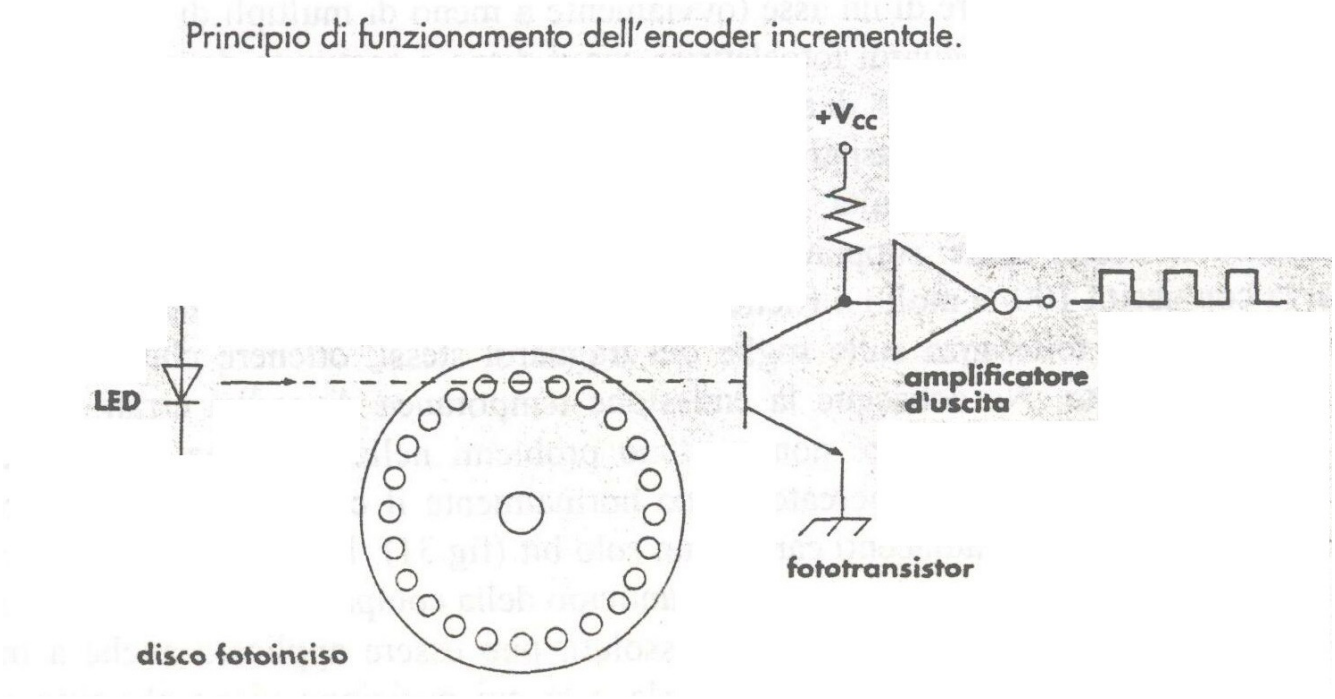
Trasduttori di velocità



L'encoder incrementale è un dispositivo che serve a rilevare gli spostamenti angolari (rotazioni) di un asse. Nella sua forma più semplice è costituito da un disco calettato sull'asse di rotazione, su cui è praticata una ghiera di N fori equispaziati (in realtà i fori sono zone trasparenti fotoincise su un materiale plastico o vetro). Una barriera fotoelettrica, di solito costituita da una coppia LED/fototransistor, rileva la presenza o meno dei fori della ghiera (eventualmente, la circuiteria del fototransistor può incorporare anche un trigger di Schmitt per eliminare le incertezze di commutazione).
Se il disco ruota, in uscita al fotosensore si ha un treno di impulsi, uno per ogni foro che passa sotto il traguardo fotoelettrico (fig.30). Contando gli impulsi. si è in grado di determinare l'angolo di cui il disco si è spostato; la risoluzione angolare è evidentemente data da 360°/N. In questa forma elementare, l'encoder non è in grado di determinare il verso dello rotazione e il suo uso è perciò limitato a misure di velocità di rotazione, ottenute molto semplicemente contando gli impulsi su una base di tempo data; se f è la frequenza del segnale generato e N il numero dei fori, la velocità di rotazione n espressa come giri/s è evidentemente data da: $n = f / N$ giri/s (una buona scelta di N può essere 60: la frequenza coincide allora direttamente con i giri al minuto).
L'utilizzazione di un encoder per misure di velocità di rotazione presenta diversi vantaggi rispetto, per esempio, a una dinamo tachimetrica (converte direttamente la velocità di rotazione dell'albero su cui è calettata, in una tensione ad essa proporzionale; un esempio è costituito dalla dinamo utilizzata sulla bicicletta): ha un tipo di uscita che si presta direttamente a una elaborazione di tipo digitale, non ha bisogno di essere tarato perché la relazione frequenza-velocità dipende esclusivamente dal numero dei fori ed è quindi fissata una volta per tutte senza ambiguità in sede di costruzione; per la stessa ragione, le sue caratteristiche di trasduzione sono assolutamente stabili nel tempo (mentre una dinamo può risentire della progressiva smagnetizzazione del rotore e dell'usura delle spazzole), infine è meccanicamente semplice costruirlo in modo che abbia attriti e momento di inerzia molto limitati, in modo da non caricare meccanicamente il sistema cui è collegato. Nel caso in cui la misura della velocità sia richiesta in forma analogica (ad esempio come tensione), si può utilizzare un convertitore frequenza-tensione.

