

GLI ATTUATORI

Vengono detti attuatori i dispositivi in grado di agire sull'ambiente esterno comandati da segnali elettrici.

La casistica è assai vasta ; sono comuni i semplici azionamenti magnetici (elettromagneti ed elettrovalvole).

Possono variare la temperatura , il grado di umidità, l'illuminazione, possono spostare organi meccanici, esercitare forze e pressioni,, possono variare il livello di un fluido o la portata di un condotto.

GLI ELETTROMAGNETI

Quando un dispositivo meccanico deve essere attivato con un azionamento ON/OFF si ricorre all'uso di elettromagneti.

Si tratta di bobine avvolte su un supporto isolante, all'interno del quale è collocato un nucleo di materiale ferromagnetico.

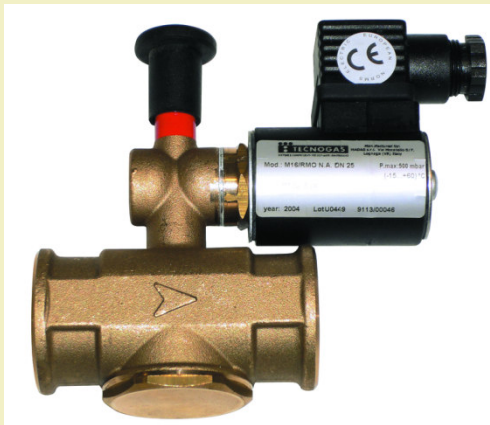
•Se non circola corrente nella bobina, il nucleo si trova in posizione decentrata rispetto alla bobina (per azione del proprio peso o di una molla): posizione OFF

•Se vi è corrente , il campo magnetico risucchia il nucleo in posizione simmetrica provocando il movimento dell'organo meccanico collegato.

Su questo principio sono basati i sistemi di sgancio meccanici, elettroserrature ,azionamenti di relè. Dispositivi che possono essere sostituiti oggi da componenti elettronici senza organi mobili.

LE ELETTROVALVOLE

Sono un altro esempio di azionamento elettromagnetico, in cui il movimento del nucleo magnetico è utilizzato per aprire o chiudere una valvola e controllare così il flusso di liquidi o di gas in una condotta



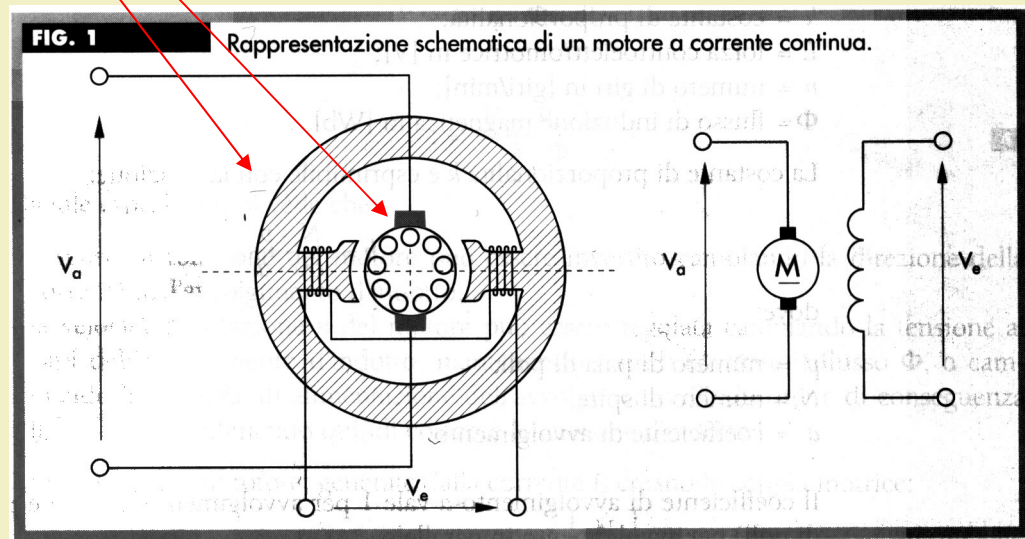
MOTORI IN CORRENTE CONTINUA

L'energia fornita attraverso il circuito elettrico viene trasformata in energia meccanica (rotazione del rotore)

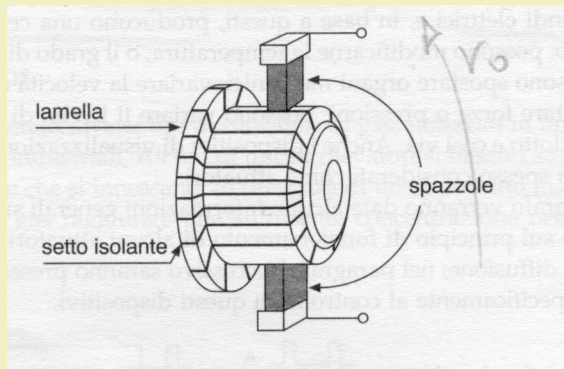
Possono essere così imposti movimenti rotatori controllabili in velocità, in quanto la cui velocità di rotazione risulta essere proporzionale alla tensione applicata .

