Tx		Carico di coppia positivo massimo mai registrato sull'asse x	
0x47	Carichi di picco positivi Ty		Carico di coppia positivo di picco di tutti i tempi sull'asse y	
0x48	Carichi di picco Tz positivi		Carico di coppia positivo di picco di tutti i tempi sull'asse z	

Tabella 4.3—Calibrazione			
Sottoindice	Nome	Tipo	Descrizione
0x49	Carichi di picco Fx negativo	DINT	Carico di forza negativo di picco di tutti i tempi sull'asse x
0x4a	Carichi di picco Fy negativi		Carico di forza negativo di picco massimo in assoluto sull'asse y
0x4b	Carichi di picco Fz negativi		Carico di forza negativo di picco di tutti i tempi sull'asse z
0x4c	Carichi di picco negativi Tx		Carico di coppia negativo di picco massimo sull'asse x
0x4d	Carichi di picco Ty negativo		Carico di coppia negativo di picco di tutti i tempi sull'asse y
0x4e	Carichi di picco Tz negativi		Carico di coppia negativo di picco di tutti i tempi sull'asse y
0x4f	Avviso Gage Max	DINT	Qualsiasi deformazione misurata a questo livello si sta avvicinando al limite massimo dell'intervallo.
0x50	Avviso minimo estensione		Qualsiasi deformazione del gage di questo livello si sta avvicinando al limite minimo dell'intervallo.
0x51	Tempo di mantenimento	UINT	Conserva il tempo in tick ADC dopo aver rilevato un overflow della correzione del sensore, un valore del sensore fuori intervallo, la disconnessione del sensore o un valore FT fuori intervallo.
0x52	Dati di calibrazione interna	Float	Dati di calibrazione interni

4.7.3 Oggetto 0x2023: Console su EtherCAT

Questo oggetto consente all'utente di inserire comandi da console e leggere le risposte senza conversione su un'interfaccia seriale. Fare riferimento [alla Tabella 5.1](#) per un elenco completo dei comandi da console.

I seguenti campi sono disponibili nella console su EtherCAT:

Tabella 4.4—Lecture diagnostiche			
Sottoindice	Nome	Tipo	Descrizione
0x01	Comando	STRING(100)	Comando da inviare alla console.
0x02	Risposta	STRING(100)	Ultima riga stampata sulla console.
0x03	Conferma	UINT16	Scrivi "1" per eseguire il comando.
Nota: 1. Vedere la Sezione 4.2 — Frequenza di campionamento per la frequenza di campionamento degli estensimetri.			

4.7.4 Oggetto 0x2060: Condizione del monitor " "

Questo oggetto scrivibile dall'utente consente di configurare un asse, un valore di soglia e una direzione per effettuare una valutazione continua rispetto ai dati F/T correnti. Quando una condizione abilitata diventa vera, l'uscita del monitor diventa attiva e rimane tale fino al reset tramite l'impostazione del bit "Reset Monitor Condition" nella [Sezione 4.7.11—Oggetto 0x7010: Codici di controllo](#), che è mappato anche nei dati TxPDO.

I seguenti campi sono disponibili nella condizione di monitoraggio:

Tabella 4.5 — Condizione di monitoraggio			
Sottoindice	Nome	Tipo	Descrizione
0x01	Valore di soglia	DINT	Il valore di soglia con cui effettuare il confronto, in conteggi.
0x02	Asse	USINT	Valore
			0
			1
			2
			3
			4
			5
0x03	ConfrontaMaggioreDi	BOOL	Se TRUE (1): la condizione di monitoraggio è vera quando l'asse selezionato è maggiore del valore di soglia selezionato. Se FALSE (0), la condizione di monitoraggio è vera quando l'asse selezionato è minore del valore di soglia selezionato.
0x04	Conferma	UINT16	Scrivere "123" per confermare un comando.

4.7.5 Oggetto 0x2080: Letture diagnostiche

Questo oggetto di sola lettura fornisce l'accesso ai valori diagnostici. Questi valori possono essere utili durante la risoluzione dei problemi del sistema.

Nell'oggetto "Letture diagnostiche" sono disponibili i seguenti campi:

Tabella 4.6—Letture diagnostiche					
Sottoindice	Nome	Tipo	Descrizione	Limiti	Frequenza di campionamento
0x01	Rilevamento alimentazione	UINT16	Tensione di alimentazione * 10.	da 12 V a 32 V	Contesto loop ¹
0x02	Temperatura in °C * 10	INT16	Temperatura del sensore interno in gradi Celsius * 10.	Da -5 °C a 70 °C	Ciclo di background. ¹
0x03	Messaggio di stato	STRINGA (40)	Messaggio di errore con priorità più alta attuale.	N/A	N/A
Nota: 1. Vedere la Sezione 4.2 — Frequenza di campionamento per la frequenza di campionamento del sensore di deformazione.					

4.7.6 Oggetto 0x2090: Versione

Questo oggetto di sola lettura fornisce informazioni sulla versione del firmware. Nell'oggetto versione sono disponibili i seguenti campi:

Tabella 4.7 — Versione			
Sottoindice	Nome	Tipo	Descrizione
0x01	Principale	UINT16	Versione principale
0x02	Minore	UINT16	Versione secondaria
0x03	Revisione	UINT16	Revisione
0x04	Versione del boot loader	UINT32	Versione del boot loader
0x05	Versione hardware del sensore	UINT16	Versione hardware del sensore
0x06	sensorInstrument	UINT16	Dati interni di produzione

4.7.7 Oggetto 0x6000: Dati di lettura dell'

Questo oggetto di sola lettura rappresenta i dati attuali relativi a forza/coppia o al manometro. Viene mappato nei dati di ingresso TxPDO.

Nei dati di lettura sono presenti i seguenti campi:

Tabella 4.8 — Dati di lettura			
Sottoindice	Nome	Tipo	Descrizione
0x01	Fx/Gage0	DINT	Se il bit "Dati calibro" nella Sezione 4.7.11—Oggetto 0x7010: Codici di controllo è impostato, questi campi contengono i dati del calibro a 16 bit. Se il bit "Dati del calibro" è disattivato, questi campi contengono i dati del risultato F/T a 32 bit, in conteggi.
0x02	Fy/Gage1		
0x03	Fz/Gage2		
0x04	Tx/Gage3		
0x05	Ty/Gage4		
0x06	Tz/Gage5		

4.7.7.1 Conversione dei conteggi dell' e di forza/coppia in unità

I dati presenti nel registro relativi a questo oggetto sono espressi in conteggi. Pertanto, i conteggi F/T devono essere convertiti in un valore espresso in unità.