Encoder assoluti
Danno direttamente la posizione angolare di un asse (ovviamente a meno di multipli di 360°). Sono anch'essi basati su una struttura disco fotoinciso - traguardi fotoelettrici, ma il disco è costituito da una maschera, es. con uscita in binario naturale su 3 bit (risoluzione 1/8 di angolo giro = 45°) (fig.31). Il principio di funzionamento dovrebbe essere evidente: si noti che le combinazioni trasparente/opaco sulle 3 corone circolari riproducono appunto la numerazione binaria da 0 (000) a 7 (111). In realtà, l'uso del codice binario naturale pone un problema delicato, che è quello della comparsa di codici spuri: supponiamo, per esempio, che l'encoder ruoti dalla posizione con uscita 011 alla successiva con uscita 100; è molto difficile, per problemi di allineamento meccanico fra maschera e traguardi fotoelettrici, nonché di tolleranza sulle soglie dei traguardi stessi, ottenere che tutti i bit cambino contemporaneamente, come richiesto. Ne consegue la emissione temporanea di codici errati, che può falsare radicalmente l'informazione di posizione. Poiché non esistono problemi nella realizzazione di maschere che producano altri tipi di codice, gli encoder sul mercato usano normalmente il codice Gray, la cui caratteristica fondamentale è che tra due configurazioni adiacenti cambia un solo bit. In questo modo l'incertezza sulla commutazione si traduce semplicemente in un ritardo o in un anticipo della comparsa del codice successivo.

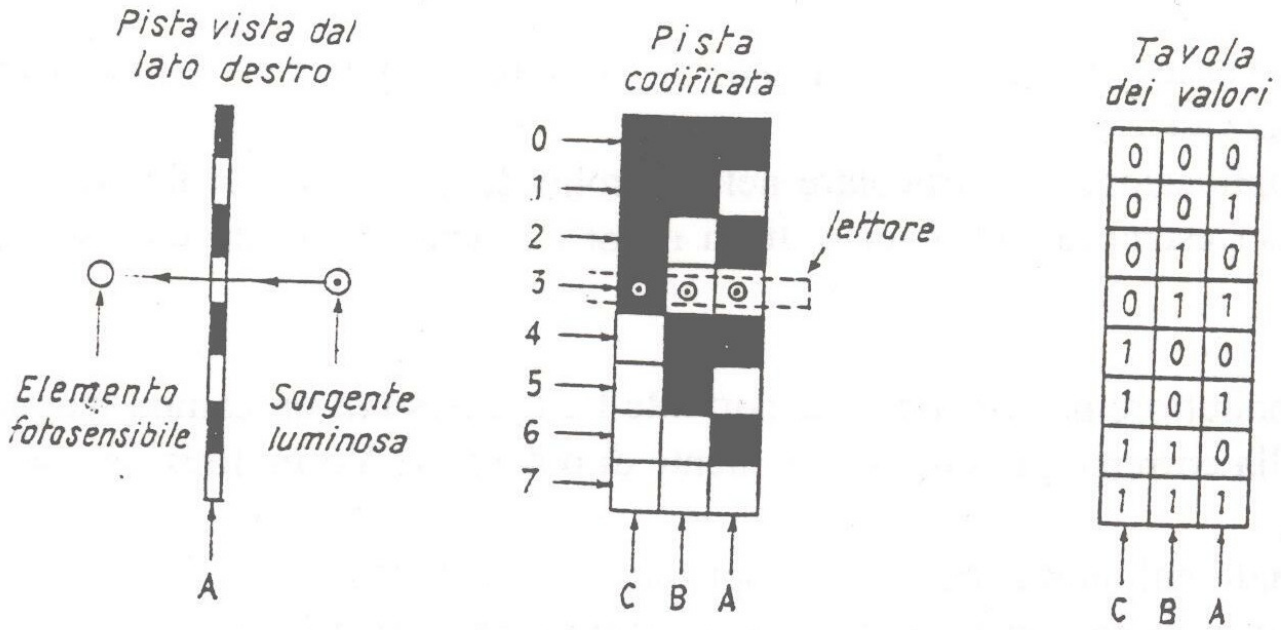
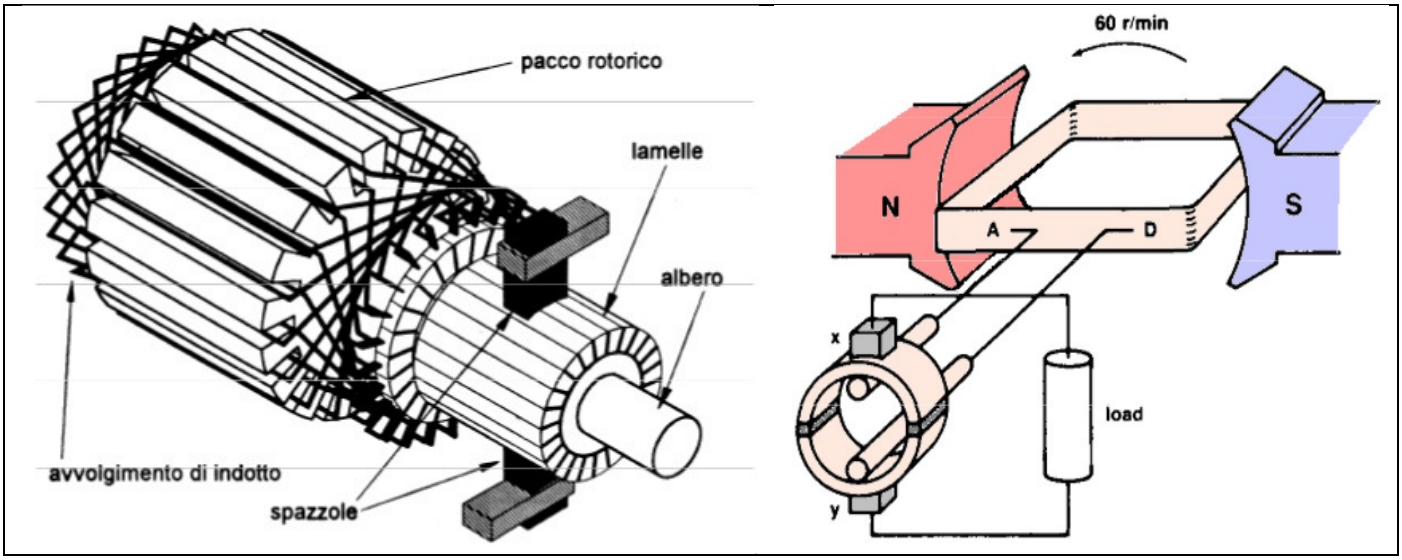