Tali motori sono costituiti da :

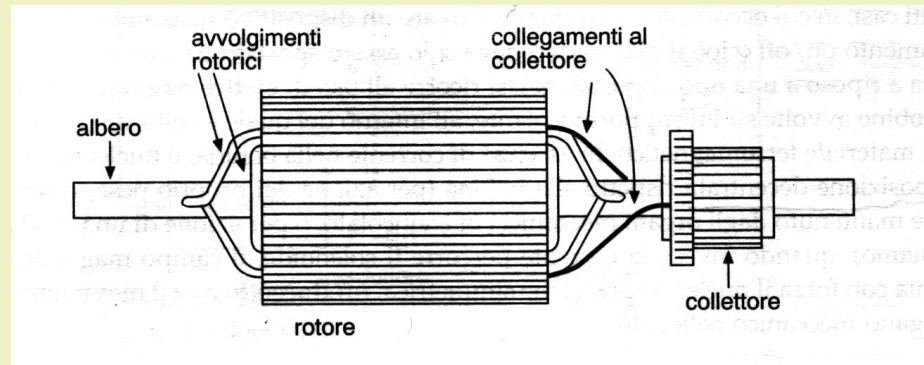
- una parte fissa (**statore o induttore**) i cui avvolgimenti percorsi da corrente generano un campo magnetico di polarità costante
- una parte mobile (**rotore o indotto o armatura**) i cui avvolgimenti percorsi da corrente generano un campo magnetico che interagisce con quello dello statore provocando la rotazione del rotore finchè i due campi non risultano allineati.



MOTORI IN CORRENTE CONTINUA



Collettore



Rotore

In particolare, il polo nord del campo del rotore cercherà di allinearsi con il polo sud del campo dello statore.

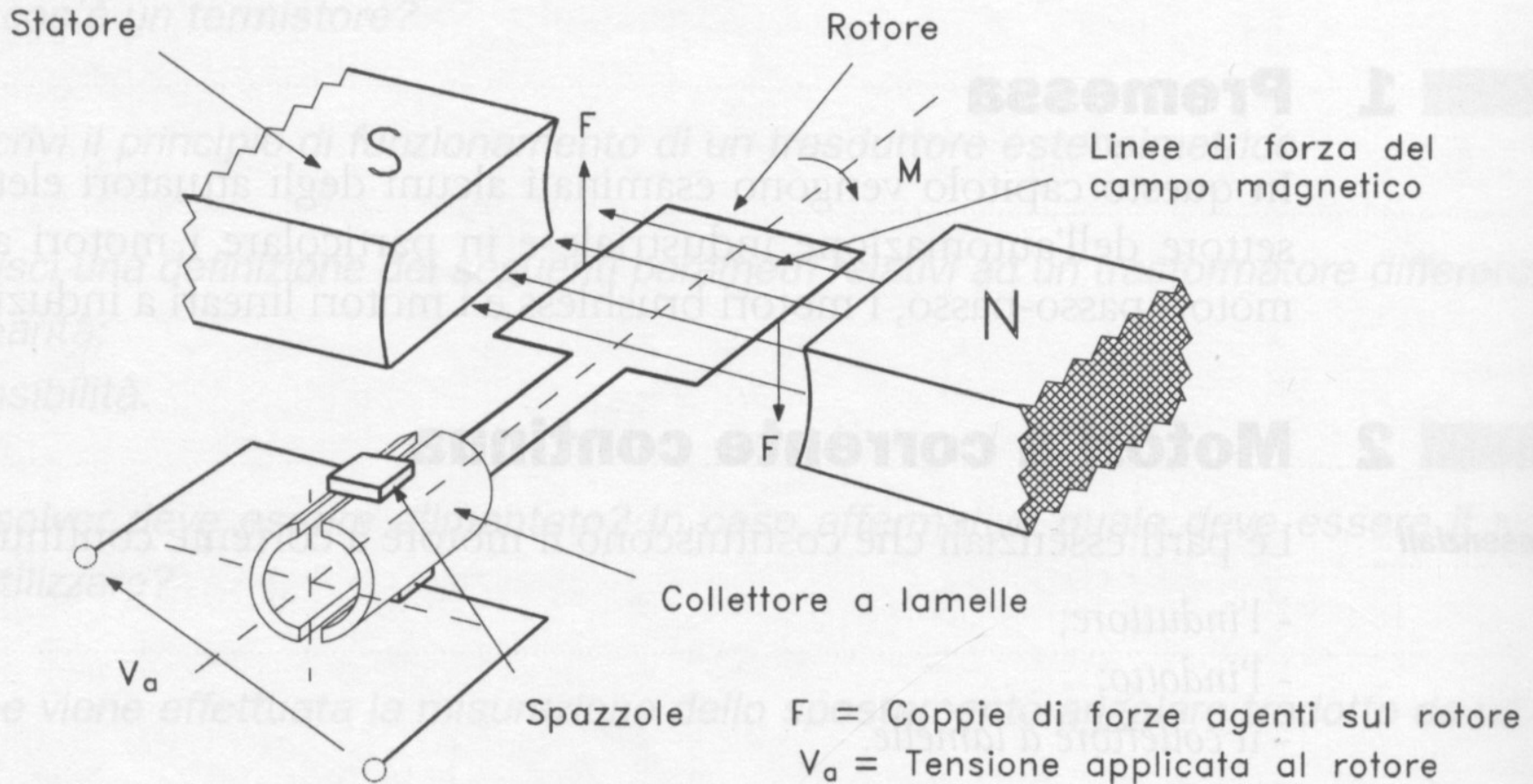
Questa forza di attrazione magnetica permette di generare una coppia in un motore elettrico.