Per convertire i conteggi SDO in unità, procedere come segue:

1. Leggere il registro "Counts per Force SDO" () (fare riferimento alla [Sezione 4.7.2 — Oggetto 0x2021: Calibrazione](#), sottoindice 0x31).
2. Leggere il registro SDO "Conteggi per coppia" () (fare riferimento alla [Sezione 4.7.2—Oggetto 0x2021: Sottoindice di calibrazione](#) 0x32).
3. Verificare le unità di forza (fare riferimento alla [Sezione 4.7.2—Oggetto 0x2021: Sottoindice di calibrazione](#) 0x29).
4. Verificare le unità di misura della coppia (vedere la [Sezione 4.7.2 — Oggetto 0x2021: Sottoindice di calibrazione](#) 0x2a).
5. Leggere i conteggi F/T per la forza (vedere [Sezione 4.7.7—Oggetto 0x6000: Lettura dati](#)).
6. Leggere i conteggi F/T per la coppia (fare riferimento a [alla Sezione 4.7.7—Oggetto 0x6000: Lettura dati](#)).
7. Convertire i conteggi in unità.
 - a. Per la forza, dividere il registro del passaggio 5 per il registro del passaggio 1.
 - b. Per la coppia, dividere il registro del passaggio 6 per il registro del passaggio 2.

2. Ad esempio, un utente desidera i conteggi F/T per Fx e Tx in unità.

In primo luogo, l'utente legge i registri relativi ai sottoindici SDO pertinenti e trova quanto segue:

Tabella 4.9 — Esempio di registri per i sottoindici SDO			
SDO	Sottoindice	Registro	Descrizione ¹
0x2021	0x31	1.000.000	Conteggi per forza
0x2021	0x32	1.000.000	Conteggi per coppia
0x2021	0x29	1	Le unità di misura della forza sono Lbf.
0x2021	0x2a	2	Le unità di coppia sono Lbf-ft.
0x6000	0x01	5.214.777	Dati Fx in conteggi grezzi
0x6000	0x04	4, 214, 777	Dati Tx in conteggi grezzi
Nota:			
1. La descrizione non è riportata nell'interfaccia EtherCAT dell'utente, ma è fornita in questa tabella a titolo di riferimento.			

Quindi, l'utente converte i conteggi in unità per Fx e Tx.

Per Fx: $5.214.777 \text{ conteggi} \div 1.000.000 \text{ N/conteggi} = 5,21 \text{ N}$

Per Tx: $4.214.777 \text{ conteggi} \div 1.000.000 \text{ Nm/conteggi} = 4,21 \text{ Nm}$

4.7.8 Oggetto 0x6010: Codice di stato dell'

Questo oggetto contiene un singolo valore DINT (all'indice secondario 0), che mostra il pattern di bit del codice di stato. Vedere [la Sezione 6.2—Codice di stato del sistema](#).

4.7.9 Oggetto 0x6020: Contatore campioni dell'

Questo oggetto contiene un singolo intero senza segno a 32 bit all'indice 0, che viene incrementato ogni volta che viene letto un campione F/T (una serie completa di dati di calibrazione).

4.7.10 Oggetto 0x6030: Dati dei sensori

Questo oggetto contiene otto interi senza segno a 32 bit che rappresentano gli ultimi dati grezzi a 24 bit dei calibri da 0 a 7.

Tabella 4.10—Dati del sensore			
Sottindice	Nome	Tipo	Descrizione
0x01	Gage0	DINT	Questi campi contengono i dati di calibrazione a 32 bit.
0x02	Gage1		
0x03	Misuratore2		
0x04	Gage3		
0x05	Gage4		
0x06	Gage5		
0x07	Gage6		
0x08	Gage7		

4.7.11 Oggetto 0x6050: Dati IMU dell'

Questo oggetto di sola lettura contiene sei interi con segno a 16 bit che riportano i dati più recenti dell'accelerometro e del giroscopio.

I dati risolti possono essere estratti dai conteggi utilizzando la formula:

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

dove q è il Qpoint di quel dato.

Tabella 4.11 — Indice oggetto (esadecimale) 0x6030: Dati grezzi non corretti del sensore			
Sottoindice	Nome	Tipo	Descrizione
0x01	CalAccelX	INT16	Questi campi contengono i dati grezzi dell'accelerometro a 16 bit in conteggi. Qpoint = 8, valore scalato in m/s ² .
0x02	CalAccelY		
0x03	CalAccelZ		
0x04	CalGyroX	INT16	Questi campi contengono i dati grezzi del giroscopio a 16 bit in conteggi. Qpoint = 9, valore scalato in rad/s.
0x05	CalGyroY		
0x06	CalGyroZ		

4.7.12 Procedura di verifica della precisione dell'IMU

L'IMU dispone di una funzione di controllo automatico della precisione che monitora l'uscita dell'accelerometro. La precisione dell'accelerometro viene comunicata all'utente finale con le seguenti definizioni:

Tabella 4.12—Bit di precisione dell'accelerometro IMU			
Bit di stato 18	Bit di stato 17	Valore decimale	Descrizione
0	0	0	Inaffidabile
0	1	1	Precisione bassa
1	0	2	Precisione media
1	1	3	Precisione alta

I bit 17 e 18 del codice di stato indicano la precisione dell'accelerometro. Per ulteriori informazioni, consultare [la Sezione 6.2 — Codice di stato](#).

Sebbene sia l'utente finale a dover decidere l'esatta precisione richiesta per un'applicazione, le specifiche riportate nella scheda tecnica corrispondono al funzionamento del sensore in uno stato di elevata precisione. Se lo stato di precisione attuale segnalato è inferiore al livello desiderato dall'utente finale, è necessaria una calibrazione. La procedura può essere eseguita come descritto nel manuale [della sezione dedicata al trasduttore ATI F/T](#).

4.7.13 Oggetto 0x7010: Codici di controllo dell'

Questo oggetto, mappato nell'RxPDO per il controllo in tempo reale del sistema F/T, contiene i seguenti campi:

Tabella 4.13—Codici di controllo					
Sottoindice	Nome	Tipo	Descrizione		
0x01	Controllo 1	DINT	Bit	Funzione	
			0	1 = Imposta la polarizzazione in base al carico attuale. 0 = Utilizza l'ultimo bias impostato.	
			1	1 = Cancella lo stato della condizione del monitor. 0 = Lascia lo stato della condizione del monitor così com'è	
			2	1 = Cancella il bias 0 = Lascia il bias così com'è	
			3	1 = Uscita calibri 0-5 in PDO 0 = Uscita F/T in PDO	
			4-7	Selezione filtro	
			8-11	Selezione calibrazione: 0 = Calibrazione 0 1 = Calibrazione 1 2 = Calibrazione 2 Tutti gli altri valori sono riservati.	
			12-15	Frequenza di campionamento ADC: 0 = 500 Hz 1 = 1000 Hz (impostazione predefinita) 2 = 2000 Hz 3 = 4000 Hz 4 = 8000 Hz Tutti gli altri valori sono riservati	
			16	Salvataggio della calibrazione IMU.	
			17-19	Riservato	
			20-23	Selezione del guadagno dell'accelerometro IMU. Fare riferimento alla Sezione 4.7.13.1 — Accelerometro e giroscopio IMU	
				Valore	Guadagno
				0	Ultimo valore di guadagno impostato ¹
				1	2 g
				2	4 g
				3	8 g
			24-27	Selezione del guadagno del giroscopio IMU. Fare riferimento alla Sezione 4.7.13.1 — Accelerometro e giroscopio IMU	
Valore	Guadagno				
5	2000 DPS				
28-31	Riservato				

Tabella 4.13 — Codici di controllo				
Sottoindice	Nome	Tipo	Descrizione	
0x02	Controllo 2	DINT	Bit	Funzione
			0	Abilita controllo della condizione del monitor 0
			1-30	Riservato
			31	Controllo errori simulati

Nota:

- Dopo aver modificato l'indice di trasformazione dello strumento, si raccomanda di non aggiornare i codici di controllo per un periodo di 500 millisecondi per consentire al sensore di applicare completamente la trasformazione.

