



# Linee Guida per gli Encoder rotativi

*Maggio 2014*



# **Linee Guida per gli Encoder rotativi**

***Maggio 2014***

---



## SOMMARIO

---

<b>1.</b>	<b>Introduzione.....</b>	<b>04</b>
<b>2.</b>	<b>Cos'è un encoder e come si utilizza.....</b>	<b>04</b>
2.1	Encoder ottici.....	05
2.2	Encoder a variazione di campo magnetico/elettrico.....	05
2.3	Caratteristiche.....	06
<b>3.</b>	<b>Componenti principali del sistema Encoder.....</b>	<b>07</b>
3.1	Disco e sistema di misura.....	07
3.2	Interfacce.....	07
3.2.1	Interfaccia meccanica.....	07
	Esempi di accoppiamenti encoder / macchine.....	08
3.2.2	Interfaccia elettronica.....	09
	Metodi di misura.....	10
	Tipi di segnale.....	11
	Tipi di Interfaccia.....	14
	Bus di campo.....	17
3.3	Parametri fondamentali.....	20
<b>4.</b>	<b>Informazioni di prodotto.....</b>	<b>22</b>
<b>5.</b>	<b>Standard e normativa.....</b>	<b>23</b>
5.1	Esempi di specifiche standard.....	23
5.2	Normativa di riferimento.....	24
5.2.1	La sicurezza funzionale.....	25
<b>6.</b>	<b>Le aziende del Gruppo Encoder di ANIE Automazione .....</b>	<b>27</b>

### **1. Introduzione**

---

Il Gruppo Componenti e Tecnologie per la Misura e il Controllo di ANIE Automazione è composto da aziende specializzate nelle tecnologie della sensoristica e del controllo dei processi industriali, ripartite in specifici gruppi di lavoro (Encoder, Safety, Sistemi di Visione, RFID, Wireless e Networking industriale) le cui attività si articolano su: analisi delle dimensioni e trend del mercato; aspetti tecnici connessi alla tecnologia; la promozione e la comunicazione.

Il gruppo di lavoro Encoder ha realizzato il presente opuscolo al fine di tracciare un quadro generale e sintetico sullo stato dell'arte della tecnologia, con particolare riferimento alla terminologia di base, alle principali specifiche utilizzate e agli standard di riferimento, con l'intenzione di fornire le linee guida per agevolare la comunicazione tra produttori e utilizzatori.

Si offre quindi agli utenti un documento di semplice lettura che introduce le tecnologie presenti oggi sul mercato degli encoder rotativi.

### **2. Cos'è un encoder e come si utilizza**

---

L'encoder è un dispositivo elettromeccanico che converte la posizione angolare meccanica del suo asse rotante in posizione angolare elettrica sotto forma di segnale elettrico numerico digitale e/o analogico.

Collegato ad opportuni circuiti elettronici e con appropriate connessioni meccaniche, l'encoder è in grado di misurare spostamenti angolari, movimenti rettilinei e circolari nonché velocità di rotazione e accelerazioni. Esistono varie tecniche per il rilevamento del movimento angolare: capacitiva, magnetica, induttiva, potenziometrica e fotoelettrica. Gli encoder si possono classificare nelle seguenti categorie:

- ottici,
- a variazione di campo magnetico/elettrico.

Gli encoder vengono principalmente impiegati nei seguenti settori applicativi: controllo dei processi industriali, robot industriali, macchine utensili, strumenti di misura, confezionamento, plotter, laminatoi e macchine per il taglio delle lamiere, bilance e bilici, antenne, telescopi, impianti ecologici, macchine da stampa e da imballaggio, macchine tessili e conciarie, gru, carri ponte, presse, macchine per la lavorazione del legno, della carta, del marmo, del cemento, del vetro ecc.

## 2.1 Encoder ottici

I modelli più utilizzati sfruttano la tecnica fotoelettrica e possono essere di tipo incrementale o di tipo assoluto.

Il tipo incrementale è costituito da un disco trasparente sulla cui superficie sono stati ricavati numerosi settori opachi ugualmente distanziati e da un rilevatore ottico (es. una forcella ottica) che provvede a rilevare il diverso comportamento ottico della superficie del disco. Quando il disco viene messo in rotazione si generano una serie di impulsi ottici che vengono rilevati e convertiti da un circuito elettronico.

Un encoder di tipo assoluto è costruttivamente e funzionalmente identico a un encoder incrementale. La differenza sta nel tipo di disco utilizzato che riporta un codice che viene ottenuto, come per l'encoder incrementale, sfruttando il contrasto tra aree trasparenti e opache sul disco stesso. La discriminazione degli impulsi viene effettuata attraverso la lettura di tale codice.

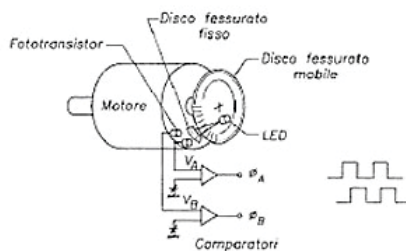


Figura 1 - Encoder ottico

## 2.2 Encoder a variazione di campo magnetico/elettrico

In questa categoria rientrano tutti gli encoder che non usano il principio di funzionamento descritto precedentemente. Ad esempio, il sistema a riluttanza magnetica è basato sulla misura dei cambiamenti di resistenza del circuito magnetico causati dal passaggio dei denti della ruota calettata sull'albero del motore. Il sistema a banda magnetica utilizza un sensore magnetico che rileva il campo proveniente da un tamburo ricoperto superficialmente con un materiale per registrazioni sul quale sono stati incisi i segnali di posizione.

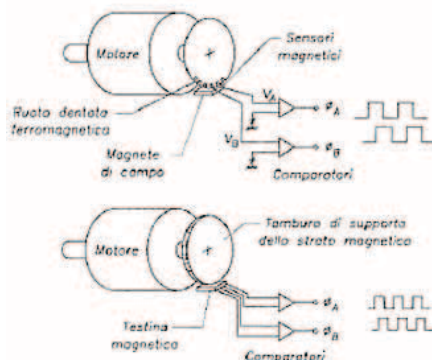


Figura 2 - Sistemi a riluttanza e a banda magnetica

## ANIE Automazione

Altro esempio è quello dell'encoder capacitivo il cui funzionamento si basa sull'interazione, all'interno di una custodia schermata, di un campo elettrico modulato nel tempo e nello spazio, da un rotore modellato in maniera sinusoidale.

Il campo elettrico viene integrato completamente su tutta la superficie rotorica (scansione olistica) e convertito in un segnale di corrente. Tale segnale viene processato al fine di fornire tensioni di uscita proporzionali al Seno e Coseno della rotazione angolare.

In pratica la posizione angolare del rotore (stampo di polimero) influenza l'interazione capacitiva (il dielettrico) tra le due armature (PCB) che viene convertita in segnali elettrici proporzionali.

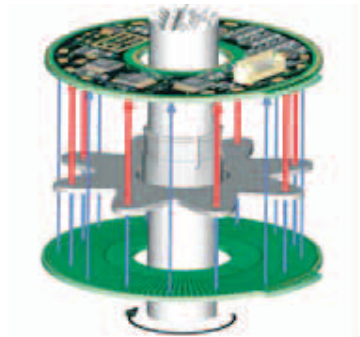


Figura 3 - Encoder capacitivo

### 2.3 Caratteristiche

Caratteristiche elettriche:

- Risoluzione;
- Tipo di segnale, circuito elettronico nello stadio di uscita (standard, a collettore aperto, push pull, particolari "line driver");
- Con e senza indicazione di zero;
- Tensione di alimentazione o suo campo di variazione;
- Corrente assorbita;
- Versione (sistema ottico di lettura monodirezionale, bidirezionale, campo di variazione della temperatura di funzionamento e di immagazzinaggio);
- Connessione (a cavo o a connettore);
- Velocità elettrica o frequenza di taglio.

Caratteristiche meccaniche:

- Peso;
- Velocità meccanica;
- Coppia di avviamento;
- Momento di inerzia del rotore;
- Resistenza all'urto e alla vibrazione;
- Carico radiale e assiale sull'albero;
- Vita dei cuscinetti;
- MTBF (Mean Time Between Failure).

## 3. Componenti principali del sistema Encoder

Il sistema per la misurazione dell'angolo di rotazione è composto da una interfaccia meccanica di accoppiamento all'applicazione, da un disco (o altra sorgente di lettura), da sensori elettronici, e da un'interfaccia elettronica.

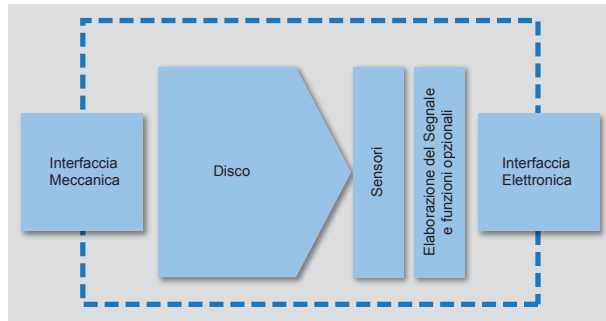


Figura 4 - Schema composizione sistema misurazione angolo di rotazione

### 3.1 Disco e sistema di misura

Nel caso dei sistemi incrementali, il numero di divisioni (tacche) del disco è generalmente definito come numero di impulsi.

Un sistema incrementale trasforma una rotazione costante dell'albero del motore in un segnale periodico. La periodicità dipende dalla risoluzione (numero di tacche) del disco. Nel caso degli encoder incrementali, non esiste a priori una posizione di riferimento assoluta del segnale di misura. Un segnale di riferimento supplementare (impulso zero) può essere utilizzato per definire la posizione iniziale in modo univoco. Spesso i sistemi incrementali vengono utilizzati per il controllo della velocità e della direzione mentre per il controllo dei posizionamenti necessitano di sistemi ausiliari esterni (es. proximity, memoria esterna, contatore esterno ecc.).

Un sistema assoluto trasforma la posizione dell'albero motore in un segnale codificato univoco per ogni posizione all'interno dell'angolo giro ed all'interno di un predefinito numero di giri. Tali sistemi vengono utilizzati per gli stessi fini cui sono destinati gli encoder incrementali, ma in aggiunta permettono anche il posizionamento indipendente da sistemi ausiliari esterni di supporto.