Un generatore, invece, sfrutta la legge dell'induzione elettromagnetica per trasformare un campo magnetico variabile in una corrente elettrica.

MOTORI IN CORRENTE CONTINUA

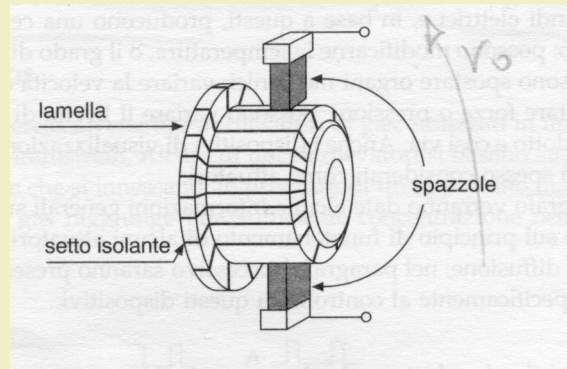
FIG. 2

Schematizzazione di un motore a corrente continua.

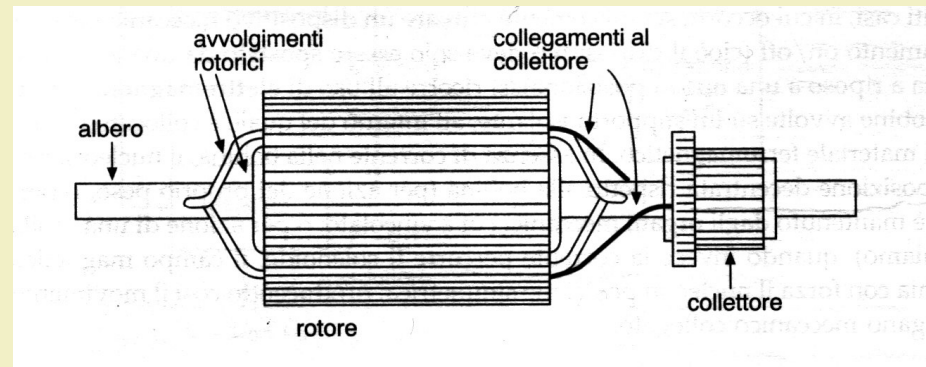


Gli avvolgimenti rotorici ricevono la tensione attraverso le lamelle di un collettore su cui poggiano contatti striscianti detti spazzole, di costruzione delicati e soggetti a usura.

MOTORI IN CORRENTE CONTINUA



Collettore



Rotore

La rotazione del rotore provoca l'inversione continua della polarità della tensione applicata agli avvolgimenti mobili, e quindi la direzione della corrente (due volte ad ogni giro) impedendo così l'arrestarsi del movimento rotatorio e garantendo una volta applicata la tensione, la rotazione stabile del motore, con velocità angolare che dipende:

Tensione applicata.

Corrente assorbita dal rotore.

Carico applicato.

La coppia generata è proporzionale alla corrente ed il controllo più semplice agisce sulla tensione d'alimentazione, mentre nei sistemi più complessi si usa un Controllo automatico in retroazione che legge le variabili per generare la tensione da applicare al motore

MOTORI IN CORRENTE CONTINUA: lo statore

E' essenzialmente costituito dalla **Carcassa** e dai **Poli induttori**.

La carcassa è l'elemento portante dello statore e viene realizzata in acciaio o in ghisa.

I poli induttori sostengono l'avvolgimento che crea il campo magnetico di eccitazione della macchina e sono costituiti dal **nucleo polare** (in acciaio e fissato alla carcassa tramite viti) dall' **espansione polare** (realizzata con lamierini di ferro, isolati tra loro).

FIG. 13

Nucleo ed espansione polare.