4.7.13.1 e IMU Accelerometro e giroscopio

AVVISO: Prima di trasmettere o configurare i dati dell'IMU, l'utente deve eseguire la calibrazione dell'IMU come descritto nel [manuale 9620-05 - Sezione Trasduttori](#).

L'accelerometro e il giroscopio dell'IMU Sano74 possono essere configurati tramite i bit 20-27. Sono disponibili per l'utente le sei combinazioni riportate nella [Tabella 4.14](#). Qualsiasi altra combinazione di selezioni di guadagno dell'accelerometro e del giroscopio causerà un errore.

Tabella 4.14 — Configurazioni IMU consentite	
Guadagno dell'accelerometro	Guadagno giroscopio
2g	2000 DPS
4 g	2000 DPS
8 g	2000 DPS
16 g	2000 DPS

Per trasmettere in streaming i dati IMU, consultare [la Sezione 4.7.11 — Oggetto 0x6050: Dati IMU](#).

4.8 Funzioni dei LED dell'

L'EtherCAT3 F/T include quattro LED: attività del collegamento EtherCAT0, attività del collegamento EtherCAT1, alimentazione e funzionamento. Ciascuno di questi LED può essere spento, rosso, verde o sia rosso che verde, il che può apparire come arancione.

Figura 4.4 — LED ECAT3



All'accensione, i LED scorrono una volta la seguente sequenza:

- Tutti i LED spenti
- LED LA0 lampeggia in rosso
- LED LA0 lampeggia in verde
- Il LED LA1 lampeggia in rosso
- LED LA1 lampeggia in verde
- RUN lampeggia in rosso
- PWR lampeggia in rosso
- PWR lampeggia in verde.
- Tutti i LED spenti

La tabella 4.12 illustra il comportamento dei LED durante il normale funzionamento.

Tabella 4.15 — Descrizione dell' e dei LED dei sensori ECAT3

LED	Etichetta	Stato del LED	Descrizione
Attività collegamento 0	LA0	Spento	Nessuna attività LA0
		Verde	Il LED si illuminerà di verde per cinque secondi in seguito a qualsiasi attività su LA0.
Attività collegamento 1	LA1	Spento	Nessuna attività su LA1
		Verde	Il LED si illuminerà di verde per cinque secondi in seguito a qualsiasi attività su LA1.
Stato della rete	RUN	Verde lampeggiante	Stato pre-operativo
		Singolo lampo verde	Stato operativo sicuro
		Verde fisso	Stato operativo
		Rosso	Errore
Alimentazione	PWR	Verde fisso	Nessun errore
		Rosso lampeggiante	Errore di calibrazione o di checksum.
		Rosso lampeggiante	Errore di comunicazione ECAT.
		Arancione fisso (rosso e verde)	Errore di asse fuori intervallo.
		Rosso pieno	Errore di stato grave. Riferimento Sezione 7.2 — Parola di stato.

5. Funzionamento della console

Quando il sensore è collegato all'interfaccia seriale del computer o del robot del cliente, il computer assegna al sensore una porta COM. Quindi, utilizzando una console sul computer, l'utente può comunicare con il sensore. Un elenco completo dei comandi seriali è riportato nella [Tabella 5.1](#)

Tabella 5.1 — Comandi seriali		
Comando	Comando con operandi	Descrizione
Aiuto	h	Stampa la guida
	H	
	?	
Bias	bias	Visualizza lo stato attuale del bias
	bias attivo	Attiva il bias
	bias disattivato	Disattiva il bias
	bias [valore]	Imposta il bias su un valore specifico in conteggi F/T
Pico	picco	Visualizza i picchi dei dati F/T in tempo reale e storici in unità.
	picco c	Visualizza i picchi dei dati F/T in tempo di funzionamento e totali in conteggi.
	reset picchi	Azzeramento dei picchi dei dati F/T in tempo di funzionamento.
C/S	c	Flusso continuo di valori. Riferimento 5.1.1 .
	s	Sequenza di valori. Riferimento 5.1.1 .
Insieme	set	Stampa tutti i valori dei campi di impostazione. Riferimento Sezione 4.1.2—Comando Cal
	set [campo]	Stampa il valore di un campo di impostazione specifico.
	set [campo] [valore]	Imposta un campo di impostazione specifico con il valore immesso.
	set *	Stampa i campi che sono stati modificati rispetto ai valori predefiniti.
Simerr	simerr on	Attiva il bit di stato di errore simulato. Vedere la Tabella 7.1
	simerr off	Attiva il bit di stato di errore simulato. Vedere la Tabella 7.1
Reset	reset	Resetta il processore, riportando tutti i parametri e le impostazioni ai valori predefiniti.
Salva tutto	saveall	Salva tutte le impostazioni nella memoria non volatile. Questa funzione viene solitamente utilizzata se sono state aggiornate delle impostazioni.
Stato	status	Stampa un rapporto di stato sui vari componenti del sensore
MC	mc	Stampa tutte le informazioni sullo stato delle condizioni del monitor globale.
Visualizza	view	Stampa le proprietà del rapporto di calibrazione, quali il codice articolo F/T, il numero di serie, le unità, la data di calibrazione e la famiglia di calibrazione.
	visualizza 0	Stampa le proprietà di calibrazione per la Calibrazione 0.
	vista 1	Stampa le proprietà di calibrazione per la Calibrazione 1.
	Visualizza a	Stampa le proprietà di calibrazione per la calibrazione attiva.
Diag	diag	Stampa un rapporto diagnostico contenente il numero dello strumento, le letture dello strumento in conteggi e un indicatore dello stato dello strumento. Gli indicatori includono: "w" strumento in intervallo di avviso "!" calibro in intervallo di errore "x" calibro scollegato
Sysver	Sysver	Stampa la versione del firmware.
WHOAMI	whoami	Stampa la sorgente di input della console.