È inoltre possibile combinare questi due sistemi di misura. Queste combinazioni sono utilizzate da azionamenti/inverter o PLC/controlli per semplificare l'architettura meccanica ed elettrica dell'applicazione.

### 3.2 Interfacce

#### 3.2.1 Interfaccia meccanica

L'interfaccia meccanica è dotata di un asse che trasferisce il movimento rotatorio al rotore, di una flangia, destinata all'accoppiamento meccanico e che può essere di tipo fisso, quadra o servo, e



## ANIE Automazione

di un "case" ovvero l'involucro dell'encoder. Sono disponibili sia i sistemi ad albero maschio che sistemi ad albero cavo e/o passante.

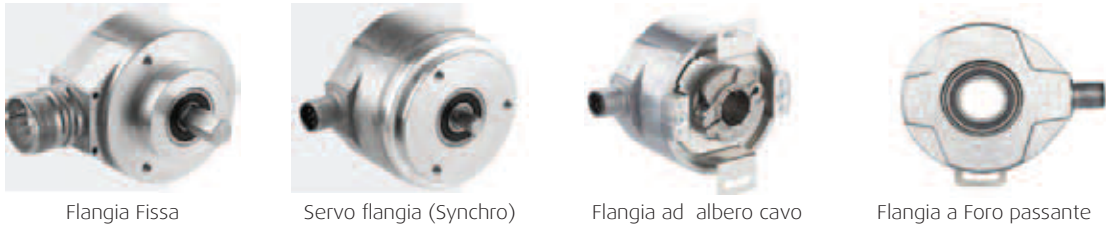


Figura 5 - Esempi di attacchi meccanici

Le principali caratteristiche che definiscono il sistema meccanico sono:

- il numero massimo di giri al minuto, ovvero la velocità massima di rotazione;
- il carico assiale/radiale ammissibile sull'albero, ossia la più grande forza continua o alternata che è possibile applicare all'albero senza superare i limiti di errore specificati o senza compromettere la funzionalità del cuscinetto.

Elementi di connessione meccanica, in particolare la connessione tra albero motore e albero encoder (giunti), sono comunemente usati per il corretto utilizzo dell'encoder rotativo.

## Esempi di accoppiamenti encoder / macchine

*Encoder ad albero sporgente accoppiato con giunto elastico*

Ottima soluzione per accoppiamenti ad alberi macchina disassati o con run-out accentuato, ma riduzione della rigidità e precisione

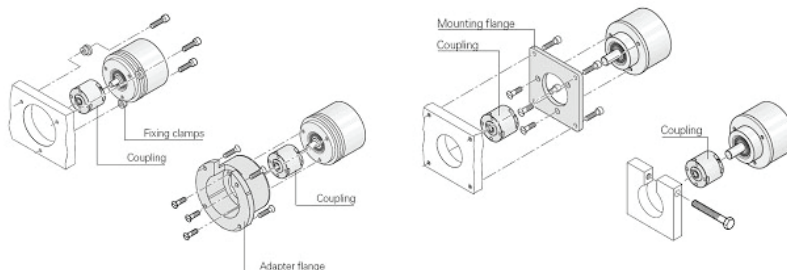


Figura 6 - Encoder ad albero sporgente accoppiato con giunto elastico

*Encoder ad albero cavo*

Ottima soluzione per accoppiamento motore, garanzia di rigidità e precisione.

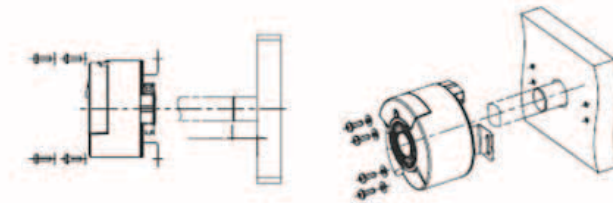


Figura 7 - Encoder ad albero cavo

*Encoder ad albero cavo passante*

Ottima soluzione per accoppiamento motore per applicazioni dinamiche e con frequenti inversioni, garanzia di rigidità e precisione.

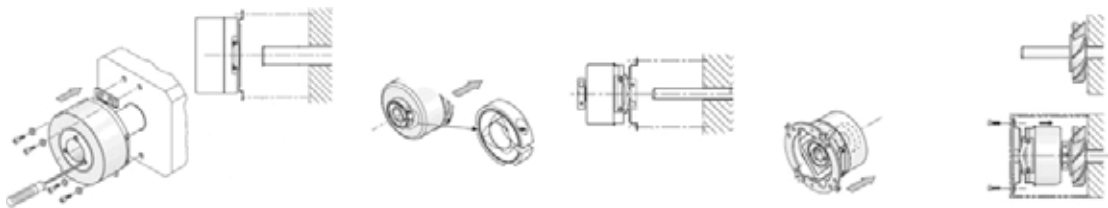


Figura 8 - Encoder ad albero cavo passante

*3.2.2 Interfaccia elettronica*

L'interfaccia elettronica viene utilizzata sia per l'alimentazione dell'encoder sia per la trasmissione dei dati tra l'encoder ed il sistema di elaborazione dati esterno (PLC, contaimpuls, indicatori di velocità e angolari). Il circuito elettronico può elaborare anche dati opzionali come i segnali diagnostici e informazioni relative alla posizione, alla velocità, alle camme, alla localizzazione del rotore come feedback per l'anello di controllo della posizione, alla commutazione delle fasi del motore.

### Metodi di misura

#### *Metodi di misura incrementali*

La figura 9 rappresenta un disco incrementale utilizzato in un encoder rotativo. In aggiunta alla traccia graduata più esterna, vi è un ulteriore tacca di riferimento che da origine al cosiddetto impulso di zero o di riferimento. Gli encoder incrementali normalmente usano un codice a barre composto da campi chiaro/scuri di uguale larghezza. Per un movimento relativo del disco ottico rispetto al sistema di rilevamento (solitamente un fototransistor negli encoder con tecnologia ottica) il sistema di acquisizione riceverà una certa quantità di impulsi ottici che convertirà in segnali elettrici (canali). Sfalsando le superfici sensibili alla luce del sistema di rilevamento, i cosiddetti incrementi sulla scala sono scansionati due volte e generano due segnali elettrici con uno sfasamento di  $\pi/2$  corrispondente a 90 gradi (un quarto di periodo). E' così possibile riconoscere il senso di rotazione o il movimento della scala graduata rispetto al sistema di rilevamento. E' anche possibile generare segnali sinusoidali, che possono essere poi digitalizzati o interpolati, per ottenere una più alta risoluzione. Contando i passaggi dallo zero del segnale sinusoidale o le frazioni di periodo durante l'interpolazione si misura lo spostamento relativo.

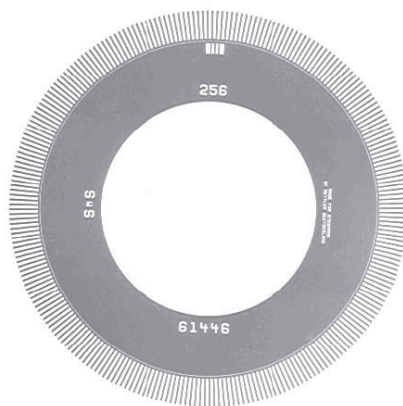


Figura 9 - Disco incrementale con tacca di riferimento (in alto)

#### *Segnale di riferimento*

Dal momento che, con sistemi di misura incrementale si determina solo il movimento relativo e non la posizione assoluta, nella maggior parte dei casi viene applicata una tacca di riferimento sulla scala incrementale (vedi Fig. 9). Superata questa tacca viene generato in uscita un segnale di riferimento, il cosiddetto impulso di zero. Questo valore viene associato a una certa posizione assoluta o un certo valore angolare. Per determinare questa posizione assoluta, dopo l'accensione dell'encoder, il sistema deve prima essere mosso fino al superamento della tacca di riferimento. Questo metodo di misura è chiamato quasi-assoluto.

La fasatura dell'impulso elettrico di Zero dell'encoder con un impulso elettrico proveniente da un sensore posizionato in campo (esempio proximity) permette di effettuare la cosiddetta procedura di Homing macchina.

### Metodi di misura assoluti

Al contrario del sistema di misura incrementale, nel sistema di misurazione assoluto è sempre disponibile un particolare valore di posizione o valore angolare, vale a dire che il valore della posizione viene mantenuto anche dopo una caduta di tensione. Ciò richiede che le informazioni posizionali siano disponibili sulla scala, in forma codificata.

I codici che si ottengono sono binari poiché, a causa dei campi chiaro/scuro, possono essere accettati solo due valori di codice. La figura 10 mostra un disco con all'esterno i codici a barre incrementali e all'interno il codice assoluto stabilito. I codici assoluti sono prodotti dalla scansione delle diverse tracce e campi di codice, rispettivamente, disposti trasversalmente o longitudinalmente rispetto alla direzione del movimento. Nel codice Gray, vengono lette tutte le tracce di codice trasversali alla direzione di movimento. Se  $n$  è il numero di tracce, allora si ottengono "n bit" pari a  $2^n$  differenti valori di posizione.

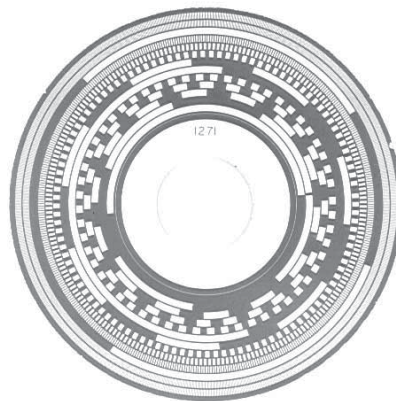


Figura 10 - Disco con codice Gray e tracce incrementali esterne

### Tipi di segnale

#### Segnali incrementali onde quadre TTL

Encoder con uscita TTL integrano l'elettronica che digitalizza i segnali sinusoidali di scansione con o senza interpolazione.

I segnali incrementali sono trasmessi come treni di impulso a onda quadra A e B sfasati di  $90^\circ$  elettrici. Il segnale di riferimento è costituito da uno o più impulsi di riferimento Z legato con i segnali incrementali. Inoltre, l'elettronica integrata produce i segnali inversi  $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$ ,  $\bar{Z}$  per la trasmissione a prova di rumore. La sequenza dei fronti di salita e discesa dei segnali A e B fornirà all'utilizzatore l'informazione di direzione corrente.

La distanza tra due punti di salita successivi dei segnali incrementali A e B è un passo di misura.