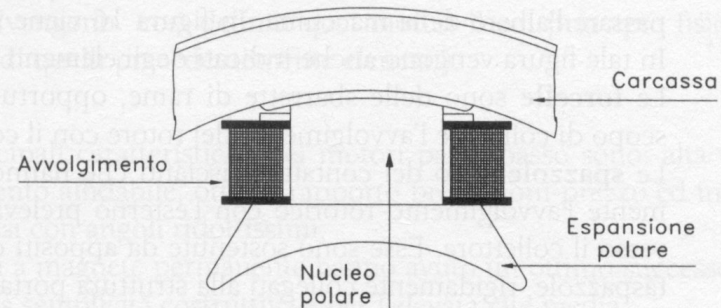
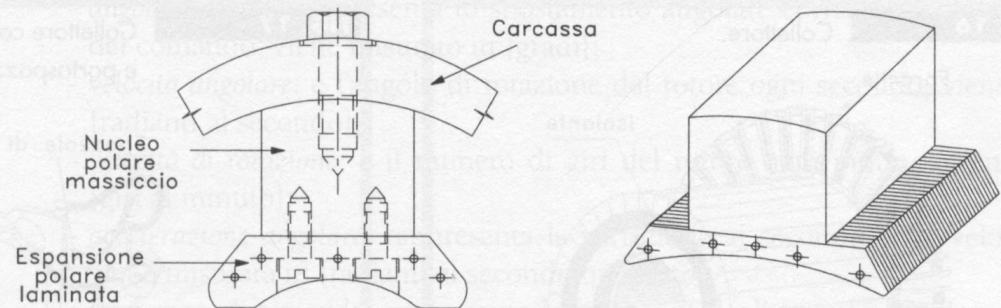


FIG. 14

Esempio di nucleo polare.



MOTORI IN CORRENTE CONTINUA: Il collettore

E' essenzialmente costituito da un insieme di lamelle di rame, isolate tra loro e disposte in modo da ottenere un cilindro cavo fissato ad una struttura portante detta **bussola** all'interno della quale viene fatto passare l'albero della macchina.

FIG. 16

Collettore.

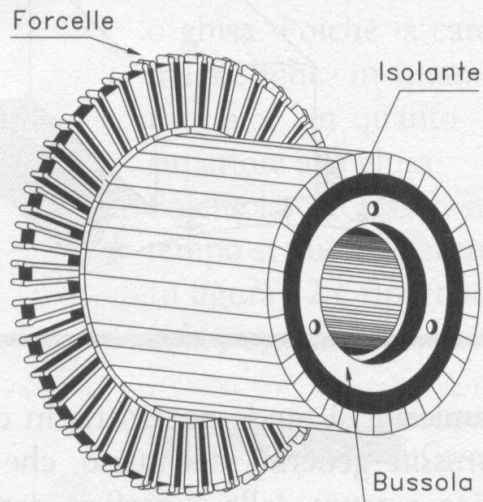
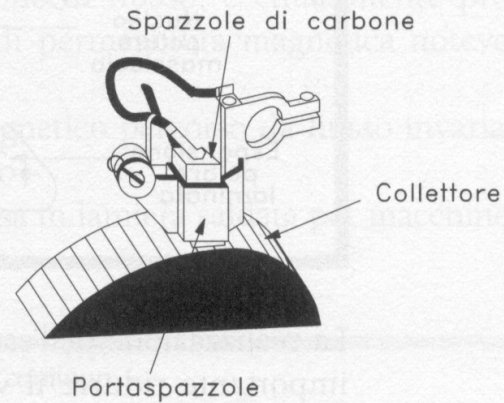


FIG. 17

Collettore con spazzole e portaspazzole.



Le **forcelle** sono delle sbarrette di rame, opportunamente sagomate, che hanno lo scopo di collegare l'avvolgimento del rotore con il collettore.

Le **spazzole** sono dei contatti striscianti di grafite che hanno il compito di collegare elettricamente l'avvolgimento rotorico con l'esterno prelevando o adducendo corrente attraverso il collettore e sono sostenute da appositi organi meccanici detti portaspazzole che hanno il compito di pressare le spazzole contro il collettore.

MOTORI IN CORRENTE CONTINUA

Approfondimenti:

I motori ad eccitazione indipendente hanno il campo dello statore prodotto da un magnete permanente o da un elettromagnete con un circuito di alimentazione indipendente da quello del rotore

Ricordiamo che quando il motore ruota trascinando un carico avente una certa **Coppia Resistente C_r**

Cresce la sua velocità di rotazione e la **coppia motrice C_m** diminuisce, finchè non si raggiunge la condizione di equilibrio meccanico