Tabella 5.1 — Comandi seriali		
Comando	Comando con operandi	Descrizione
IMUSAVE	(nessuno)	Salva i dati di calibrazione dell'IMU seguendo la procedura descritta nel manuale della sezione e
ACCLCAL	ACCLCAL 2g	Imposta l'intervallo di rilevamento dell'accelerometro IMU tra +/- 2g e il giroscopio a 2000 DPS. Fare riferimento alla Sezione 5.3—Dati IMU
	ACCLCAL 4g	Imposta l'intervallo di rilevamento dell'accelerometro IMU tra +/- 4g e il giroscopio a 2000 DPS. Fare riferimento alla Sezione 5.3—Dati IMU
	ACCLCAL 8g	Imposta l'intervallo di rilevamento dell'accelerometro IMU tra +/- 8g e quello del giroscopio a 2000 DPS. Fare riferimento alla Sezione 5.3—Dati IMU
	ACCLCAL 16g	Imposta l'intervallo di rilevamento dell'accelerometro IMU tra +/- 16g e quello del giroscopio a 2000 DPS. Fare riferimento alla Sezione 5.3—Dati IMU

5.1 Comandi di interrogazione: «s» o «c»

Il comando di query avvia la trasmissione ad alta velocità dei dati FT. Il comando “s” riporta una singola riga di dati FT scalati in base ai conteggi per forza o ai conteggi per coppia. Il comando “c” riporta righe continue di dati FT che si interrompono quando l'utente tiene premuto un altro tasto, ad esempio: “Invio”, fino a quando l'emissione dei dati non cessa. Il comando “c” riporta i dati alla frequenza specificata in rdtRate.

Di seguito sono riportati esempi di un comando “S” o “C” con specificatori:

1. Esempio: S c0123

utente: S c0123

risposta: fd6b02 ff240d fe2b34 fe273d

- S: stampa una singola riga di dati.
- c: stampa i dati in conteggi.
- 0123: un numero compreso tra 0 e 6 specifica di stampare i dati relativi al numero di sensore corrispondente. Quindi 0 stamperà i dati del sensore 0 e 3 stamperà i dati del sensore 4. In questo esempio, il comando stamperà i dati dei sensori 1, 2, 3 e 4.
- I dati vengono visualizzati in esadecimale per impostazione predefinita.

2. Esempio: s >012345du

utente: s >012345du

risposta: fd6afd ff2407 fe2b2a fe272f fdb571 fec16b

- S: un comando per riportare una singola riga di dati.
- >: stamperà i dati in un formato compresso, pensato per applicazioni ad alta velocità.
- 012345: stamperà i dati relativi ai calibri da zero a sei.
- D: qualsiasi dato successivo verrà stampato in formato decimale.
- U: qualsiasi dato successivo verrà stampato in unità.

Tabella 5.2—Specificatori dei comandi S o C		
Categoria	Specificatore	Descrizione
Numero/i di calibro	0123456	Specifica i canali ADC attivi da 0 a 6. I valori grezzi vengono stampati solo in conteggi.
Asse	XYZ	Specifica i dati di forza o coppia z, y o z
	M	Specifica i dati di forza o coppia in termini di grandezza
Forza e/o coppia	F	I seguenti dati XYZM specificano la forza (impostazione predefinita)
	T	I seguenti dati XYZM specificano la coppia
Conteggi o unità	C	I dati vengono stampati in conteggi
	U	I dati vengono stampati in unità (impostazione predefinita)
Sistema numerico	D	I dati vengono stampati in formato decimale
	H	I dati vengono stampati in esadecimale, ad eccezione dei dati che vengono sempre stampati in decimale (impostazione predefinita)
Formato	<	I dati vengono stampati in un formato leggibile con colonne allineate (impostazione predefinita)
	>	I dati vengono stampati in formato compresso, destinato ad applicazioni automatizzate ad alta velocità.
Input aggiuntivi per facilitare lo sviluppo di programma software del cliente	#	Specifica un contatore di righe che visualizza un messaggio per ogni nuova riga C o S.
	@	Specifica un contatore di lettura ADC che stampa ogni volta che l'ADC viene letto.
	;	Utilizza una virgola tra i campi invece degli spazi
	S	Specifica un CRC a 16 bit.
	\$	\$ è un tag specificatore lungo che indica lo specificatore IMU. Fare riferimento alla Sezione 5.3 — Dati IMU
Risoluzione dei problemi	!	Specifica un codice di stato a 32 bit. Fare riferimento alla Tabella 6.1 .

5.2 Comando di impostazione dell'

Il comando «set» consente agli utenti di visualizzare o impostare determinate configurazioni, illustrate nella [Tabella 5.3 — Comandi «set»](#). Di seguito sono riportati alcuni esempi di comando «set» con specificatori:

1. Esempio: set baud utente:

set baud risposta: velocità di
trasmissione 115200

- Inserendo il comando set con l'operando “baud”, il sensore visualizzerà la velocità di trasmissione corrente

user: set baud 1000000

risposta: la velocità di trasmissione era 115200, ora

è 1000000 utente: saveall

risposta: Parametri salvati nel banco NVM 0
Parametri salvati nel banco NVM 1

- Inserendo un valore dopo il comando di impostazione della velocità di trasmissione, l'utente può impostare una nuova velocità di trasmissione.
- Ricordarsi di inviare un comando saveall per assicurarsi che tutte le modifiche vengano salvate nella memoria non volatile.

2. Esempio: set ttdx

utente: set ttdx risposta:

Campo	Valore
----	----
ttdx	0

- Inserendo il comando set con l'operando "ttdx", il sensore visualizzerà la distanza di trasformazione utensile attuale sull'asse X.

utente: set ttdx 1

risposta: set ttdx 1
ttdx era "0", ora è "1"

utente: salva tutto

risposta: Parametri salvati nel banco NVM 0
Parametri salvati nel banco NVM 1

- Per impostazione predefinita, le unità di trasformazione degli utensili sono i millimetri per la distanza e i radianti per l'angolo. Queste unità possono essere modificate utilizzando i comandi ttdx (unità di distanza) e ttau (unità di angolo). Fare riferimento [alla Tabella 5.3](#).
- Ricordarsi di inviare un comando saveall per garantire che tutte le modifiche vengano salvate nella memoria non volatile.