L'elettronica deve essere progettata per rilevare ogni fronte di un impulso a onda quadra.

I segnali TTL hanno un segnale logico alto pari a  $5 V_{DC}$  ed un segnale logico basso pari a  $0 V_{DC}$  indipendentemente che la tensione di alimentazione sia  $5 V_{DC}$  o  $24 V_{DC}$ .

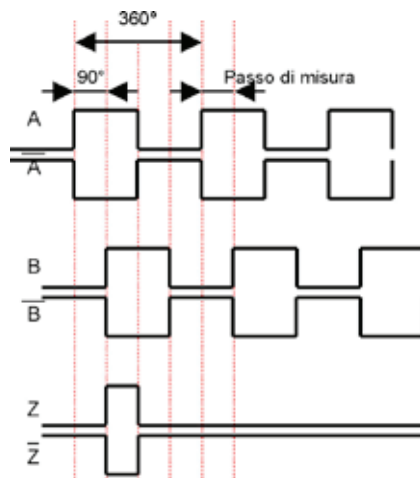


Figura 11 - Segnali incrementali onde quadre TTL

*Segnali incrementali HTL (push, pull e open collector)*

Encoder con uscita HTL integrano l'elettronica che digitalizza i segnali sinusoidali di scansione con o senza interpolazione.

I segnali incrementali sono trasmessi come treni di impulso a onda quadra A e B sfasati di 90° elettrici. Il segnale di riferimento è costituito da uno o più impulsi di riferimento Z che sono legati con i segnali incrementali. Inoltre, l'elettronica integrata produce i segnali inversi  $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$ ,  $\bar{Z}$  per la trasmissione a prova di rumore.

La sequenza dei fronti di salita e discesa dei segnali A e B fornirà all'utilizzatore l'informazione di direzione corrente.

I segnali HTL hanno un segnale logico alto pari a  $24 V_{dc}$  ed un segnale logico basso pari a  $1 V_{dc}$  per una tensione di alimentazione intorno ai  $24 V_{dc}$ . Il livello logico alto viene influenzato dalla tensione di alimentazione in maniera quasi proporzionale.

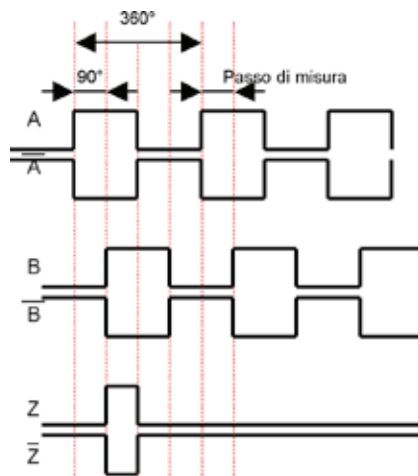


Figura 12 - Segnali incrementali HTL

### Segnale incrementale sinusoidale $1 V_{pp}$

Encoder con uscita sinusoidale  $1 V_{pp}$  forniscono segnali di tensione che possono essere interpolati per ottenere un'elevata risoluzione lato controllore / azionamento.

I segnali incrementali sinusoidali A and B sono sfasati di  $90^\circ$  elettrici e hanno un'ampiezza in genere di  $1 V_{pp}$ .

È importante notare come la reale ampiezza di ogni singolo canale (esempio A) sia di c.a.  $0,5 V_{pp}$ . L'elaborazione differenziale lato azionamento del segnale A ed A determinerà successivamente l'ottenimento del segnale avente ampiezza  $1 V_{pp}$ .

Il segnale di riferimento è costituito da uno o più impulsi di riferimento Z che sono legati con i segnali incrementali e la cui ampiezza è solitamente la metà del valore dei segnali A e B o addirittura un segnale logico digitale di pari ampiezza elettrica.

I segnali in uscita dell'interfaccia  $1 V_{pp}$  di solito sono interpolati nell'inverter/drive o nell'elettronica di elaborazione del segnale al fine di raggiungere risoluzioni sufficientemente elevate. Per il controllo della velocità, i fattori di interpolazione sono comunemente oltre 1000 in modo da ricevere informazioni utilizzabili velocità anche a bassa velocità.

**Esempio:** da un encoder con 1024 sinusoidi/giro in ingresso ad un azionamento con un interpolatore a 12 bit si possono ottenere  $1024 \times 2^{12} = 4.194.304$  informazioni al giro.

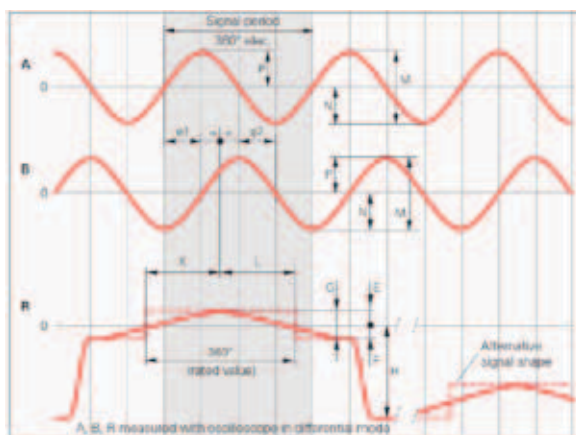


Figura 13 - Segnali incrementali  $1 V_{pp}$

### Segnali di Commutazione per Commutazione Sinusoidale

I segnali di commutazione C e D sono presi dalla cosiddetta traccia Z1 e formano un periodo di seno o coseno per giro.

Hanno un'ampiezza di segnale in genere di  $1 V_{pp}$  a  $1 k_{\Omega}$ . Il circuito di ingresso nell'inverter/drive o elettronica di elaborazione del segnale è lo stesso per l'interfaccia  $\sim 1 V_{pp}$ . La resistenza di terminazione richiesta di Z0 è  $1 k_{\Omega}$  anziché  $120 \Omega$ .

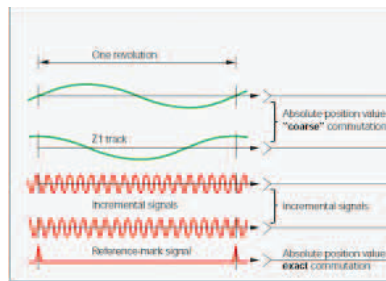


Figura 14 - Commutazione elettronica con traccia Z1

*Segnali di Commutazione per Block Commutation*

I segnali di Block Commutation U, V e W sono derivati da tre tracce assolute separate. Sono trasmessi come segnali a onda quadra in livelli TTL.

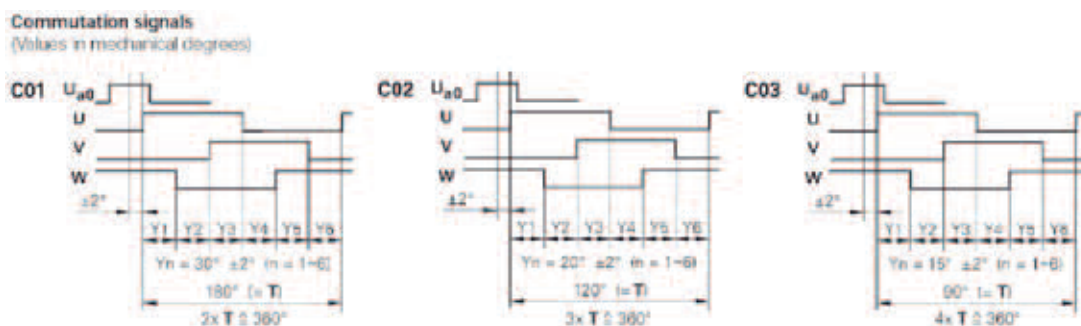


Figura 15 - Segnali di commutazione

**Tipi di Interfaccia**

*Interfaccia BiSS*

L'interfaccia bidirezionale digitale per sensori BiSS assicura la comunicazione tra trasduttori di posizione e un controllore (ad es. azionamento) e la trasmissione simultanea fino ad un massimo di 8 valori di posizione (quote).

Il Master dell'interfaccia fornisce i segnali di clock di 1-8 Slave per la lettura dei valori di posizione e la successiva trasmissione seriale-sincrona dei dati.

Sono necessari soltanto 4 conduttori unidirezionali secondo RS422; l'elettronica dello Slave ridotta al massimo è contenuta in un unico circuito integrato all'interno del trasduttore/sensore.

Quando il Master invia un segnale di clock sulla linea MA lo Slave risponde direttamente con il dato della posizione. Comandi o parametri possono essere scambiati con un clock di tipo PWM, seppure questo non sia strettamente necessario per l'avvio della trasmissione BiSS.

Il Master può apprendere e compensare i ritardi di segnale di ogni pacchetto dati e quindi raggiungere una frequenza di trasmissione di 10 Mbit/s con cavi lunghi fino a 100 m.

Vengono pertanto compensate eventuali variazioni delle caratteristiche del cavo ad es. in movimento.

La precisione di sincronismo tra più encoder su assi diversi è inferiore ad 1 microsecondo; il master inoltre rende accessibile al controllore i ritardi di trasmissione rilevati per un'ulteriore ottimizzazione.

Il protocollo BiSS classifica tutti i partecipanti in una delle seguenti aree di dati: Dati Trasduttore, Dati Multi-ciclo, Dati di Registro.

La possibilità di configurazione delle aree in quanto a performance di trasmissione e accesso permette l'adeguamento a diversi tipi di sensori.

Lo scambio bidirezionale di parametri per la configurazione del trasduttore o eventuali parametri OEM avviene normalmente nell'area Dati di Registro. Dati con bassa variabilità come conteggio giri o temperatura motore sono generalmente allocati nell'area Dati Multi-ciclo, mentre i dati ad alta variabilità come la posizione angolare dell'encoder interessano l'area Dati Trasduttore.

Tempi di ciclo del controllore entro 10  $\mu$ s sono pertanto garantiti anche con Dataword fino a 64 bit. Il protocollo lascia ampio spazio per la ridondanza normalmente usato per implementare il CRC (Cyclic Redundancy Check).

Il dato del sensore è compreso tra un bit di start ed uno di stop e viene trasmesso alla massima velocità possibile del sistema; un singolo bit per i Dati Multi-ciclo è opzionale.

