

Figura C2.11 Andamento delle ampiezze delle e tensioni $v_{s1}(t)$ e $v_{s2}(t)$ in funzione dell'angolo θ .

le, preciso e non molto costoso, la cui principale applicazione è il rilievo della posizione del rotore negli azionamenti con motori elettrici. La robustezza, la tecnologia elettromagnetica simile a quella di un motore e la relativa insensibilità alle variazioni di temperatura, lo rendono idoneo a essere integrato all'interno del motore, favorendo così la compattezza e la riduzione dei costi.

C2.5 Encoder

L'encoder è un trasduttore che misura spostamenti angolari fornendo in uscita la posizione del suo asse rotante sotto forma di segnale elettrico digitale. Gli encoder possono essere di due tipi:

- **incrementali**, quando i segnali d'uscita dipendono sia dallo spostamento sia dalla posizione precedente;

- **assoluti**, quando a ogni posizione dell'albero corrisponde un valore ben definito del segnale di uscita.

Encoder incrementale

Rileva le variazioni rispetto a una posizione assunta come riferimento.

Nella sua forma più semplice è costituito da un disco di materiale plastico, sul quale sono ricavati dei fori attraverso i quali passa un fascio luminoso [fig. C2.12a]; la distanza tra due fori è detta **passo** dell'encoder.

Il disco viene calettato sull'albero dell'organo di cui si vuole rilevare lo spostamento angolare: il disco pertanto ha la stessa rotazione dell'albero.

In corrispondenza dei fori viene applicato un dispositivo fotoemittitore (LED) e nella parte opposta un dispositivo fotorilevatore, costituito da un reticolo collimatore (che ha lo scopo di fo-

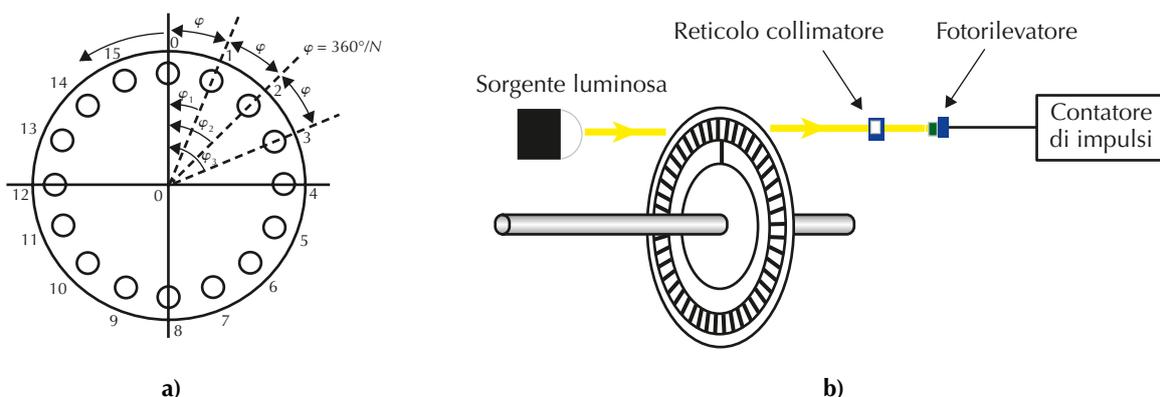


Figura C2.12 Schema di principio di un encoder incrementale.

calizzare il fascio luminoso entro i fori) e da un sistema di fototransistor [fig. C2.12b].

Quando l'encoder si trova nella posizione iniziale, il flusso luminoso, attraversando il foro 0, attiva l'uscita del fotorilevatore che si porta a livello alto rimanendo in tale stato finché il fascio luminoso non viene interrotto.

Appena il disco inizia a ruotare, il fascio luminoso si interrompe: il fotorilevatore viene diseccitato e quindi la sua uscita si porta al livello basso, rimanendo in tale stato fino a quando il foro 1 viene a trovarsi nella posizione occupata precedentemente dal foro 0; in questa situazione il fascio luminoso può attraversare il foro 1 eccitando nuovamente il fotorilevatore, la cui uscita torna nuovamente alta.

È da osservare che lo spostamento angolare relativo al foro 1, risulta pari a:

$$\frac{360^\circ}{\text{Numero fori disco}}$$

Proseguendo nella rotazione, il disco interrompe nuovamente il fascio luminoso diseccitando il fotorilevatore, la cui uscita ritorna bassa: tale processo si ripete per tutte le posizioni angolari in cui il disco è stato diviso e quindi il fotorilevatore genera una serie di impulsi elettrici, ciascuno dei quali rappresenta una frazione predeterminata di un giro completo dell'albero.