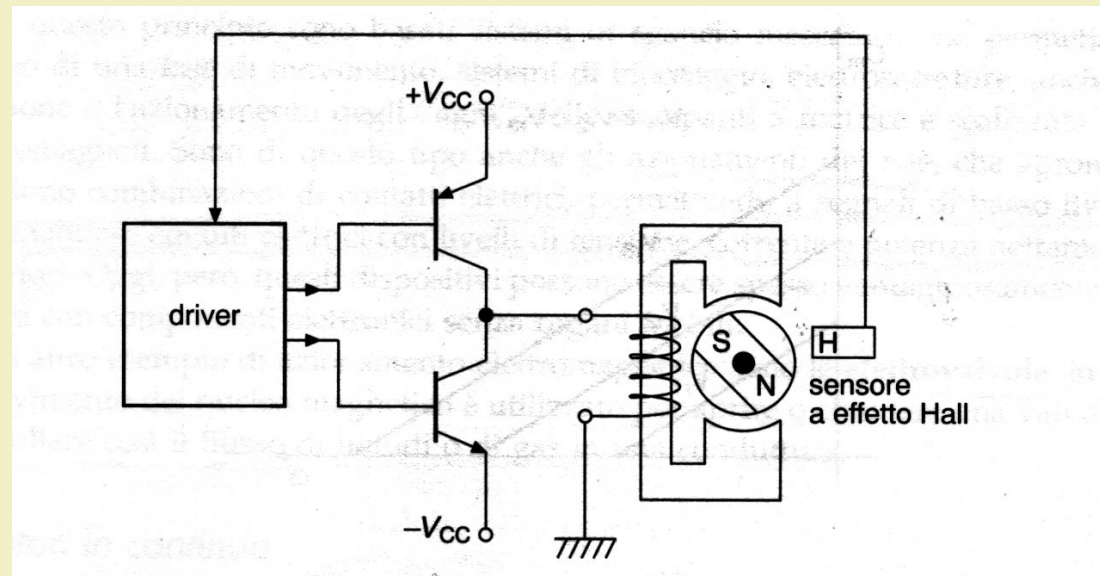
$$C_m = C_r$$

Tale condizione di equilibrio viene raggiunta per una velocità di rotazione tanto più bassa quanto più è bassa la tensione di alimentazione del rotore: perciò fissato un certo carico è possibile controllare la velocità variando tale tensione.

MOTORI SENZA SPAZZOLE: Brushless

I motori senza spazzole superano il problema dell'usura usando per rotore un magnete permanente che genera un campo costante mentre gli avvolgimenti statorici sfasati che possono essere alimentati con tensione alternata controllata elettronicamente, producono un campo la cui polarità viene alternata nel tempo.

Tramite un insieme di trasduttori di posizione ad effetto di Hall, in numero pari a quello delle fasi, si rileva la posizione assoluta del magnete rotorico e decidere di conseguenza tramite un circuito elettronico di commutazione di collegare gli avvolgimenti di statore a una tensione positiva o negativa, garantendo l'alternanza della polarità del campo statorico.



MOTORI SENZA SPAZZOLE: Brushless

Motori Elettrici per Azionamenti DC Senza Spazzole

L'alimentazione delle spire non avviene più tramite le spazzole (meccanico) ma tramite un circuito elettrico.

Motore DC convenzionale

VANTAGGI

- ampio intervallo di velocità
- accelerazioni e decelerazioni rapide
- controllo conveniente della velocità e della posizione dell'albero

SVANTAGGI

- commutazione causa usura, rumore e scintille

Motore DC senza spazzole

VANTAGGI

- ampio intervallo di velocità
- accelerazioni e decelerazioni rapide
- controllo conveniente della velocità e della posizione dell'albero
- no problemi di usura meccanica
- migliore capacità di dissipazione del calore

SVANTAGGI

- elettronica di potenza più complessa rispetto al motore DC a spazzole

MOTORI IN AC

Motori Elettrici per Azionamenti AC

E' sicuramente il tipo di motore più diffuso nell'industria merito delle sue caratteristiche peculiari. La sua robustezza, il costo contenuto, la facilità di alimentazione (basta allacciarlo direttamente alla rete elettrica), l'assenza di parti e contatti striscianti, il buon rapporto peso – potenza, il funzionamento stabile sotto carico e lo scarsissimo bisogno di manutenzione ne fanno la macchina elettrica ideali per tantissime esigenze.

Possono essere asincroni o sincroni. Nello statore di tutti e due i tipi di motore sono alloggiati fili elettrici secondo avvolgimenti statorici trifase. La disposizione di questi avvolgimenti è fatta in modo da sfruttare la corrente alternata per creare un campo magnetico rotante.. Quasi tutti i motori asincroni utilizzano il rotore a gabbia di scoiattolo (detto anche più semplicemente a gabbia) se al posto di avvolgimenti elettrici si hanno barre metalliche (cambia un pò dal punto di vista costruttivo ma il principio di funzionamento è il medesimo nei motori asincroni a rotore avvolto o a gabbia).

MOTORI PASSO PASSO

Un controllo “fine” della posizione degli organi rotanti si ottiene , invece, con i motori passo-passo (**stepping motor**), nei quali più avvolgimenti statorici vengono alimentati in una successione opportuna con una sequenza di impulsi; a ogni condizione di alimentazione degli statori corrisponde una posizione del rotore, che viene raggiunta e mantenuta. La giusta sequenza di condizioni di alimentazione produce l’avanzamento per “passi” del rotore.