### Interfaccia

EnDat è un'interfaccia digitale, bidirezionale idonea per tutti i sistemi di misura lineari o angolari. E' disponibile in due varianti di encoder che nascono dallo stesso protocollo EnDat 2.2 innovazione del precedente protocollo EnDat 2.1:

- Encoder EnDat01 o EnDat02 con doppio segnale in uscita incrementale 1V<sub>pp</sub> e assoluto,
- EnDat Encoder EnDat22 o EnDat21 con segnale assoluto full digital.

Il segnale digitale è in grado di trasmettere valori di posizione e molti altri segnali di funzionamento encoder e parametri aggiuntivi come leggere e aggiornare le informazioni dell'applicazione dove è collocato memorizzate nell'encoder, o salvare nuove informazioni.

Grazie al metodo di trasmissione seriale, sono richieste solo quattro linee di segnale. I dati vengono trasmessi in sincronia con il segnale di CLOCK nell'inverter/drive o elettronica di elaborazione del segnale. Il tipo di informazione da trasmettere (valori di posizione, parametri, diagnostica, ecc.) viene selezionato attraverso comandi inviati dall'inverter/drive o elettronica di elaborazione del segnale, da qui il discorso della bidirezionalità di comunicazione.

EnDat 2.2 ha dato la possibilità dell'introduzione della compensazione del ritardo di propagazione del segnale svincolandosi dall'effetto capacitivo del cavo di trasmissione e permettendo di raggiungere velocità garantite fino a 8/16 MHz con lunghezze cavi 100 m.



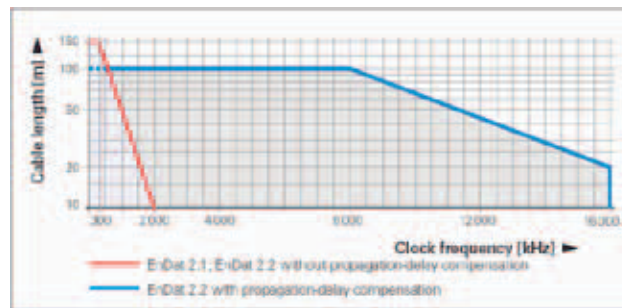


Figura 16 - EnDat 2.1, EnDat 2.2

### Interfaccia **HIPERFACE<sup>®</sup>** **DSL**

L'interfaccia Hiperface DSL acronimo di **H**igh **P**ERformance Inter**F**ACE **D**igital **S**ervo **L**ink è l'evoluzione completamente digitale di Hiperface standard.

Hiperface DSL<sup>®</sup> è un'interfaccia digitale sincrona bidirezionale, multi-canale, in grado di trasferire oltre alle informazioni di posizione e velocità, anche segnalazione di eventi, parametri dell'applicazione nonché dati di processo (istogrammi di temperatura, accelerazione e molto altro). L'unicità di Hiperface DSL<sup>®</sup> è quella di poter trasmettere le informazioni sopra indicate e l'alimentazione al sistema di motor feedback su soli 2 fili inseriti all'interno del cavo di potenza del motore. Il requisito minimo richiesto per questa configurazione per una trasmissione fino a SIL 3 sia nel singolo giro che nel multigiro (fino a 100 m di distanza) è l'utilizzo di un comune doppino twistato ad impedenza controllata (110  $\Omega$ ) ed un trasformatore per impulsi lato azionamento.

Una capacità di aggiornamento dell'informazione di velocità e posizione pari a 11,95  $\mu$ s sincrona con il ciclo di controllo dell'azionamento e priva di jitter permette ai costruttori di motori e azionamenti di realizzare uno scambio dati rapido e sicuro su un unico connettore lato motore anziché i due tradizionali previsti da altre interfacce.

Caratteristiche:

- Soli due fili all'interno del cavo di potenza del motore (informazioni di posizione e velocità ed alimentazione sugli stessi conduttori)
- Fino Safety Integrity Level 3 (SIL3) sia nell'informazione di velocità che di posizione nel singolo e multigiro
- Pacchetto dati DSL sincrono con ciclo di controllo dell'azionamento (jitter-free) senza la necessità di ulteriori fili (no clock)
- 11,95  $\mu$ s per l'aggiornamento del valore di posizione e velocità
- PTC direttamente collegabile al sistema di Motor feedback
- Sensor Hub configurabile, per convogliare/comandare informazioni provenienti da sensori esterni (accelerometri, PTC, comandi di attuazione freno, alimentazioni supplementari, ecc.)

## Interfaccia SSI

L'interfaccia seriale sincrona SSI viene utilizzata per trasferire dati digitali da un dispositivo periferico ad una unità centrale (PLC o Host), tramite un numero di connessioni minime rispetto alle risorse necessarie al trasferimento dello stesso in modo parallelo, riducendo il costo del cablaggio ed il rischio di eventuali errori.

Questa interfaccia rispetta lo standard di comunicazione RS422 che presenta una elevata immunità ai disturbi sia di modo comune che indotti, potendo raggiungere distanze di comunicazione tra periferica e PLC di lunghezza notevole.

Il PLC invia sulla linea di clock un determinato numero di impulsi detto pacchetto di impulsi o burst. Tale azione fa sì che in sincronia con questo pacchetto di impulsi, l'encoder invii i bit necessari alla formazione del dato.

Il formato dati può variare da 13 a 25 bit anche se sono già disponibili versioni oltre i 30 bit per venire incontro alle esigenze del mercato.

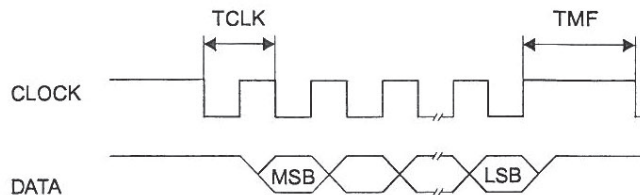


Figura 17 - Segnali di CLOCK con interfaccia SSI

TCLK è la frequenza di trasmissione del segnale di CLOCK. Questa sequenza può variare da un massimo di 2 MHz ad un minimo di 100 kHz, valori che sono strettamente collegati alla distanza di collegamento e al numero di utilizzatori connessi sulla linea.

TMF rappresenta il tempo di ripristino tra una trasmissione e la successiva. Questo tempo viene normalmente impostato ad un valore di circa 16  $\mu$ sec. Il suo valore deriva dal tempo di ciclo del clock a frequenza minima (TCLK) incrementato del 50%.

A seguito di esigenze specifiche dovute alla velocità, alla necessità di una riduzione del tempo tra una trasmissione e la successiva o ad un PLC lento nell'acquisizione dei dati dalle periferiche, questo valore può essere opzionalmente modificato.

## Bus di campo

Per l'interfaccia di comunicazione industriale vengono utilizzate soluzioni consolidate legate all'impiego dei più comuni bus di campo quali, ad esempio, CANopen, CANopen Safety, DeviceNet, ProfiBus, PROFIsafe.

Si sono anche affacciate sul mercato soluzioni con ethernet che hanno il vantaggio di allinearsi ad un trend piuttosto consolidato nelle comunicazioni industriali di convergenza verso ethernet come unica rete di fabbrica riducendo la complessità ed aumentando l'integrazione e le prestazioni dell'impianto di automazione. Ci sono diversi approcci alla generazione "REAL-TIME" con differenze cruciali su come i vari sistemi in Ethernet industriale organizzano il trasferimento dati e la sua gestione in tempo reale.

## **ANIE Automazione**

### *Comunicazione CANopen Safety*

Il protocollo CANopen Safety (CiA304), sviluppato da CAN in Automation (CiA) e successivamente pubblicato come standard europeo e disponibile come EN 50325-5 dal CENELEC e dagli organismi di normazione nazionali. Il protocollo CANopen Safety è un'estensione del protocollo CANopen standardizzato in EN 50325-4, noto anche come CiA 301.

CANopen Safety è progettato per consentire comunicazioni relative alla sicurezza basate su CAN secondo IEC/EN 61508. Il TÜV tedesco ha approvato il protocollo per l'utilizzo di sistemi che richiedono Safety Integrity Level 3 (SIL 3). I dispositivi di sicurezza usano il Safety-related Data Object (SRDO), che permette una comunicazione uno a molti.

I messaggi SRDO vengono periodicamente trasmessi in rete e qualsiasi altro dispositivo di sicurezza interessato al dato può utilizzarlo senza la necessità di un master centralizzato. Un SRDO consiste di due messaggi CAN: il primo messaggio CAN contiene i dati effettivi e secondo messaggio CAN viene trasmesso su un diverso identificatore con il contenuto di dati bit-wise invertito. Ciò rende il protocollo molto efficiente in quanto consente l'uso di piccoli ed economici microcontrollori e non richiede il calcolo del CRC (Cyclic Redundancy Checksum).

### *Comunicazione Ethercat*

Di EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology) esiste anche una versione che trasmette sulla linea dati anche l'alimentazione detta POE (PowerOverEtherCAT).

EtherCAT è basato sul metodo di somma di frame, il master trasmette frame Ethernet contenenti dati per tutti i nodi della rete. Questo frame, passa attraverso tutti i nodi in sequenza, e quando arriva all'ultimo nodo di una sezione, ritorna indietro. I nodi elaborano i dati contenuti nel frame quando sono attraversati e oltre a leggerne il contenuto, aggiungono il loro feed-back. Per poter supportare una banda di 100Mbits/s, è necessario utilizzare speciali ASIC o dispositivi su base FPGA, che permettono una rapida elaborazione dei dati nel momento del loro passaggio.

La topologia delle reti EtherCAT è sempre concepita come un anello logico. Tutti i telegrammi EtherCAT contenenti informazioni per i singoli nodi sono inseriti all'interno della zona riservata ai dati del frame EtherCAT.

Ogni frame è composto da un "intestazione" (header) e diversi comandi EtherCAT, ognuno dei quali comprende le proprie "intestazioni", istruzioni per gli slave e contatori, con dimensioni utili per l'indirizzamento fino a 64kbytes per ogni slave. L'indirizzamento è auto-progressivo, ma può avvenire anche tramite stazioni.

### *Comunicazione Ethernet/Ip*

Questo protocollo è essenzialmente basato sul protocollo CIP (Common Industrial Protocol), precedentemente usato per DeviceNet e ControlNet.

Ethernet/IP sfrutta l'hardware standard usato per ethernet, usando il trasferimento dati TCP/IP e UDP/IP, e grazie alle funzionalità del protocollo CIP, ha diversi meccanismi a sua disposizione, quali il time o event trigger o connessioni punto-punto. Il protocollo CIP differenzia tra messaggio I/O impliciti e telegrammi richiesta/risposta espliciti per la configurazione e l'acquisizione dati.