Se, per esempio, il disco ha quattro fori, un giro completo di 360° genera 4 impulsi: un impulso, pertanto, rappresenta una rotazione di 90° .

Poiché gli impulsi sono tutti uguali, l'angolo si può determinare conteggiando il numero di impulsi/giro; in altre parole il totale degli impulsi dopo un certo tempo costituisce il numero degli incrementi angolari generati dalla rotazione dell'organo a cui il disco è calettato.

Il numero degli impulsi può essere conteggiato



Figura C2.13 Struttura costruttiva di un encoder incrementale.

collegando il fotorivelatore a un apposito contatore digitale.

Non essendoci una relazione tra posizione angolare e configurazione dei fori, l'encoder incrementale non può fornire la posizione assoluta.

Nella figura C2.13 è infine indicata la struttura di un encoder incrementale.

Encoder assoluto

L'encoder assoluto è fondamentalmente costituito da un disco suddiviso in n corone circolari e in 2^n settori (per esempio, se le corone sono 4, i settori risultano $2^4 = 16$) e quindi ogni settore è costituito da n areole, le quali possono essere rese opache o trasparenti alla luce.

Premesso che a quelle opacizzate è associato uno "0" logico e a quelle trasparenti un "1" logico, ciascun settore, al quale corrisponde una determinata posizione angolare, viene codificato con una parola ad n bit (il bit più significativo è rappresentato dall'areola più esterna, quello meno significativo su quella più interna).

Le areole opache e trasparenti si alternano in modo da codificare la posizione corrente secondo una determinata configurazione binaria.

Il disco è posto tra una fonte di luce (diodi luminosi LED) e una sequenza di n fotorilevatori, come mostrato in figura C2.14.

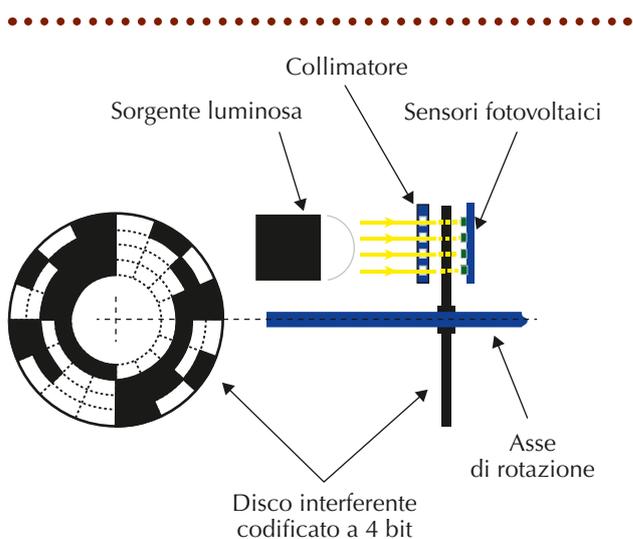


Figura C2.14 Schema di principio di un encoder assoluto.

In base alla sequenza delle areole opacizzate e trasparenti, la luce prodotta dai LED raggiunge o meno i fotorilevatori, dando luogo a una sequenza binaria che identifica la posizione angolare di ciascun settore.

Per esempio, in un encoder assoluto a 6 bit (6 corone circolari) e quindi $2^6 = 64$ settori, si possono

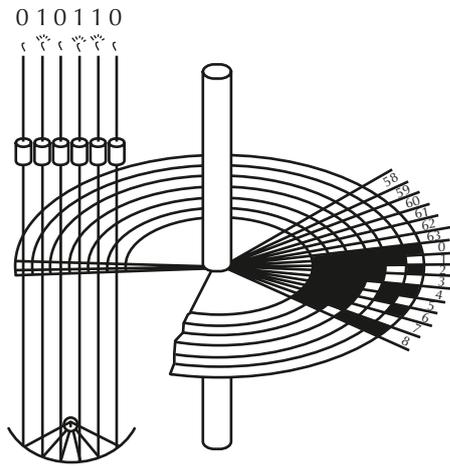


Figura C2.15 Schema di principio di un encoder assoluto a 6 bit.

distinguere 64 posizioni identificate con sequenze binarie a 6 bit [fig. C2.15].

Il disco dell'encoder può rappresentare il codice binario naturale, nel quale possono avvenire cambiamenti di stato di più bit contemporaneamente, oppure il codice Gray [tab. C2.1], che prevede il passaggio al successivo modificando un solo bit: questa caratteristica (detta a cambio 1) semplifica e rende meno soggette a errori le operazioni dei dispositivi elettronici che processano le informazioni organizzate in sequenze.

Tabella C2.1 Codifica binaria e Gray dei primi 15 numeri decimali

Numero decimale	Codice binario	Codice Gray
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000