

# Encoder rotativi optoelettronici

## Generalità

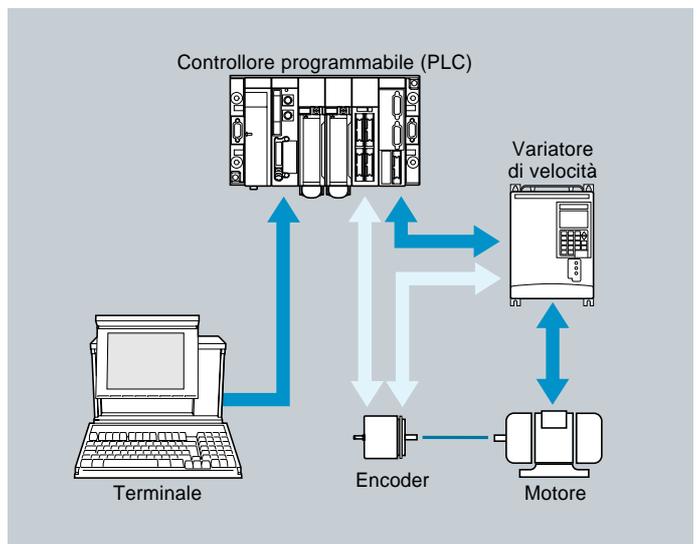
### Applicazioni

La crescita delle capacità dei sistemi di elaborazione così come le esigenze di produttività determinano, in qualsiasi campo di produzione industriale, una richiesta continua di informazioni relativamente a:

- conteggio, spostamento mediante conteggio,
- posizionamento assoluto,
- controllo velocità.

### Esempio

Il posizionamento di un oggetto mobile è completamente gestito dal sistema di elaborazione associato all'encoder.



Unità di elaborazione :  
consultare il catalogo "Controllori programmabili Premium" n° 93673.

Variatori di velocità:  
consultare il catalogo "Variatori di velocità e avviatori" n° 54128.

### Principio di funzionamento dell'encoder rotativo optoelettronico

L'encoder rotativo optoelettronico è un rilevatore di posizione angolare.

L'asse dell'encoder è collegato meccanicamente all'albero della macchina che lo trascina e fa ruotare un disco ad esso collegato. Questo disco presenta una serie di parti opache e trasparenti in successione.

La luce emessa da diodi elettroluminescenti (LED) attraversa le zone trasparenti del disco giungendo sui fotodiodi ricevitori.

I fotodiodi generano quindi un segnale elettrico che viene amplificato e convertito in segnale digitale in quadratura prima di essere trasmesso ad una unità di elaborazione o un variatore di velocità elettronico.

L'uscita elettrica dell'encoder rappresenta quindi, sotto forma numerica, la posizione angolare dell'asse d'ingresso.

### Tipi di encoder rotativi optoelettronici

Encoder incrementali

Conteggio, posizionamento mediante conteggio

Encoder assoluti a rotazione semplice  
Encoder assoluti multirotazione

Posizionamento assoluto

Encoder tachimetrici  
Tachimetri

Controllo velocità

# Encoder rotativi optoelettronici

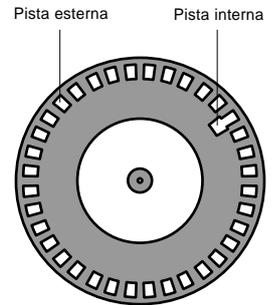
## Generalità

### Encoder incrementale

#### Principio di funzionamento

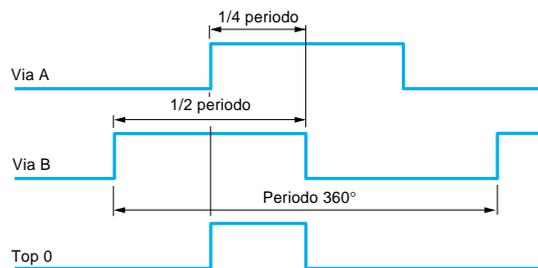
Il disco di un encoder incrementale comprende 2 tipi di piste:

- una o più piste esterne (vie A e B), suddivise in "n" intervalli uguali alternativamente opachi e trasparenti, ove "n" rappresenta la **risoluzione** o il **numero di periodi** dell'encoder,
- una pista interna comprendente una sola finestra, che fornisce la posizione di riferimento e che consente una reinizializzazione ad ogni rotazione.



Il funzionamento dei diodi elettroluminescenti (LED) e dei fotodiodi si basa sul principio della lettura ottica differenziale in linea :

- i LED e i fotodiodi sono montati in linea. In questo modo i LED e i fotodiodi delle vie A e B (le vie A e B sono sfasate di 90° elettrici) leggeranno simultaneamente una sola finestra del disco,
- l'elettronica funziona in base ad un principio di misura differenziale con una emissione luminosa ridondante.