Mentre messaggi espliciti sono accorpate in frame TCP, l'invio di dati in applicazioni in tempo reale avviene tramite UDP, con formati più compatti e overhead più piccole. Ethernet/IP raggiunge un livello di performance di soft real time, con cycle time di circa 10ms. Per andare a controllare dispositivi tipo servo motori vengono sfruttati CIP sync e CIP motion e la sincronizzazioni dei nodi secondo norme IEEE 1588.

### *Comunicazione Powerlink*

POWERLINK è un protocollo completamente free, indipendente da costruttori e completamente basato su software, in grado di raggiungere performance di hard real time. POWERLINK ha integrato completamente i meccanismi del CANopen e rispetta in toto gli standard Ethernet IEEE 802.3. POWERLINK usa una serie di timeslot per raggiungere il trasferimento di dati isocrono, e per assicurare coordinazione nelle trasmissioni, viene usato un PLC o PC industriale, chiamato Managing Node (MN). Questo gestore regola i cycle time per sincronizzare tutti i dispositivi in rete e controllare le comunicazioni dati. Tutti gli altri dispositivi operano come nodi controllati (CN), venendo interrogati secondo una sequenza fissa. Un ciclo di POWERLINK è diviso in tre periodi: durante il "periodo di avvio", il MN invia un frame "Start of Cycle" (SoC) a tutti i CN per sincronizzare tutti i dispositivi. Il jitter è di circa 20ns.

Lo scambio di dati isocrono avviene nel secondo periodo, chiamato "periodo ciclico". Il terzo periodo, segna l'inizio della fase asincrona, che abilita il trasferimento di pacchetti dati quali, per esempio, i dati utenti o frame TCP/IP. POWERLINK si adatta molto bene con ogni tipo di applicazione nell'ambito dell'automazione, comprese I/O, motion control e nella robotica.

### *Comunicazione Profinet*

PROFINET ("PROcess Field NETwork") è scisso in diverse classi di performance in base alla richiesta di velocità: PROFINET RT per il soft real time, o PROFINET IRT per performance hard real time.

Il successore su base Ethernet di PROFIBUS DP, PROFINET I/O specifica tutti i trasferimenti tra i controller I/O, come anche le parametrizzazioni, diagnostica e i vari layout della rete. Per poter coprire le diverse classi di performance, PROFINET fa' libero uso del principio produttore/consumatore ricorre ai vari protocolli e servizi. Carichi di dati ad alta priorità vengono inviati tramite protocollo Ethernet, viaggiando in frame con VLAN, dove, per esempio configurazioni o diagnostiche sono inviati tramite UDP/IP.

Questo permette al sistema di raggiungere cycle time di circa 10ms per applicazioni I/O. Cycle time con clock sincronizzato sotto 1ms, come richiesto in applicazioni motion control, sono raggiunte da sistemi PROFINET IRT, che implementano switches sincronizzati basati su time-multiplex, chiamati Dynamic Frame Packing (DFP), che permettono ad utenti di scegliere tra le diverse varianti di PROFINET in base ai cycle time richiesti.

### *Comunicazione PROFIsafe*

Il protocollo PROFIsafe è nato con l'obiettivo di ridurre la probabilità di errore nella trasmissione dei dati fino al livello SIL3 certificato. Facilmente realizzabile, è compatibile con applicazioni che già

## ANIE Automazione

utilizzano Profibus e Profinet; consente infatti la coesistenza su un unico canale di messaggi standard e di sicurezza sui bus preesistenti, senza precludere la possibilità di separazione fisica tra comunicazioni standard e di sicurezza.

Omologato per le comunicazioni wireless (Wlan e Bluetooth), PROFIsafe è utilizzabile su dorsali Ethernet industriali aperte e offre elevata disponibilità, bassa dissipazione di potenza e tempi di risposta brevi (ms); è indipendente dai canali di trasmissione (cavi di rame, fibre ottiche, wireless) visti come "black channel", dalle velocità di trasmissione e dai meccanismi di rilevamento degli errori.

I parametri sono definiti e ottimizzati, come per Profibus e Profinet, nel file GSD (General Station Description). PROFIsafe, basandosi sulla comunicazione ciclica tra controllore di bus e dispositivi di campo, permette il rilevamento immediato di ogni dispositivo guasto mediante "polling". La relazione di comunicazione tra il controllore di bus e i dispositivi di campo è 1:1. Il byte di controllo del messaggio dall'host e il byte di stato da un determinato dispositivo servono a sincronizzare il trasmettitore e il ricevitore. Il numero sequenziale non viene trasmesso nel messaggio di PROFIsafe: il trasmettitore e il ricevitore utilizzano i propri contatori sincronizzati con il byte di controllo o di stato. Il controllo della sincronizzazione avviene tramite l'inclusione dei valori del contatore nel calcolo del CRC (Cyclic Redundancy Checksum).

### *Comunicazione Sercos III*

Il SERCOS III è, come EtherCAT, basato sul metodo di somma di frame. In ogni ciclo, i dati da tutti i nodi della rete sono inviati con un unico telegramma che viaggia da un nodo all'altro, lungo tutta la rete, collettando i dati di tutti i nodi che incontrano. Il trasferimento delle somme di frame sono regolate dal clock del master che è tipicamente una implementazione hardware speciale. Per l'attuazione slave, SERCOS III ha optato per una tecnologia FPGA aperta.

### **3.3 Parametri fondamentali**

Per poter definire correttamente un encoder ed il relativo riferimento occorre identificare le seguenti caratteristiche:

- Tipo di encoder
  - incrementale o assoluto
- Tipo d'installazione meccanica
  - flangia fissa, servo, vite, albero cavo (cieco o passante)
- Diametro o forma del corpo encoder
- Canali (per gli encoder incrementali)
  - Monodirezionale con o senza zero, bidirezionale con o senza zero
- Codice (per gli encoder assoluti)
  - Gray, Binario, Bcd
- Risoluzione

## ANIE Automazione

- Numero degli impulsi/passi giro
- Elettronica
  - NPN, PNP, Push-Pull, Line Driver
- Alimentazione
  - 5 V, 10-30V ...
- Tipo di collegamento elettrico
  - Cavo o connettore assiale o radiale
- Diametro dell'alberino o diametro del foro negli encoder ad albero cavo o passanti

Per l'utilizzo di un encoder rotativo sono importanti diversi parametri:

- Il campo di misura
  - di un sistema incrementale è l'ampiezza dell'angolo definito dal numero di impulsi per giro di un albero. L'ampiezza dell'angolo è minore o uguale a 360°.
  - di un sistema assoluto è l'ampiezza d'angolo in cui si identifica una posizione da un unico segnale in uscita. L'ampiezza dell'angolo può essere inferiore, superiore o uguale a 360° (ad esempio, con sistemi multigiro).
- Il passo di misura
  - Nel caso dei sistemi incrementali, il passo di misura è il periodo del segnale di uscita. Il numero dei periodi è pari al numero di tacche o linee per rotazione sul disco.
  - Nel caso di un sistema assoluto, il passo di misura è il più piccolo movimento angolare del rotore che provoca un cambiamento nel segnale di uscita.
- Errore di posizione nell'arco di un periodo del segnale: è la deviazione massima della misura tra la curva caratteristica dell'angolo / segnale e il valore dell'angolo misurato tra due passi di misura cioè all'interno di un periodo del segnale.
- Errore di posizione: è la deviazione massima della misura tra la curva caratteristica dell'angolo / segnale e il valore dell'angolo misurato sull'intero angolo giro (comprese le tolleranze di produzione su tutta l'area di misura).

Inoltre, nel caso di encoder rotativi assoluti:

- Il codice di uscita è l'unica crittografia della misurazione dei valori secondo una particolare impostazione delle preferenze di uscita a livello di interfaccia di misura dell'angolo di rotazione. In pratica, i vari codici sono utilizzati in parallelo nell'encoder rotativo (ad esempio, il codice Gray) o nei sistemi di bus di campo (sono usati sistemi di bus diversi, come PROFIBUS e CANbus).
- La frequenza di uscita massima è la frequenza del sistema per misurare l'angolo di rotazione al quale è assicurata la corretta sequenza dei valori di codice (se la misura viene ricodificata nella forma codificata).

- La sequenza di codice che indica la direzione della rotazione del codice di uscita corrisponde ai valori di crescita.
- Condizioni ambientali
  - Il range di temperature di lavoro indica i limiti di temperatura dell'ambiente e del territorio circostante che non possono essere superati. Le condizioni ambientali devono essere rispettate.
  - Il range di temperature di conservazione indica i limiti di temperatura tra i quali l'encoder rotativo può essere immagazzinato o trasportato senza danni.

## 4. Informazioni di prodotto

---

Per rendere più facile l'identificazione, secondo il progetto di norma di ZVEI, cataloghi e manuali di istruzioni dovranno riportare le seguenti specifiche:

- Specifiche di identificazione
  - Nome del fabbricante o del luogo di origine;
  - Tipo di sensore o altro identificativo per determinare il sistema per misurare l'angolo di rotazione e per consentire all'utente di ottenere le informazioni necessarie dal fabbricante o dal suo catalogo;
  - I fabbricanti dovranno specificare quali norme gli encoder rotativi devono rispettare;
  - Parametri fondamentali degli encoder (vedi punto 3.3).
- Etichette
  - Le etichette devono essere generalmente attaccate ai prodotti, con particolare attenzione per una buona adesione e la leggibilità. Prodotti di piccole dimensioni possono avere le etichette attaccate al cavo o un tag permanentemente collegato al cavo.
- Connessioni nella spina o sul cavo devono essere chiaramente e permanentemente identificabili per tutta la durata di vita prevista.
- Il fabbricante deve specificare le condizioni per l'installazione, il funzionamento e la manutenzione del sistema per misurare l'angolo di rotazione nella sua documentazione o cataloghi.
- Dimensioni e condizioni di installazione sono specificate nella documentazione del produttore.
- I documenti di cui sopra devono contenere i dettagli della frequenza e l'entità della manutenzione, se necessario.