Tabella 5.3 — Comandi di impostazione

Campo	Lettura/Modifica	Esempio	Tipo di dati	Descrizione
Numero seriale	Lettura	FT00123	STRINGA(8)	Numero di serie F/T calibrato
partNum	Lettura	Num-4	STRING(30)	Codice articolo calibrazione
calFamily	Lettura	ENET	STRING(8)	Famiglia di calibrazione
CalTime	Lettura	1970-01-01 00:00	STRING(30)	Il sensore di data e ora è stato calibrato
max0	Lettura	2147483647	Intero a 32 bit senza segno	Valore massimo della forza nominale in conteggi per quell'asse.
max1				Valore nominale massimo della coppia in conteggi per quell'asse.
max2				
max3				
max4				
max5				
unità di forza	Lettura	1	Intero a 8 bit senza segno	Unità di misura della forza. 0=Lbf, 1=N, 2=Klbf, 3=kN, 4=Kg
torqueUnits		2		Unità di coppia. 0=Lbf-in, 1=Lbf-ft, 2=Nm, 3=Nmm, 4=Kg-cm, 5=kN-m
cpf	Lettura	100000	Intero senza segno a 32 bit	Conteggio di calibrazione per unità di forza.
cpt		100000		Conteggi di calibrazione per unità di coppia.
peakPos0	Lettura	2395927	Intero a 32 bit senza segno	Carichi di picco positivi. Carichi di forza e coppia positivi di picco di tutti i tempi in conteggi F/T
peakPos1		624576		
peakPos2		35521		
peakPos3		721632		
peakPos4		159210		
posizione picco 5		74910		
Punto di picco negativo 0	Lettura	-988570	Intero a 32 bit senza segno	Carichi di picco negativi. Carichi di forza e coppia negativi di picco di tutti i tempi in conteggi F/T
PeakNeg1		-2008525		
PeakNeg2		-9148784		
PiccoNeg3		-46851		
PeakNeg4		-12383		
PeakNeg5		0		

Tabella 5.3 — Comandi di impostazione				
Campo	Lettura/Modifica	Esempio	Tipo di dati	Descrizione
sensorHwVer	Lettura	0	Intero senza segno a 16 bit	Versione attiva dell'hardware del sensore
sensorInstr		1		Dati interni di produzione
paramWrites		4		Numero di volte in cui il sensore ha scritto i parametri nella NVM
adcRate	Lettura e modifica	1000 (impostazione predefinita)	Intero senza segno a 16 bit	Frequenza ADC in Hz. Deve essere 500, 1000 (impostazione predefinita), 2000, 4000 o 8000.
rdtRate		40		Frequenza di trasmissione RDT in modalità seriale continua in Hz. Questo valore può variare da 1 alla frequenza ADC.
filTc		0 (impostazione predefinita)		Codice del filtro (IIR) Questa impostazione modifica il parametro che determina il filtraggio dei dati.
calib		1	intero a 8 bit senza segno	Tre calibrazioni da utilizzare. 0, 1 o 2.
posizione		Banco	STRING(40)	Mostra la posizione fisica.
hwRev	Lettura	04	Intero senza segno a 16 bit	Numero di revisione hardware
ttdu	Lettura e modifica	0	Intero senza segno a 8 bit	Unità di misura della distanza di trasformazione dello strumento 0=pollici, 1=piedi, 2=mm, 3=cm, 4=m
ttau		0		Unità di misura dell'angolo di trasformazione dello strumento. 0=gradi, 1=radianti
ttdx	Leggi e modifica	0 (impostazione predefinita)	float	Strumento Trasforma distanze
ttdy		0 (predefinito)		
ttdz		0 (predefinito)		
ttrx		0 (predefinito)		Angoli di rotazione della trasformazione degli strumenti
ttry		0 (predefinito)		
ttrz		0 (predefinito)		
baud	Leggi e modifica	115200 (impostazione predefinita)	intero senza segno a 32 bit	Velocità di trasmissione UART. Deve essere compresa tra 300 e 3M. Tutte le velocità di trasmissione sono temporanee fino all'invio del comando saveall.
msg		0	Intero a 8 bit senza segno	0=stampa solo i messaggi richiesti 1=stampa tutti i messaggi
seriale	Lettura	0		0= EtherCAT e seriale 1=Solo modalità seriale.

Tabella 5.3—Comandi di impostazione				
Campo	Lettura/Modifica	Esempio	Tipo di dati	Descrizione
mcEnabled	Lettura e modifica	1	Intero senza segno a 8 bit	1 = abilitato, 0 = disabilitato. Condizioni del monitor globale abilitate o disabilitate.
mcOutMomen		1		0: Condizioni di monitoraggio momentanee. Il codice di uscita valido sarà attivo solo finché viene soddisfatta la soglia. Se le condizioni cambiano e la soglia non viene più soddisfatta, il codice di uscita non verrà più visualizzato. 1: Latching: il codice di uscita valido sarà attivo dopo che la soglia è stata raggiunta, anche se le condizioni cambiano e la soglia è stata raggiunta solo brevemente.
mcOutDelay		20		Ritardo momentaneo delle condizioni del monitor globale. Per quanto tempo la condizione del monitor rimarrà bloccata dopo l'attivazione. Questo valore è espresso in decimi di secondo.
mcAndCodes		1		0: Utilizza l'operatore bit a bit AND. Se tutte le condizioni di soglia impostate sono soddisfatte, la condizione del monitor si attiverà. 1: Utilizza l'OR a livello di bit. Se viene soddisfatta una qualsiasi delle condizioni di soglia impostate, la condizione del monitor si attiverà.

5.2.1 Conversione dei conteggi per forza/coppia in valori FT

Per ottenere i valori reali di forza e coppia, ogni valore di forza deve essere diviso per il fattore di conteggi per forza (cpf), e ogni valore di coppia deve essere diviso per il fattore di conteggi per coppia (cpt). I fattori cpf e cpt possono essere ottenuti utilizzando i comandi di impostazione. Fare riferimento alla [Sezione 5.2—Comando di impostazione](#). Ad esempio: se una calibrazione riporta 1.000.000 di conteggi per N e l'Fz riporta 4.500.000 di conteggi, allora la forza applicata sull'asse Z è di 4,5 N.

5.3 Dati dell'IMU ()

5.3.1 Configurazione dell'accelerometro e del giroscopio

L'accelerometro e il giroscopio dell'IMU Sano74 possono essere configurati utilizzando il comando `acclcal` (vedere [la Tabella 5.1](#)). Sono disponibili le seguenti sei combinazioni:

- `acclcal 2g`: imposta l'intervallo di rilevamento dell'accelerometro a +/- 2g e quello del giroscopio a 2000 DPS
- `acclcal 4g`: imposta il campo di rilevamento dell'accelerometro a +/- 4g e quello del giroscopio a 2000 DPS
- `acclcal 8g`: imposta l'intervallo di rilevamento dell'accelerometro a +/- 8g e quello del giroscopio a 2000 DPS
- `acclcal 16g`: imposta il campo di rilevamento dell'accelerometro a +/- 16g e quello del giroscopio a 2000 DPS

5.3.2 Streaming dei dati IMU

I dati dell'IMU relativi all'accelerometro e al giroscopio vengono trasmessi in streaming tramite comandi C/S utilizzando specificatori lunghi. La risoluzione dell'accelerometro è di 0,3 m/s e quella del giroscopio è di 3,1 dps. Dopo il tag di specificatore \$ riportato [nella Tabella 5.2](#), i specificatori lunghi definiscono i dati dell'IMU trasmessi in streaming. È possibile utilizzare ulteriori modificatori per controllare il tipo di dati. [Tabella](#) di riferimento [5.5—Specificatori IMU](#) per le opzioni di streaming dei dati IMU.