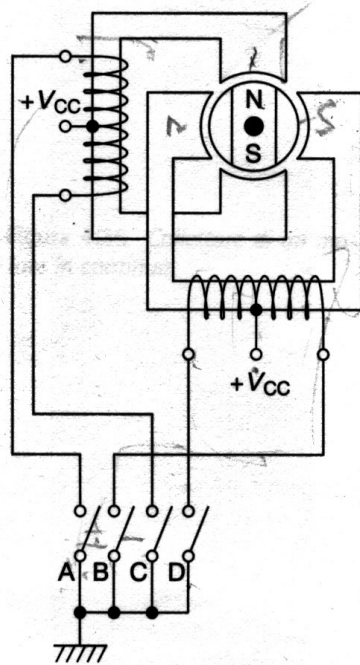
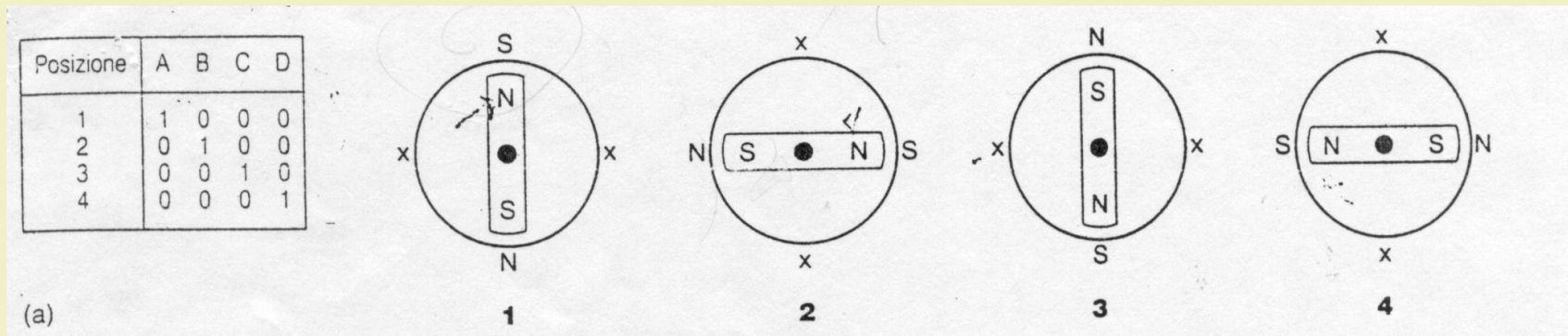


Figura 4.40 Schema di principio di un motore passo-passo.

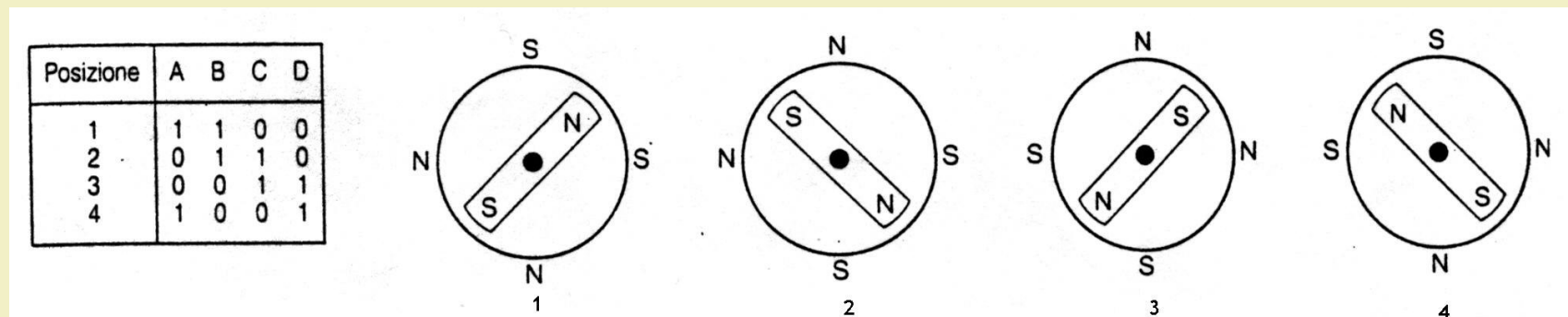
La chiusura in sequenza di **A,B,C** e **D** provoca lo spostamento successivo del polo nord del magnete rotorico prima in alto poi a destra poi in basso e infine a sinistra, ottenendo così una rotazione oraria per passi successivi (**Modalità Wave Drive Mode** in cui si alimenta un singolo avvolgimento statorico per volta).