Fig. 31 – Codice binario realizzato su superficie rettilinea.

Il principio degli encoder rotativi, sia incrementali che assoluti, può essere applicato anche a trasduttori di posizione lineare (la maschera è allora una striscia che trasla e la cui posizione viene al solito rilevata con tecniche fotoettriche); qualcosa di molto simile, seppure con finalità diverse, al sistema dei codici a barre in uso nei supermercati. Inoltre, esistono anche encoder non ottici, in cui, per esempio, un sensore di Hall è usato per rilevare la posizione dei denti di una ruota magnetizzata
Gli encoder hanno ovvie e vaste applicazioni, in particolare nel controllo della velocità di movimento e del posizionamento di macchine utensili; per esempio, nel braccio di un robot c'è sicuramente un encoder per ogni grado di libertà.

Dinamo Tachimetrica
La dinamo tachimetrica è un sensore passivo di tipo analogico che fornisce una tensione di uscita

proporzionale alla velocità di rotazione. E' una macchina elettrica in corrente continua costituita da uno statore a magneti permanenti e da un rotore (indotto) equipaggiato con un collettore a lamelle. Può essere montato coassialmente all'albero di un motore, presenta basso momento di inerzia ed elevata linearità.
La tensione di uscita è sostanzialmente continua ed il suo valor medio Vo è espresso dalla relazione:
Vo = E - IaRa = Kd*N*F - Ia*Ra
dove E = Kd*N è la tensione a vuoto, Kd la costante tachimetrica, N la velocità angolare (giri/min), F è il flusso magnetico di statore, Ra la resistenza degli avvolgimenti e Ia la corrente negli avvolgimenti.
Per un suo uso corretto, si deve fare in modo che la corrente deve essere minima. Le dinamo tachimetriche raggiungono precisioni dell' 1%
La dinamo tachimetrica è un sensore di basso costo, fornisce una informazione assoluta e non necessita di una tensione di alimentazione. Di contro la presenza di spazzole striscianti sul circuito elettrico, necessarie per prelevare il segnale, ne riduce l'affidabilità ed allo stesso tempo peggiora la qualità del segnale di uscita, caratterizzato da oscillazioni generate durante il passaggio delle spazzole sulle zone isolate del collettore, un'ondulazione dovuta alla commutazione delle spazzole; questo inconveniente si elimina generalmente con un filtro passa basso.
La dinamo ha inoltre una scarsa risoluzione alle basse velocità