La Via B (fronte di salita) arriva prima di A in senso orario, visto dal lato asse o base per gli assi cavo o traversanti.

Periodo: 360° elettrici.  
Rapporto ciclico: 180° elettrici  $\pm$  10%.  
Sfasamento: 90° elettrici  $\pm$  25%.

#### Vantaggi della lettura ottica differenziale in linea

Letture con LED e fotodiodi montati in linea

Gioco radiale dell'asse dell'encoder superiore del 30% a quello di un encoder a lettura ottica classica

Emissione da una tripla sorgente luminosa

Mantenimento di uno sfasamento delle vie A e B nei limiti delle tolleranze dell'apparecchio.

Mantenimento del rapporto ciclico anche in caso di:

- guasto di uno dei 3 componenti emettitori,
- diminuzione del rendimento dei componenti emettitori (fino al 30%),
- deposito di microparticelle di polvere sui componenti ottici con conseguente diminuzione dell'ampiezza dei segnali dei LED e dei fotodiodi (fino al 30%).

Vantaggi che rappresentano dei fattori di affidabilità degli encoder XCC.

# Encoder rotativi optoelettronici

## Generalità

### Encoder assoluto

#### Principio

Il disco di un encoder assoluto presenta "n" piste concentriche suddivise in segmenti uguali alternativamente opachi e trasparenti. Ad ogni pista è associata una coppia diodi emettitore/diodo ricevitore.

La pista interna è composta da una metà opaca e da una metà trasparente. La lettura di questa pista, bit più significativo (MSB : Most Significant Bit), consente di determinare in quale metà si trova.

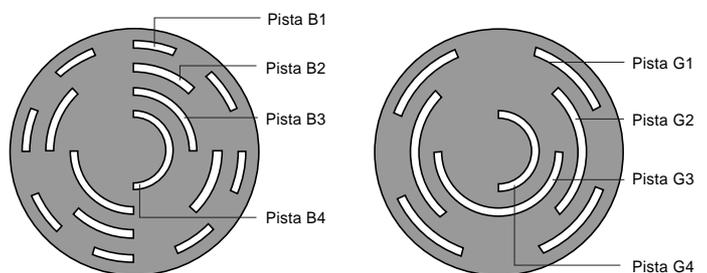
La pista successiva è suddivisa in quattro quarti alternativamente opachi e trasparenti. La lettura di questa pista, combinata con la lettura della pista precedente, consente di determinare in quale quarto di giro ci si trova.

Le piste successive consentono infine di determinare in quale ottavo di giro, sedicesimo di giro, ecc. ci si trova.

La pista esterna corrispondente al bit meno significativo (LSB : Least Significant Bit) fornisce la precisione finale. Comprende  $2^n$  punti corrispondenti alla **risoluzione** dell'encoder. Per ogni posizione angolare dell'asse, il disco fornisce un codice, che può essere un codice binario o un codice Gray.

Al termine di un giro d'asse completo dell'encoder, si ripetono gli stessi valori codificati.

Gli encoder assoluti multirotazione, oltre alla posizione numerica di rotazione, forniscono il numero di rotazioni effettuate.

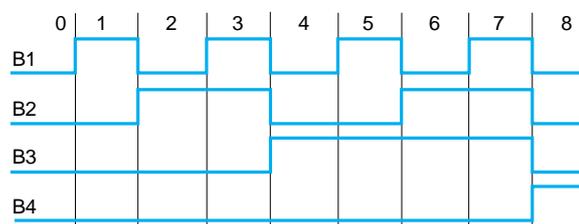


Disco binario

Disco Gray

#### Codifica binaria

Il codice binario è direttamente utilizzabile dai sistemi di elaborazione (controllori programmabili ad esempio) per effettuare calcoli o comparazioni, ma presenta l'inconveniente di avere più bit che cambiano di stato tra due posizioni.



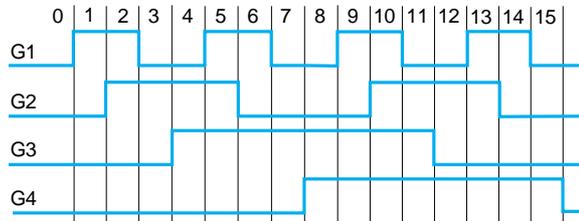
# Encoder rotativi optoelettronici

## Generalità

### Encoder assoluto (segue)

#### Codifica Gray

Il codice Gray presenta il vantaggio di cambiare un solo bit tra due numeri consecutivi.