MOTORI PASSO PASSO

Wave Drive Mode



Un'altra modalità che consente di ottenere una coppia maggiore è detta **Normal Drive Mode** e consiste nell'alimentare due avvolgimenti statorici per volta secondo la sequenza di figura



MOTORI PASSO PASSO

Le modalità di comando di wave e normal-mode producono l'avanzamento a passi interi, la **half-step** il dimezzamento del passo. I motori passo-passo vengono realizzati con motore a magnete permanente e a riluttanza variabile (rotore dentato non magnetizzato). Questi ultimi danno coppie minori e una maggiore risoluzione.

Posizione	A	B	C	D
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

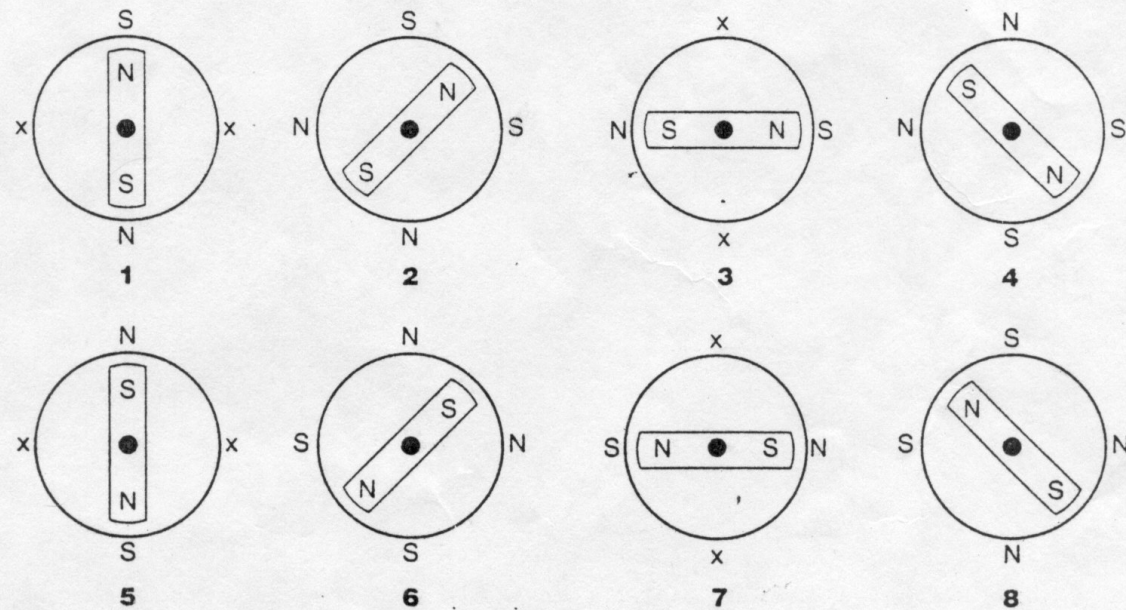


Figura 4.42 Successione dei comandi e delle posizioni in un motore passo-passo pilotato in half-step mode.