## 5. Standard e normativa

### 5.1 Esempi di specifiche standard

N°	Dati tecnici e parametri	Unità	Incrementale	Assoluto
<b>Caratteristiche meccaniche</b>				
1	Dimensioni	mm	X	X
2	Peso	kg	X	X
3	Momento di inerzia del rotore	kg m <sup>2</sup>	X	X
4	Coppia iniziale	Nm	X	X
5	Carico albero ammissibile del sistema di rotazione angolare - assiale - radiale quando il punto di applicazione della forza è specificato	N N	X	X
6	Movimento dell'albero ammissibile dell'elemento drive - movimento radiale statica e dinamica - movimento assiale statica e dinamica - movimento angolare statico e dinamico, perpendicolare all'asse di rotazione	mm mm rad o mm/mm	X	X
7	Massimo di esercizio	giri/min	X	X
<b>Caratteristiche metrologiche</b>				
8	Campo di misura	rad, ° o giri		X
9	Numero di passi per giro <sup>1)</sup>	Segnale di periodo o rad o ° o bit per giro		X
10	Totale deviazione campo di misura	rad o °		
11	Deviazione del passo di misura	rad o °	X	X
<b>Interfacce con follow-up di elettronica</b>				
12	Codice di uscita			
13	Sequenza del segnale e modello di codice sotto definite condizioni <sup>2)</sup>			
14	Segnale di riferimento - quantità Posizione	X		
15	Max. Frequenza di uscita	Hz	X	X
16	Interfaccia elettrica	da definire	X	X



17	Campo di tensione	V	X	X
18	Consumo di corrente o di potenza in funzione	A W	X	X
19	Filo del segnale <sup>3)</sup> - lunghezza - diametro - raggio minimo di curvatura Massima lunghezza della linea	m mm mm m	X	X
Condizioni ambientali				
20	Livello di sporco			
21	Grado di protezione secondo EN 60529		X	X
22	Temperatura di esercizio	°C	X	X
23	Temperatura di stoccaggio	°C	X	X
24	Umidità relativa con la specificazione se la condensazione è ammissibile (sì o no)	%	X	X
25	Resistenza agli urti secondo DIN IEC 60068 Parte 2-27		X	X
26	Resistenza alle vibrazioni secondo DIN IEC 60068 Parte 2-6		X	X
27	EMC			
28	Tensione di isolamento			
29	Impulsi di tensione			

Tab. 1: Specifiche per i sistemi di misura angolari con segnali incrementali e/o assoluti

1) Nel caso dei sistemi per la misurazione dell'angolo di rotazione con un intervallo di misurazione <360° le specifiche dipendono dal campo di misura.

2) Specifica tipica, ad esempio, in senso orario e in senso antiorario rispetto all'albero.

3) Informazioni specifiche fornite dal produttore su come il tipo e la struttura della linea dovrebbero essere considerati, ad esempio, twisted pair, attenuazione, ...

## 5.2 Normativa di riferimento

I riferimenti sotto riportati riguardano i principali standard connessi agli encoder rotativi. Nei casi in cui è riportata la data, solo l'edizione specificata del documento è applicabile, altrimenti si considera l'ultima edizione del relativo documento (comprese le eventuali modifiche).

### DIN 1319 Parte 1

Concetti di base della metrologia; Concetti generali di base

### DIN 1319 Parte 2

Concetti di base di metrologia; Concetti per l'utilizzo di strumenti di misura

### DIN 1319 Parte 3

Concetti di base di metrologia; misurazioni valutazione di una singola misura ed espressione di incertezza

## ANIE Automazione

<b>DIN 1319 Parte 4, 1999-1902</b>	Concetti di base di metrologia; valutazioni di misurazioni, Concetti per l'incertezza di misura e per la valutazione degli strumenti di misura e apparecchiature di misura
<b>DIN 2257 Parte 1</b>	Terminologia utilizzata nella metrologia dimensionale, unità, attività, controllo degli strumenti, concetti metrologici
<b>DIN 32.876 Parte 2</b>	Misurazione lineare elettrica con la ricezione digitale della quantità misurata, concetti, requisiti, prove
<b>DIN IEC 60068 Parte 2-6</b>	Ingegneria elettrica; procedure di base di analisi ambientali; test Fc e linee guida: Vibrazioni, sinusoidale, corrisponde a IEC 68-2-6: 1982 (data 1985)
<b>DIN IEC 60068 Parte 2-27</b>	Ingegneria elettrica: procedure di base di analisi ambientali; test Ea e linee guida: Urti, identico a IEC 68 - 2-27: 1987
<b>DIN VDE 0470 Parte 1</b>	Grado di protezione per gli alloggiamenti (Codice IP); (IEC 529 1989, 2a edizione), versione tedesca EN 60 529: 1991 (da verificare)
<b>EN 60068 Parte 2-27</b>	Ingegneria elettrica: procedure di prove ambientali di base; Prove, test Ea e guida: Shock; corrisponde a IEC 68-2-27: 1987
<b>DIN EN 60.629 2.000-09</b>	Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
<b>EN 61158, 1993</b>	Bus di campo standard per l'impiego in sistemi di controllo industriali
<b>EN 50170, 1.997-7</b>	Sistema di comunicazione campo universale
<b>DIN 19245, 1.993-5</b>	Misura ad anello aperto e controllo close-loop; PROFIBUS; bus di campo di processo
<b>ISO 11898, 1.995-8</b>	Veicoli di traffico - scambio di informazioni digitali
<b>EN 50.325, 2.001-5</b>	Sottosistema di comunicazione industriale, basato su ISO 11898 (CAN)
<b>EN 50.254, 1.999-7</b>	Sottosistema di comunicazione ad alta efficienza per i piccoli pacchetti di dati
<b>EIA / TIA 232 F, 1997</b>	Interfaccia tra le apparecchiature di terminazione dati e apparecchiature di terminazione circuiti di dati che utilizzano serie di interscambio dati binari
<b>TIA/EIA-422-B, 1.994-5</b>	Descrizione dell'interfaccia
<b>TIA/EIA-485-A, 1.998-3</b>	Descrizione dell'interfaccia

### 5.2.1 La sicurezza funzionale

La Direttiva macchine europea 2006/42/CE è entrata in vigore alla fine del 2009, sostituendo la precedente Direttiva macchine 98/37/CE. Contemporaneamente, è stato introdotto il nuovo safe-

ty standard, che ha portato alcuni cambiamenti fondamentali nella qualificazione della sicurezza per tutti i componenti della macchina che contribuiscono a una funzionalità in questo ambito.

Secondo la norma EN ISO 13849-1, sono due gli aspetti essenziali da considerare a questo proposito.

Prima di tutto l'esame probabilistico di una funzione di sicurezza necessita di informazioni sulla frequenza di malfunzionamento dell'encoder e sulle capacità del controllo (esterno od interno all'encoder stesso) di riconoscere inequivocabilmente l'errore.

Le norme attuali individuano alcuni parametri importanti per definire l'aderenza agli standard safety richiesti:

- PFH e PFHD: probabilità di un guasto pericoloso per ora (misurato in h-1); i due acronimi hanno lo stesso significato e vengono usati entrambi

Nella norma EN ISO 13849-1 si utilizza il seguente acronimo:

- MTTFd: tempo medio al guasto pericoloso (misurato in ore)

Infine, nella norma EN ISO 61508-5-2 viene considerata anche la copertura diagnostica (DC), che indica la probabilità con cui certi difetti possono essere rilevati. La percentuale dei difetti non rilevati dà il valore PFHD.

Consideriamo l'esempio di un asse safety. Gli aspetti relativi alla sicurezza in questo caso riguardano tre componenti: l'encoder, il controllo e l'attuatore (per esempio il freno). Il valore PFHD dell'asse viene calcolato dalla somma dei valori PFHD dei tre componenti:

$$PFHD_{\text{asse}} = PFHD_{\text{encoder}} + PFHD_{\text{controllo}} + PFHD_{\text{attuatore}}$$

Il valore PFHD dell'encoder dipende sia dal comportamento in seguito al guasto sia dalle capacità diagnostiche del controllo (interno od esterno all'encoder).

Il cliente può utilizzare la copertura diagnostica (DC) del controllo per il calcolo del valore PFHD dell'encoder.

Visto il crescente grado di automazione nel settore della meccanica e dell'impiantistica, i costruttori di impianti, di sistemi integrativi e di componenti si confrontano con esigenze sempre maggiori per quanto riguarda le funzionalità per la sicurezza. È divenuto imperativo migliorare le funzionalità di dispositivi di comando convenzionali e, in particolare, soddisfare tutte le esigenze legate alla sicurezza funzionale, p.e. di comandi di azionamento moderni. La sicurezza è per la Direttiva macchine una "parte integrante della costruzione di azionamenti". Quindi anche nella scelta dell'encoder adeguato per la sicurezza funzionale, si deve applicare il principio secondo cui la sicurezza si raggiunge attraverso l'intelligente combinazione di encoder, controllore e attuatore. I componenti sicuri sono inoltre caratterizzati da un'interfaccia robusta e affidabile e dalla capacità di gestire elevati carichi meccanici ed elettronici. Encoder sicuri assumono così un significato nuovo nella strategia per la sicurezza funzionale.

## 6. Le aziende del Gruppo Encoder di ANIE Automazione

---



Fondata nel 1952, Baumer è una società svizzera che si è costruita una eccellente reputazione nei componenti per l'automazione industriale.

Essa costituisce un punto di riferimento per qualità e prestazioni dei suoi prodotti.

Fotocellule, sensori induttivi, capacitivi e ad ultrasuoni, encoders, telecamere e sistemi di visione e strumentazione per il controllo del processo di produzione hanno contribuito alla creazione di un fatturato di 260 milioni di euro.

Con oltre 2000 dipendenti operanti nei principali paesi del mondo, Baumer fa dell'attenzione al cliente uno dei suoi punti di forza. Quasi la metà dei suoi prodotti nascono da esigenze specifiche dei suoi clienti, ed ancora oggi un'organizzazione snella del lavoro permette di reagire con rapidità a nuove richieste, senza ridurre l'impegno alla ricerca dell'innovazione.

### **Baumer Italia S.r.l.**

Via Resistenza, 1 - 20090 Assago (MI) | **Tel** 02 45706065 | **Fax** 02 45706211

**Email** sales.it@baumer.com | **Web** www.baumer.com



Attiva nel campo dell'automazione industriale sin dal 1968, ELAP è cresciuta negli anni al passo con l'evoluzione tecnologica, specializzandosi nello sviluppo, produzione e commercializzazione di apparecchiature per il conteggio ed il controllo per l'automazione dei processi industriali.