Esempio di disco codificato in Gray.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$2^0$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
$2^2$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
$2^4$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
$2^8$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
$2^{16}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Rappresentazione dei primi 24 valori decimali corrispondenti alla lettura delle prime cinque piste.

#### Vantaggi del rilevamento di posizione con un encoder assoluto

Un encoder assoluto fornisce in permanenza un codice che rappresenta l'immagine della posizione reale dell'oggetto da controllare.

Alla prima messa sotto tensione o in caso di nuova messa sotto tensione in seguito ad un'interruzione dell'alimentazione l'encoder fornirà un'informazione direttamente utilizzabile dal sistema di elaborazione.

### Encoder tachimetrico e tachimetro

#### Principio

L'encoder tachimetrico utilizza il principio della lettura optoelettronica dell'encoder incrementale.

L'uscita analogica è ottenuta trasformando la frequenza di lettura del disco in una tensione o una corrente proporzionali.

Le uscite tensione assicurano il collegamento ai sistemi di elaborazione.

Le uscite corrente permettono un funzionamento ad anello di corrente in tutte le applicazioni caratterizzate da un livello elevato di disturbi in rete.

L'isolamento galvanico delle 2 funzioni, incrementale e analogico, permette, ad esempio, di utilizzare le informazioni dell'encoder per l'asservimento di posizione da parte del calcolatore e le informazioni analogiche per l'asservimento di velocità.

Il tachimetro non dispone di modulo di uscita di conteggio.

# Encoder rotativi optoelettronici

Caratteristiche necessarie alla definizione di un encoder

Scelta del tipo di encoder

È necessario definire  
7 caratteristiche

1 - Funzione	Encoder incrementale	Fornisce un'indicazione di conteggio.
	Encoder assoluto a rotazione semplice	Fornisce una posizione assoluta ad ogni rotazione.
	Encoder assoluto multirotazione	Fornisce una posizione assoluta ad ogni rotazione e indica il numero di rotazioni.
	Encoder tachimetrico	Fornisce un'indicazione di conteggio ed un segnale analogico proporzionale alla velocità di rotazione.
	Tachimetro	Fornisce un segnale analogico proporzionale alla velocità di rotazione.
2 - Diametro dell'involucro	Encoder incrementali	Ø 40, 58 e 90 mm
	Encoder assoluti a rotazione semplice e multirotazione	Ø 58 e 90 mm
	Encoder tachimetrici e tachimetri	Ø 90 mm
3 - Diametro asse	Ø da 6 mm a 30 mm in base ai modelli.	
4 - Tipo di asse	<b>Asse pieno:</b> l'asse dell'encoder è collegato all'albero di trascinamento mediante un flessibile di accoppiamento. Questo elemento consente di assorbire i difetti di allineamento.	
	<b>Asse cavo:</b> l'encoder si monta direttamente all'estremità dell'albero di trascinamento. Una guarnizione omocinetica permette l'immobilizzazione in rotazione e permette di assorbire i difetti di allineamento.	
	<b>Asse passante:</b> l'encoder si monta direttamente sull'albero di trascinamento a cui è fissato con viti di serraggio ed un collare di serraggio concentrico. L'encoder può essere immobilizzato in rotazione con un elemento di fissaggio rigido o con un elemento di fissaggio flessibile anti-rotazione.	
5 - Tipo di collegamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Con cavo schermato (lunghezza = 2 m) o con connettore.</li> <li>● Collegamento assiale o radiale in base ai modelli.</li> </ul>	
6 - Risoluzione	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Numero di punti per giro (rotazione).</li> <li>● Numero di giri (per gli encoder assoluti multirotazione).</li> </ul>	
7 - Tipo di uscita	Encoder incrementali	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Uscita driver 5 V, RS 422, 4,5...5,5 V.</li> <li>● Uscita driver push-pull 11...30 V.</li> </ul>
	Encoder assoluti a rotazione semplice (in base ai modelli)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Uscita PNP collettore aperto, con protezione CTP, 11...30 V, codice binario.</li> <li>● Uscita NPN collettore aperto, con protezione CTP, 11...30 V, codice binario.</li> <li>● Uscita driver push-pull, 11...30 V, codice binario o codice Gray.</li> <li>● Uscita SSI senza parità, orologio 13 bit, 11...30 V, codice binario o codice Gray.</li> </ul>
	Encoder assoluti multirotazione (in base ai modelli)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Uscita PNP collettore aperto, con protezione CTP, 11...30 V, codice binario o codice Gray.</li> <li>● Uscita NPN collettore aperto, con protezione CTP, 11...30 V, codice binario o codice Gray.</li> <li>● Uscita NPN collettore aperto, senza protezione 11...30 V, codice Gray o codice Gray onda inversa.</li> <li>● Uscita SSI senza parità, orologio 25 bit, 11...30 V, codice binario o codice Gray.</li> </ul>
	Encoder tachimetrici e tachimetri	<p><b>Uscita incrementale</b> (solo per encoder tachimetrici)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Uscita driver 5 V, RS 422, 4,5...5,5 V.</li> <li>● Uscita driver push-pull 11...30 V.</li> </ul> <p><b>Uscita analogica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 0...10 V.</li> <li>● 0...± 10 V.</li> <li>● 0...20 mA o 4...20 mA.</li> <li>● 0...± 20 mA.</li> </ul>