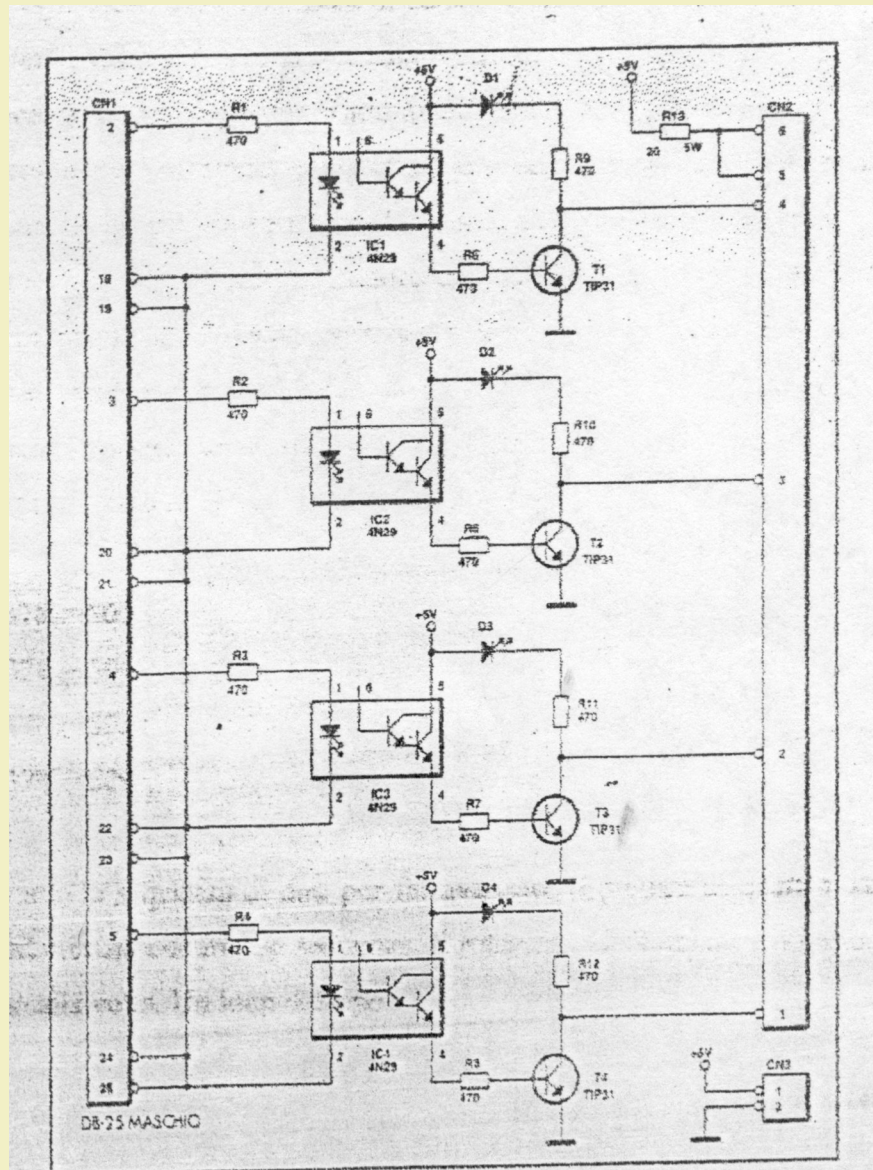
CIRCUITI DI COMANDO

Per il comando degli attuatori di piccola potenza si impiegano relè meccanici o dispositivi di piccola potenza si impiegano relè meccanici o dispositivi elettronici di interruzione , come transistor , SCR e triac.

I di interruzione , come transistor , **SCR e Triac**.

Interessanti i relè a stato solido , nei quali un LED controlla un fototransistor che attiva un triac; il lato a bassa tensione è isolato dal lato di uscita. Il comando di motori in continua può essere ottenuto , con modalità on /off e inversione del senso di rotazione, con transistori connessi a semiponte o a ponte. Il controllo della velocità si ottiene in forma lineare , con dispositivi di potenza in grado di applicare una tensione variabile o in modo switching chiudendo gli interruttori elettronici con un segnale a ciclo utile variabile (velocità proporzionale al ciclo utile). Sono in commercio numerosi integrati utili per il comando di attuatori: si va dai semplici buffer che ricevono segnali ai livelli tipici delle logiche standard e permettono di gestire tensioni e correnti molto superiori, ai complessi integrati specifici, in grado di controllare la rotazione di motori con modalità lineare o switching o di gestire tutte le funzioni di pilotaggio dei motori passo-passo.

CIRCUITI DI COMANDO



Schema elettrico dell'interfaccia

CIRCUITI DI COMANDO

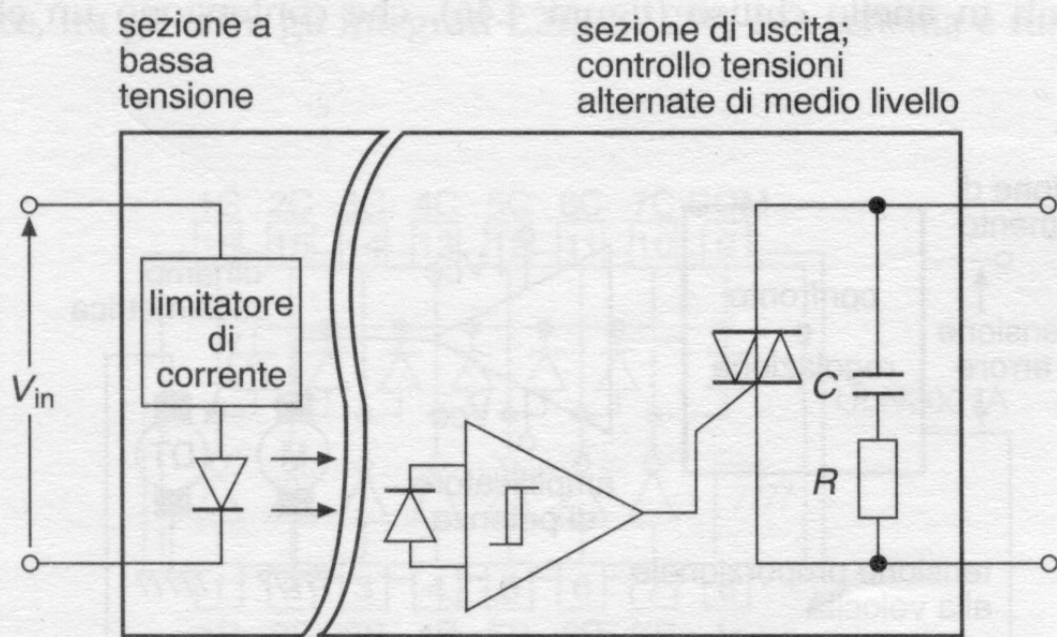


Figura 4.44 Schema a blocchi di un relè a stato solido.