Tabella 5.4 — Specificatori IMU					
Specificatore	Nome	Modificatori ¹	Unità	Tipo	Assi
\$A	Accelerometro	C	conteggi	16 bit	XYZ
		U	m/s ²		
\$G	Giroscopio	C	conta		
		U	radians/s		
\$LA	Accelerazione lineare	C	conta		
		U	m/s ²		
\$GV	Vettore di gravità	C	conta		
		U	m/s ²		
\$AV	Velocità angolare	C	conta		
		U	radianti/s		
\$ACL	Livello di precisione dell'accelerazione lineare ²	Bit 76	0: inaffidabile 1: Bassa precisione 2: Precisione media 3: Alta precisione	8 bit	N/A
	Livello di precisione dell'accelerometro ²	Bit 54			
	Livello di precisione del giroscopio ²	Bit 32			
\$US	Contatore di microsecondi (us)	Nessuno	conteggi	32 bit	N/A
\$HDR	Invia 0x1234 per la sincronizzazione dei pacchetti	Nessuno	N/A	16 bit	N/A
\$TW	Abilita la comunicazione bidirezionale in modalità continua	N/A: Nessun dato restituito			

Note:

1. Modificatori
C: Stampa i dati IMU grezzi.
U: Stampa i dati IMU calibrati. Se un campo consente l'uso di modificatori ma non ne è presente nessuno, vengono stampati per impostazione predefinita i dati IMU calibrati.

2. Fare riferimento alla [Sezione 5.3.3 — Procedura di verifica della precisione dell'IMU](#).

Esempi:

1. Accelerometro

utente: *s \$axyz*

risposta: *s \$axyz*
-0,527 0,488 -9,965

- Inserendo il comando *s* con l'operando *\$axyz*, il sensore visualizzerà i dati di accelerazione sugli assi X, Y e Z.
- Per impostazione predefinita, i valori verranno visualizzati nei dati IMU calibrati.

2. Giroscopio

utente: *s \$gxyz*

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

- Inserendo il comando *s* con l'operando *\$gxyz*, il sensore visualizzerà i dati del giroscopio sugli assi X, Y e Z.
- I valori verranno visualizzati nei dati IMU calibrati per impostazione predefinita.

5.3.3 Procedura di verifica della precisione dell'IMU

L'IMU è dotata di un sistema di autocontrollo della precisione che monitora l'uscita dell'accelerometro. La precisione dell'accelerometro viene comunicata all'utente finale utilizzando le seguenti definizioni:

Tabella 5.5 — Bit di precisione dell'accelerometro IMU		
Descrizione	Bit	Decimale
Inaffidabile	76	0
Precisione Bassa	54	1
Precisione media	32	2
Precisione alta	10	3

Per ulteriori informazioni, consultare i bit 17 e 18 della [Sezione 6.2 — Codice di stato del sistema](#)

Sebbene sia l'utente finale a dover decidere l'esatta precisione di prestazione necessaria per un'applicazione, le specifiche della scheda tecnica corrispondono al funzionamento del sensore in uno stato di alta precisione. Se lo stato di precisione attuale riportato è inferiore al livello desiderato dall'utente finale, è possibile eseguire una procedura di calibrazione come descritto nel [manuale della Sezione Trasduttori](#).

6. Risoluzione dei problemi

Questa sezione contiene le risposte ad alcune questioni che potrebbero sorgere durante la configurazione e l'utilizzo del sensore EtherCAT. Ogni domanda o problema è seguito dalla relativa risposta o soluzione. Sono stati raggruppati per categoria per facilitarne la consultazione.

Le informazioni contenute in questa sezione dovrebbero rispondere a molte domande che potrebbero sorgere sul campo. Il servizio clienti è a disposizione degli utenti che hanno problemi o domande non trattati nei manuali.

Nota

Si prega di leggere il manuale prima di contattare il servizio clienti. Prima di chiamare, tenere a portata di mano le seguenti informazioni:

1. Numero di serie; ad esempio, FT01234)
2. Modello del sensore; ad esempio, Nano17, Gamma, Theta.
3. Calibrazione; ad esempio, US-15-50, SI-65-6.
4. Descrizione accurata e completa della domanda o del problema. Se possibile, trovarsi vicino al sistema F/T al momento della chiamata.

Come raggiungerci

ATI Industrial Automation (una società Novanta)

1031 Goodworth Drive Apex,
NC 27539 USA

www.ati-ia.com

Tel: +1 919-772-0115

Fax: +1 919-772-8259

Ingegneria applicativa

E-mail: ft.support@novanta.com

Assistenza 24 ore su 24, 7 giorni su 7: +1 855 ATI-IA 00 (+1 855-284-4200)

6.1 Errori nelle letture di forza e coppia

Dati errati provenienti dagli estensimetri del trasduttore possono causare errori nelle letture di forza/coppia. Questi errori possono comportare problemi di polarizzazione e precisione del trasduttore. Nella tabella seguente sono elencate e descritte le condizioni di base relative ai dati errati. Utilizzare questa tabella come guida per la risoluzione dei problemi.

Domanda/Problema	Risposta/Soluzione
Rumore	I picchi nelle letture grezze degli estensimetri (con il trasduttore a vuoto) superiori a 250 count sono considerati anormali. Il rumore può essere causato da vibrazioni meccaniche e disturbi elettrici, eventualmente dovuti a una messa a terra inadeguata. Può anche indicare un guasto di un componente all'interno del sistema. Assicurarsi che la tensione di alimentazione in corrente continua del sensore EtherCAT presenti un rumore sovrapposto minimo o nullo.
Deriva	Dopo la rimozione o l'applicazione di un carico, la lettura grezza del sensore non si stabilizza, ma continua ad aumentare o diminuire. Ciò può essere osservato più facilmente in modalità dati risolti utilizzando il comando di polarizzazione. La deriva è causata da variazioni di temperatura, accoppiamento meccanico o guasti interni. L'accoppiamento meccanico si verifica quando viene stabilito un collegamento fisico tra la piastra dell'utensile e il corpo del trasduttore (ad esempio, limature tra la piastra dell'adattatore dell'utensile e il corpo del trasduttore). Alcuni accoppiamenti meccanici sono comuni, come tubi flessibili e cavi collegati a un utensile.
Isteresi	Quando il trasduttore viene caricato e poi scaricato, le letture del misuratore non tornano rapidamente e completamente ai valori originali. L'isteresi è causata dall'accoppiamento meccanico (spiegato nella sezione Deriva) o da un guasto interno.
Il sensore fornisce valori inattesi.	Eseguire un controllo di precisione. Fare riferimento alla Sezione 7.6—Controllo di precisione . Se i sintomi persistono, contattare il servizio clienti ATI all'indirizzo ft.support@novanta.com .

6.2 Codice di stato dell' e di sistema

L'ECAT3 F/T esegue numerosi controlli diagnostici durante il funzionamento e riporta i risultati tramite un codice di stato del sistema a 32 bit. Ogni record F/T include questo codice di stato del sistema. Le combinazioni di bit relative a tutte le condizioni di errore presenti vengono unite tramite l'operazione OR per formare il codice di stato del sistema. Se è presente una qualsiasi condizione di errore, il bit 31 del codice di stato del sistema viene impostato.