# Encoder rotativi optoelettronici

## Installazione, messa sotto tensione

### Precauzioni

#### Precauzioni di messa in opera

##### Tipo di cavi

- Utilizzare cavi schermati (vedere accessori pagina 30511/4)  
Per collegamenti di encoder incrementali superiori ai 50 metri, utilizzare dei cavi a più doppiini twistati, rinforzati da una schermatura esterna generale.
- Si consiglia di utilizzare dei conduttori di sezione minima normalizzata 0,14 mm<sup>2</sup>.
- Encoder alimentati a 5 V  
A causa delle cadute di tensione in linea si consiglia di utilizzare, per i cavi di alimentazione 0 V e + V, le seguenti sezioni di conduttori:
  - 0,14 mm<sup>2</sup> se la distanza encoder / sorgente di alimentazione < 30 m,
  - 0,22 mm<sup>2</sup> se la distanza encoder / sorgente di alimentazione > 30 m.

##### Collegamento

- Tenere il più possibile distanti i cavi di collegamento degli encoder dai cavi di potenza ed evitare i percorsi paralleli. Mantenere una distanza minima di almeno 20 cm e controllare di aver realizzato gli incroci ad angolo retto.
- Raggruppare i segnali dello stesso tipo per coppia.  
Esempio:
  - coppia 1 : dedicata all'alimentazione 0 V e + V,
  - coppia 2 : A e  $\bar{A}$ ,
  - coppia 3 : B e  $\bar{B}$ ,
  - coppia 4 : 0 e 0.
- Tutti i conduttori non utilizzati dovranno essere collegati ad entrambe le estremità allo stesso potenziale.
- Negli ambienti perturbati si consiglia di collegare la base alla terra con una delle viti di fissaggio.
- Collegare gli ingressi di controllo ad un potenziale.
- Distribuire e collegare lo 0 V "a stella".
- Mettere a terra le schermature con una ripresa di cavo a 360°. La messa alla massa delle schermature deve essere effettuata ad entrambe le estremità di ciascun cavo. Per la messa alla massa delle schermature si consiglia di utilizzare un cavo di sezione minima 4 mm<sup>2</sup>.
- Per quanto possibile collegare lo 0 V dell'alimentazione degli encoder alla massa, lato alimentazione.

##### Alimentazione

- È assolutamente necessario utilizzare alimentazioni stabilizzate dedicate all'encoder.  
Per gli encoder 11...30 V, la realizzazione di alimentazioni mediante trasformatori con emissione al secondario dei 24 V eff, seguiti da raddrizzatori e condensatori di filtraggio non è consentita dal momento che la tensione continua così ottenuta è superiore al limite massimo di alimentazione degli encoder.
- Alla prima messa sotto tensione, prima di procedere al collegamento dell'alimentazione, verificare, con encoder scollegato, che la tensione rilasciata corrisponda alla tensione nominale di alimentazione dell'encoder.

#### Precauzioni di collegamento e di messa sotto tensione

##### Collegamento

- Le operazioni di collegamento e di scollegamento del connettore di collegamento di un encoder devono essere effettuate solo previa interruzione dell'alimentazione.
- Encoder alimentato dall'unità centrale :
    - interrompere l'alimentazione dell'unità centrale,
    - procedere al collegamento o allo scollegamento,
    - mettere nuovamente sotto tensione l'unità centrale.
  - Encoder alimentato da una sorgente esterna all'unità centrale :
    - interrompere l'alimentazione dell'unità centrale,
    - procedere al collegamento o allo scollegamento,
    - mettere nuovamente sotto tensione l'alimentazione dell'encoder e quindi quella dell'unità centrale.

##### Messa sotto tensione

- Per ragioni di sincronismo la messa sotto tensione e fuori tensione dell'encoder deve essere effettuata contemporaneamente a quella dell'elettronica ad esso associata.