Nel tempo la gamma di prodotti si è estesa, e oggi comprende un'ampia scelta di sensori di posizione, encoder rotativi incrementali ed assoluti mono e multigirotto, potenziometri lineari e rotativi, trasduttori incrementali e righe ottiche, trasduttori a filo, trasduttori magnetici, oltre a contatori e visualizzatori a preselezione, posizionatori mono e pluri-asse, controllori di processo con PLC integrato. La rosa dei prodotti si è arricchita con l'assortimento dei sensori di vibrazione Wilcoxon Research Co. (USA), di cui Elap è rappresentante per l'Italia.

La precisione ed affidabilità che da sempre caratterizzano il prodotto ELAP sono il risultato di una ricerca tecnologica all'avanguardia unita all'esperienza maturata "sul campo", collaborando strettamente con la Clientela per proporre la soluzione giusta per ogni applicazione, e sviluppando se necessario prodotti personalizzati.

Gli studi di progettazione software e hardware si avvalgono degli strumenti più avanzati e di personale altamente qualificato; competente e disponibile, lo staff tecnico ELAP assicura un efficiente servizio pre e post vendita, che fa di ELAP un partner ideale per ogni esigenza di automazione.

### **ELAP S.r.l.**

Via Vittorio Veneto, 4 - 20094 Corsico (MI) | **Tel** 02 45195601 | **Fax** 02 45103406

**Email** commerciale@elap.it | **Web** www.elap.it

# HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH sviluppa e produce sistemi di misura lineari e angolari, trasduttori rotativi, visualizzatori di quote e controlli numerici. Le apparecchiature HEIDENHAIN vengono utilizzate principalmente su macchina utensili di alta precisione, oltre che su impianti per la produzione e il trattamento di componenti elettronici. Grazie alla vasta esperienza e competenza nella progettazione e nella produzione di sistemi di misura e di controlli numerici, HEIDENHAIN garantisce i presupposti per l'automazione degli impianti e delle macchine di produzione di domani.

I prodotti HEIDENHAIN assicurano che macchinari e impianti possano lavorare con produttività ed efficienza.

Un costante impegno a realizzare prodotti all'avanguardia unito ad affidabilità, attenzione al cliente e orientamento alla pratica rappresentano le linee guida dell'impegno di HEIDENHAIN.

HEIDENHAIN ha sempre mantenuto un dialogo costruttivo da una parte con il mondo della scienza e della ricerca, e dall'altra con clienti e utilizzatori.

La competenza tecnica nel settore delle misurazioni lineari e angolari è testimoniata dalle numerose soluzioni studiate per rispondere alle esigenze degli utilizzatori. Tra queste figurano in particolare i sistemi di misura e controllo sviluppati per laboratori accreditati e sistemi di misura angolari impiegati in telescopi e antenne di ricezione satellitare. E naturalmente anche i prodotti in serie traggono vantaggio dalle esperienze acquisite nel corso di questi progetti.

Fondata nel 1974, HEIDENHAIN ITALIANA rappresenta e distribuisce il marchio HEIDENHAIN in Italia, garantendo supporto commerciale e tecnico per l'intera gamma di prodotti.

È partner qualificato di costruttori di macchine utensili, di costruttori di impianti e macchine automatiche. Collabora con università, scuole e centri di ricerca.

È membro di UCIMU - Sistemi per produrre (Unione Costruttori Italiani Macchine Utensili), di ASCOMUT (Associazione Commercianti Macchine Utensili), della Federazione ANIE (Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche) e di SIRI (Società Italiana di Robotica e Automazione).

## HEIDENHAIN ITALIANA S.r.l.

Via Asiago, 14 - 20128 Milano | **Tel** 02 270751 | **Fax** 02 27075210

**Email** [info@heidenhain.it](mailto:info@heidenhain.it) | **Web** [www.heidenhain.it](http://www.heidenhain.it)

# HENGSTLER

Johannes Hengstler nel 1846 fondò la prima fabbrica di orologi a cucù che diventerà nel tempo il cuore del gruppo Hengstler che oggi è diffuso in tutto il mondo. Il quartier generale è ad Aldingen, sud-ovest della Germania, e a oggi ha succursali e uffici di rappresentanza nel resto d'Europa, America e Asia.

Questa ampia diffusione sui territori fa sì che un contatto Hengstler non sia mai troppo lontano dai nostri clienti, con effetti positivi sul know how dei prodotti.

Hengstler è leader europeo nel campo dei contatori industriali e componenti di controllo, e.g. counters, encoders e relays. Questa ampia gamma di prodotti è supportata da stampanti e taglierine.

## **ANIE Automazione**

Una delle caratteristiche principali di Hengstler è il project management per applicazioni a misura del cliente al quale offriamo un supporto completo dalla progettazione, allo sviluppo, fino al prodotto finale anche in progetti complessi nel campo della stampa e delle applicazioni pneumatiche per aziende leader come Bosch, festo, Ibm, Siemens).

Hengstler poi è vicina ai clienti con un'assistenza specifica e continua (one piece flow), con un buon rapporto qualità/prezzo, la consegna dei prodotti è veloce e con un alto tasso di affidabilità. Hengstler usa materiali di qualità in accordo con VDE, approvazioni UL-CL e TUV e possiede certificazione TUV-Iso 9001:2000 + DIN ISO 14001 e navali per l'encoder magnetico AR62 rilasciata da DNV che l'ente norvegese deputato per questo tipo di applicazione.

Hengstler offre componenti per contatori, controllori per misurazioni, switch e stampanti: tutto da un'unica fonte!

Per mezzo della ampia gamma di encoder poi HENGSTLER può essere un buon partner tecnico per i seguenti settori: Automazione, Motorfeedback, Ascensori, Heavy duty, Energia eolica e da fonti rinnovabili.

### **I.C.G. Holding S.r.l. - div. Hengstler**

Via L. da Vinci 45/47 - 20020 Lainate (MI) | **Tel** 02 9330011 - 02 93300156 - 348 0029512

**Email** info@icg-Holding.com info@Hengstler.com | **Web** www.Hengstler.com



Kübler è un gruppo di aziende leader a livello mondiale specializzato nel campo dei sensori di posizione e di movimento, della sicurezza funzionale, della tecnica di conteggio, di visualizzazione e di trasmissione.

Fondata nel 1960 da Fritz Kübler, è un'azienda indipendente a conduzione familiare guidata oggi da Gebhard and Lothar Kübler.

Le nove filiali internazionali del gruppo e gli agenti distribuiti in più di 50 paesi offrono un know-how di prodotto locale, servizio e consulenza in tutto il mondo.

Soluzioni innovative di prodotto e di settore, nonché soluzioni per la sicurezza funzionale e un elevato livello di servizio, sono le ragioni dietro il successo globale della nostra azienda.

La rigorosa attenzione alla qualità assicura i più alti livelli di affidabilità e una lunga durata dei nostri prodotti nel settore.

Oltre 400 persone dedicate in tutto il mondo rendono possibili questi risultati, assicurando la fiducia dei clienti che continuano a riporre nell'azienda.

### **Kübler Italia S.r.l.**

Viale F. Testi 287 - 20162 Milano | **Tel** 02 6423345 | **Fax** 02 66113843

**Email** info@kuebler.it | **Web** www.kuebler.com

## LEINE LINDE

Leine & Linde è un'azienda svedese, nata a Stoccolma nel 1967. La sede è oggi a Strangnas, una settantina di km a ovest della capitale.

È un fabbricante specializzato nella costruzione di encoders robusti ed heavy duty per automazione in genere e per tutte quelle applicazioni dove è necessaria una maggiore resistenza, affidabilità o semplicemente dove ci si trova a lavorare in condizioni estreme.

I nostri prodotti sono utilizzati dai più conosciuti costruttori di motori elettrici, di macchine o impianti.

Acquistano encoders Leine & Linde tutti quei clienti che vogliono essere certi dell'affidabilità del prodotto.

Leine & Linde è presente in tutto il mondo con filiali dirette o con distributori selezionati, in modo da poter dare al cliente, dovunque esso sia, la massima consulenza e know how dell'applicazione e quindi la migliore soluzione tecnica e cost effective.

La filiale italiana esiste da più di sette anni ed il nostro ufficio è a Villasanta, nelle vicinanze di Monza, e copriamo tutto il territorio nazionale.

Vi invitiamo a visitare il nostro sito, a richiederci una visita o venire a conoscerci personalmente in una delle tante fiere in cui esponiamo nel mondo. Ascolteremo le vostre richieste e Vi daremo le migliori indicazioni per le vostre applicazioni.

### **Leine & Linde AB**

Via F. Confalonieri, 76 - 20058 Villasanta (MI) | **Tel** 039 5960108 | **Fax** 039 9716900

**Email** [info@leinelinde.it](mailto:info@leinelinde.it) | **Web** [www.leinelinde.it](http://www.leinelinde.it)



Sin dal 1982, anno della sua fondazione, Lika Electronic S.r.l. sviluppa e produce encoder incrementali e assoluti, ottici e magnetici, lineari e rotativi, sensori incrementali e assoluti, sistemi di misura magnetici, visualizzatori di quote e unità di posizionamento (cambiaformati).

Grazie alle competenze acquisite sia nella progettazione elettronica analogica e digitale e nello sviluppo dei software che nella progettazione delle componenti meccaniche e ottiche, tutte realizzate al proprio interno, Lika Electronic S.r.l. è in grado di tradurre le specifiche esigenze dei propri clienti in prodotti seriali e customizzati di elevate performance e affidabilità.

In virtù di queste prerogative Lika Electronic S.r.l. è riconosciuta tra i leader in Europa nel proprio settore.

Lika Electronic S.r.l. è presente con i propri prodotti in tutto il mondo con una rete di distribuzione e assistenza capillare ed efficiente.

Lika Electronic S.r.l. è certificata ISO9001-2000.

### **Lika Electronic S.r.l.**

Via S. Lorenzo, 25 - 36010 Carre' (VI) | **Tel** 0445 806600 | **Fax** 0445 806699

**Email** [info@lika.it](mailto:info@lika.it) | **Web** [www.lika.it](http://www.lika.it)



Omron è un'azienda giapponese presente in tutto il mondo nei mercati dell'automazione industriale, dei componenti per l'elettronica, nei sottoinsiemi per l'automotive, nell'healthcare e nei social systems. Il bilancio al 31 marzo 2008 (75° anniversario della fondazione) ha fatto registrare un fatturato globale di 5 miliardi di euro.