Il bit 16 viene impostato se viene bloccata una condizione. Questo bit non indica un errore di sistema. Il codice di stato del sistema dovrebbe essere:

0x00000000 se non ci sono errori e nessuna istruzione Condition è stata violata

0x80010000 se non ci sono errori e un'istruzione Condition è stata violata.

Qualsiasi altro codice indica la presenza di un errore grave. I possibili errori e le assegnazioni dei bit sono riportati nella [Tabella 8.1](#).

Tabella 6.1—Codice di stato						
Bit	Modello di bit	Descrizione				Indica un errore?
0	00000001	Temperatura del sensore fuori intervallo. Questo bit è attivo se la temperatura del sensore non rientra nell'intervallo previsto compreso tra -5 e 70 °C.				Sì
1	00000002	Tensione di alimentazione fuori intervallo. Questo bit è attivo se la lettura della tensione di alimentazione è al di fuori dell'intervallo previsto compreso tra 12 V e 32 V.				Sì
2	00000004	Strumento guasto. Questo bit è attivo ogni volta che uno strumento indica il fondo scala positivo. Ciò indica che il collegamento elettrico allo strumento è aperto o scollegato.				Sì
3	00000008	Bit di occupato. Il firmware sta eseguendo una o più delle seguenti attività che potrebbero influire temporaneamente sui dati F/T: 1. Applicazione di una modifica all'oggetto 0x2021 2. Modifica della calibrazione in uso 3. Qualsiasi overflow della routine di servizio di interruzione (ISR) dell'ADC 4. Modifica della frequenza di campionamento dell'ADC 5. Modifica della costante di tempo del filtro 6. Scrittura sulla memoria flash				No
4	00000010	Riservato				Sì.
5	00000020	Bit di errore comune. Questo bit indica che si è verificato un errore interno.				Sì.
6-15	0000FFC0	Riservato				Sì.
16	00010000	Condizione monitor 0 Uscita				No
17-18	00060000	Bit di stato 18	Bit di stato 17	Valore decimale	Descrizione	No
		0	0	0	Inaffidabile	
		0	1	1	Precisione bassa	
		1	0	2	Precisione media	
		1	1	3	Precisione alta	
19	00080000	IMU non presente				Sì
20-25	07FE0000	Riservato				Sì
26	04000000	Avviso di fuori intervallo del sensore. Questo bit è attivo se il sensore si trova al di fuori dell'intervallo compreso tra gageMinRangeWarn e gageMaxRangeWarn.				No
27	08000000	Misura fuori intervallo. Questo bit è attivo se il valore della misura si trova al di fuori dell'intervallo compreso tra gageMinRange e gageMaxRange.				Sì.

Tabella 6.1 — Codice di stato			
Bit	Configurazione dei bit	Descrizione	Indica un errore?
28	10000000	Errore simulato. Questo bit rispecchia il bit di controllo dell'errore simulato nell'oggetto 0x7010: Codici di controllo. Viene utilizzato per testare la gestione degli errori da parte dell'utente	No
29	20000000	Errore di checksum di calibrazione. Questo bit è attivo se le calibrazioni non hanno un checksum valido quando vengono lette dall'EEPROM.	Sì
30	40000000	F/T fuori intervallo. Questo bit è attivo ogni volta che un campione di forza/coppia è fuori intervallo o matematicamente saturo.	Sì
31	80000000	Errore: questo bit è attivo ogni volta che viene impostato un codice di stato che indica un errore.	Sì

6.3 Riduzione del rumore

6.3.1 Vibrazioni meccaniche

In molti casi, il rumore percepito è in realtà una fluttuazione reale di forza e/o coppia, causata dalle vibrazioni dell'attrezzatura o del braccio del robot. Il sistema ECAT3 F/T offre filtri passa-basso digitali in grado di smorzare le frequenze al di sopra di una certa Condizione. Se ciò non fosse sufficiente, aggiungere un filtro digitale al software applicativo.

6.3.2 Interferenze elettriche

Se si osservano interferenze da parte di motori o altre apparecchiature che generano rumore, controllare i collegamenti di terra dell'ECAT3 F/T. Se non è possibile ottenere una messa a terra sufficiente o se questa non riduce il rumore, prendere in considerazione l'uso dei filtri passa-basso digitali dell'ECAT3 F/T. Verificare l'uso di un alimentatore di Classe 1 dotato di collegamento di terra.

6.4 Controllo della precisione

Eseguire le seguenti procedure dopo l'installazione iniziale del sensore sul robot e una volta all'anno a scopo di manutenzione.

AVVISO: La massa sul lato utensile può corrispondere al peso dell'utensile utilizzato nell'applicazione.

1. Fissare una massa fissa sul lato utensile del sensore F/T:
 - a. Rimuovere i cavi che formano dei ponti tra il supporto del sensore e i lati dell'utensile.
2. Accendere il sensore. Attendere 30 minuti per il riscaldamento. Ridurre al minimo le fonti esterne di variazione di temperatura.

AVVISO: Per ottenere risultati ottimali, scrivere un programma per il robot in modo che sposti il sensore e la massa in ciascuna delle seguenti posizioni in sequenza. In ogni posizione, il robot deve fermarsi per registrare l'uscita del sensore. Evitare di muovere il robot a scatti e di attendere diversi minuti tra una posizione e l'altra.

3. Spostare il robot in modo che il sensore si trovi nelle seguenti posizioni:
 - a. Registrare l'uscita del sensore, $F_{x,punto}$ $F_{y,punto}$ $F_{z,punto}$, in ogni punto senza applicare alcuna polarizzazione.
 - Punto 1: +Z verso l'alto
 - Punto 2: +X verso l'alto
 - Punto 3: +Y verso l'alto
 - Punto 4: -X verso l'alto
 - Punto 5: -Y verso l'alto
 - Punto 6: -Z su

4. Calcola $F_{x, media}$, $F_{y, media}$ e $F_{z, media}$:

- a. Utilizza le seguenti equazioni per completare i calcoli:

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

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

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

5. Per ciascuno dei 6 punti, completare il seguente calcolo:

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

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

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

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

Le masse degli utensili calcolate per tutti i (6) punti dovrebbero discostarsi l'una dall'altra di meno del doppio del valore di precisione peggiore del sensore.

- Ad esempio: la precisione nominale del sensore Axia80-M20 è pari al 2% del campo su tutti gli assi. Per un campo di 500 N su F_{xy} e un campo di 900 N su F_z , gli errori ammissibili per ogni singolo punto dati sarebbero rispettivamente di ± 10 N su F_{xy} e ± 18 N su F_z . Poiché F_z ha la tolleranza maggiore, un punto dati potrebbe essere + 18 N e un altro punto dati potrebbe essere - 18 N, per un intervallo totale (max-min) di errore pari a 36 N.
- Inoltre, la massa dell'utensile dovrebbe rientrare nei 36 N dei risultati di questo test quando è stato eseguito con un sensore nuovo.