Omron IAB è la società del gruppo leader nell'automazione industriale, attiva in tutto il mondo e presente in 75 paesi con circa 32.600 persone e un fatturato di oltre 2 miliardi di euro. Proprio grazie alla sua ampia rete di distribuzione Omron, è in grado di assicurare la disponibilità immediata di qualsiasi prodotto e assistenza tecnica dove necessario.

Per dare tempestiva risposta alle esigenze degli utilizzatori e dei clienti Omron ha creato una "rete" mondiale con un Quartier Generale in ogni continente: Asia (Giappone), America (U.S.A.), Europa (Olanda), Oceania e Sud Est Asiatico (Singapore, Cina).

A ciascun ufficio centrale fanno poi riferimento le varie filiali nazionali. I centri di produzione sono dislocati, oltre che in Giappone, negli Stati Uniti, in Brasile, a Taiwan, in Cina, in Malaysia, in Indonesia e in Europa (Gran Bretagna, Olanda, Germania e Italia).

La divisione Industrial Automation conta in Europa 1600 addetti e produce un fatturato annuo di 581 milioni di euro.

Omron Electronics è presente sul mercato italiano da 30 anni e direttamente da oltre quindici, con una struttura di circa 200 persone articolata su 3 Uffici Regionali: Milano, Bologna e Centro Italia. Sul territorio operano 60 Responsabili Commerciali affiancati da 40 Application Engineer che, sulla base delle esigenze applicative, propongono soluzioni di automazione d'avanguardia e forniscono al cliente il supporto tecnico "sul campo".

Oltre 150 Distributori Industriali assicurano la reperibilità dell'offerta Omron su tutto il territorio italiano.

La necessità di esplorare nuovi mercati, richiede conoscenze applicative approfondite e differenziate. Ecco perché Omron ha deciso di affidarsi ad alcuni integratori di sistemi scegliendoli come Omron Solution Partner. Si tratta di aziende – ad oggi 14 ma il numero è in rapida crescita – che conoscono a fondo i prodotti Omron, ma che hanno anche maturato competenze specifiche in definiti ambiti applicativi del mondo dell'automazione industriale.

### **Omron Electronics S.p.a.**

Viale Certosa, 49 - 20149 Milano | **Tel** 02 32681 | **Fax** 02 3268282

**Email** info.it@eu.omron.com | **Web** www.omron.it



Fondata in Germania nel 1945 come negozio di riparazioni radio, Pepperl+Fuchs è oggi uno dei principali fornitori al mondo di sensori e componenti per il mercato globale dell'automazione e di tecnologie e sistemi per zone pericolose.

È presente in oltre 70 Paesi e conta circa 5400 dipendenti nel mondo.

La filiale italiana della divisione "Automazione di Fabbrica" con sede a Cornate d'Adda (MB) vanta



un team autorevole di esperti che seguono direttamente e/o attraverso la propria rete distributiva, piccole realtà industriali, grandi OEM ed End User.

La gamma dei prodotti comprende sensori di prossimità, fotoelettrici e ad ultrasuoni, sensori di inclinazione ed accelerazione, encoder rotativi incrementali, magnetici e assoluti, sistemi di posizionamento ed identificazione, Interfaccia AS-I, nonché tutti gli accessori a corredo quali cavi, connettori e staffe.

Pepperl+Fuchs è presente in tutto il mondo e la continua innovazione, crescita e qualità persistente, ne garantiscono l'ininterrotto successo.

### **Pepperl+Fuchs FA Italia S.r.l.**

Via E. Berlinguer, 18 - 20782 Cornate D'Adda (MB) | **Tel** 039 695991 | **Fax** 039 6959930

**Email** infofa@it.pepperl-fuchs.com | **Web** www.pepperl-fuchs.it



SELET nasce nel 1973 a Torino, ed inizia la sua attività costruendo componenti per il settore elettrotecnico ed oleodinamico. L'esperienza acquisita in tali campi ha contribuito allo sviluppo del settore elettronico. I primi prodotti ad essere sviluppati sono stati gli interruttori di prossimità induttivi e capacitivi. Nel 1981 la gamma dei componenti per il rilevamento si arricchisce di una nuova famiglia: le fotocellule. Nel 1985 nasce il primo reparto di montaggio automatico per tecnologia SMD, tecnologia che diventerà il fulcro di tutta la produzione SELET. Nel 1986 viene avviata la produzione degli encoder incrementali. Successivamente vengono sviluppati gli encoder assoluti e sempre in quegli anni si sviluppa il settore della strumentazione digitale (voltmetri, amperometri, contaimpulsi, contagiri, temporizzatori, termoregolatori).

Con il passare degli anni SELET aumenta il proprio know-how avvalendosi di tecnologie produttive all'avanguardia. Nel 1995 nasce il Dipartimento Misure della SELET con lo scopo di controllare la compatibilità con le direttive comunitarie relative alla compatibilità elettromagnetica e bassa tensione dei propri prodotti. (CEM, DBT). Una nuova linea di montaggio automatico dei sensori viene inserita nel contesto produttivo, a salvaguardia di una ottimale tempistica produttiva e di un mantenimento di standard qualitativi elevati. SELET con i suoi prodotti è presente nei più svariati settori merceologici. Tutta la produzione è "made in Italy".

### **SELET SENSOR S.r.l.**

Via A. Pozzo, 16 - 10151 Torino | **Tel** 011 4537811 | **Fax** 011 4537868

**Email** info@selet.it | **Web** www.selet.it



Fondata nel 1946 vicino a Monaco, in Germania, Sick si è trasformata nel tempo in una realtà dal profilo internazionale, presente in 87 Paesi nel mondo, con oltre 50 filiali dirette e diverse agenzie

la fase d'installazione, fino alla manutenzione.

La filiale italiana di Sick nasce nel 1996 e ha sede a Vimodrone - Milano. Con un team di oltre 80 persone, dispone di una struttura organizzativa qualificata e competente, composta da venditori dislocati sul territorio e tecnici e specialisti di prodotto dedicati a supportare le applicazioni dei clienti.

### **SICK S.p.a.**

Via Cadorna, 66 - 20090 Vimodrone (MI) | **Tel** 02 274341 | **Fax** 02 27409087

**Email** [marketing@sick.it](mailto:marketing@sick.it) | **Web** [www.sick.com](http://www.sick.com)

## telestar

L'ampia gamma di prodotti, da singoli componenti ad articolate soluzioni d'automazione e per il motion control, unita a consulenza tecnica qualificata rendono Telestar un fornitore completo e affidabile. Tra i rinomati marchi venduti in esclusiva in Italia da Telestar spicca, per il mondo degli encoder, TR-Electronic. Da oltre 20 anni l'azienda tedesca è leader nel mondo dell'automazione industriale e, nello specifico, nello sviluppo e nella produzione della tecnologia di misurazione.

TR-Electronic annovera tra i suoi prodotti encoder assoluti e incrementali, trasduttori magnetostriativi, sistemi laser, PC industriali e molte altre soluzioni caratterizzate dall'elevata qualità di un'azienda attenta alle innovazioni tecnologiche.

### **Telestar S.r.l.**

Via C. Colombo, 13 - 22069 Rovellasca (CO) | **Tel** 02 96740268 | **Fax** 02 96740273

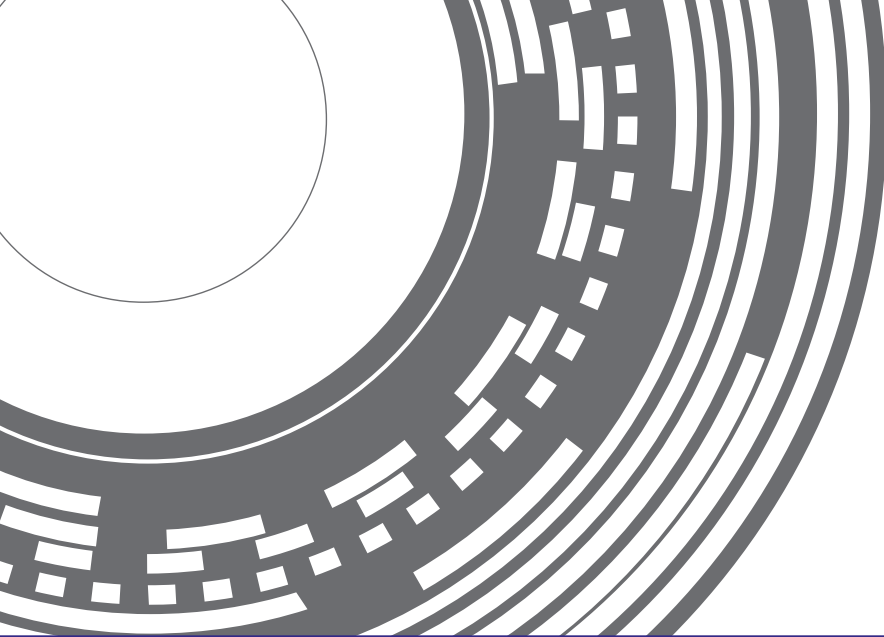
**Email** [telestar@telestar-automation.it](mailto:telestar@telestar-automation.it) | **Web** [www.telestar-automation.it](http://www.telestar-automation.it)

## **ANIE Automazione**

**I lavori per la terza release della Guida si sono chiusi nei primi mesi del 2014.**

*Un ringraziamento particolare, per aver contribuito alla realizzazione del documento, è rivolto a Bruno Anfossi, Alfredo Angeli, Oscar Arienti, Andrea Bianchi, Luigi Bollini, Stefano Bruschi, Marco Calabrese, Alessandro Canciani, Donato Candiano, Mario Colombo, Gianpiero Coss, Domenico Cotugno, Luca Cravero, Lidia Lionello, Manuel Mele, Roberto Pescarollo, Roberto Pollini, Federico Rossi, Daniele Sacco, Marco Sirotti, Antonello Sticca.*





# ANIE AUTOMAZIONE



## Federazione ANIE

ANIE Automazione

Viale Lancetti 43 - 20158 Milano  
Tel. 02 3264.252 - Fax 02 3264.333

[anieautomazione@anie.it](mailto:anieautomazione@anie.it)  
[www.anieautomazione.it](http://www.anieautomazione.it)  
[www.anie.it](http://www.anie.it)