6. Se questo test fallisce, il sensore deve essere restituito ad ATI per la diagnosi o la ricalibrazione.

7. Specifiche

In questa sezione vengono illustrate le specifiche relative all'interfaccia del sensore EtherCAT. Le specifiche relative ai diversi modelli di sensori EtherCAT, quali peso, dimensioni, temperature di esercizio e di stoccaggio, sono riportate nel manuale [della sezione 9620-05-Trasduttori](#).

7.1 Condizioni di stoccaggio e di funzionamento

Tabella 7.1 — Temperatura		
Componente	Temperatura di stoccaggio, °C	Temperatura di esercizio, °C
Elettronica EtherCAT3	da -40 a +100	da -20 a +70
ECAT3 CEB	da -40 a +100	da -20 a +70

7.2 Specifiche elettriche

Tabella 7.2 — Alimentazione		
Fonte di alimentazione ¹	Tensione	Consumo massimo di potenza
Connettore di alimentazione CC	da min. 12 V a max. 30 V	3,0 W
Note:		
1. L'ingresso di alimentazione del sensore EtherCAT3 è protetto contro l'inversione di polarità.		

7.2.1 Connettori di accoppiamento

Tabella 7.3 — Specifiche meccaniche dei connettori di accoppiamento			
Connettore	Tipo di accoppiamento	Coppia raccomandata	Coppia massima
Trasduttore standard	M12 a 5 pin, maschio	da 0,8 Nm a 1,0 Nm	3,0 Nm
Scatola di derivazione Ingresso: Cavo trasduttore	M12 a 5 pin Femmina	da 0,8 Nm a 1,0 Nm	3,0 Nm
Uscita dello splitter box: ECAT0	M12 Codifica D, maschio a 4 pin	da 0,8 Nm a 1,0 Nm	3,0 Nm
Uscita splitter box: ECAT1	M12 Codifica D, maschio a 4 pin	da 0,8 Nm a 1,0 Nm	3,0 Nm
Scatola di derivazione alimentazione / RS485	M12 a 5 pin Femmina	da 0,8 Nm a 1,0 Nm	3,0 Nm

7.3 Assegnazione dei pin del connettore

7.3.1 Splitter Box

Di seguito sono riportate le informazioni sulla piedinatura dello Splitter Box (9105-GEN3-SPLIT-001).

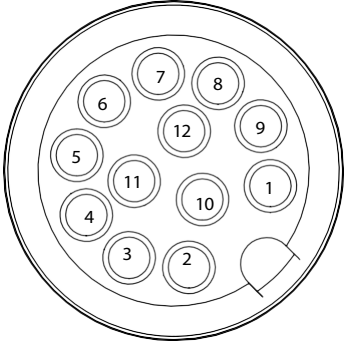
Tabella 7.4—Connettore del cavo del trasduttore dello splitter box		
Connettore	Pin	Assegnazione
	1	ECAT-OUT TX+
	2	ECAT-OUT TX-
	3	ECAT-OUT RX+
	4	ECAT-OUT RX-
	5	RS485-
	6	RS485+
	7	V- (GND)
	8	V+
	9	ECAT-IN TX+
	10	ECAT IN TX-
	11	ECATIN RX+
	12	ECAT IN RX-
	Shell	Scarico

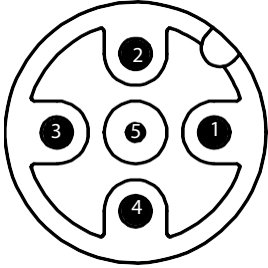
Tabella 7.5 — Connettore di alimentazione/RS485 dello splitter box		
Connettore	Pin	Compito
	1	Scarico
	2	V+
	3	V- (GND)
	4	RS485+
	5	RS485-

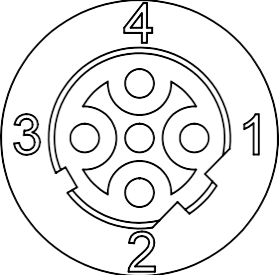
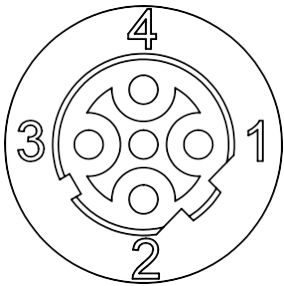
Tabella 7.6 — Connettore porta 0 dello splitter box ECAT		
Connettore	Pin	Assegnazione
	1	ECAT-IN TX+
	2	ECAT-IN RX+
	3	ECAT-IN TX-
	4	ECAT-IN RX-

Tabella 7.7 — Connettore porta 1 dello splitter box ECAT		
Connettore	Pin	Assegnazione
	1	ECAT-OUT TX+
	2	ECAT-OUT RX+
	3	ECAT-OUT TX-
	4	ECAT-OUT RX-

7.3.2 ECAT3 CEB

Di seguito sono riportate le informazioni relative alla piedinatura dell'ECAT3 CEB (9105-ECAT3-CEB-001).

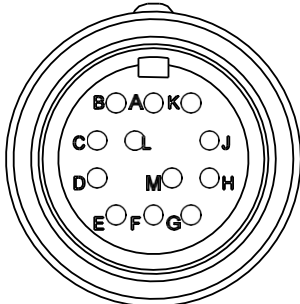
Tabella 7.8—Connettore del trasduttore ECAT3 CEB		
Connettore	Pin	Assegnazione
	B	G4
	C	G5
	D	G2
	E	G3
	F	G0
	G	G1
	J	-VSG
	K	+VSG

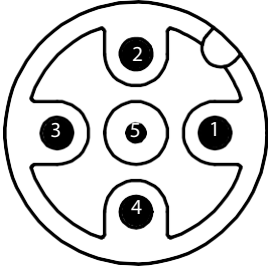
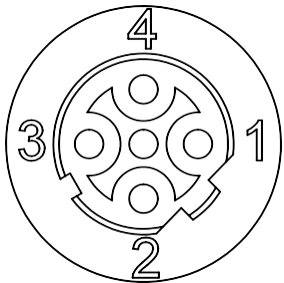
Tabella 7.9 — Connettore di alimentazione/RS485 ECAT3 CEB		
Connettore	Pin	Assegnazione
	1	Scarico
	2	V+
	3	V- (GND)
	4	RS485+
	5	RS485-

Tabella 7.10 — Connettore porta ECAT 0/porta ECAT 1 di ECAT3 CEB		
Connettore	Pin	Assegnazione
	1	ECAT-IN TX+
	2	ECAT-IN RX+
	3	ECAT-IN TX-
	4	ECAT-IN RX-

8. Disegni

I disegni sono disponibili sul [sito web di ATI](#) o contattando un rappresentante ATI.