

## Azionamento motori elettrici DC

### 1.1 I motori DC

Il motore in corrente continua (brevemente motore DC, dall'inglese: direct current) è molto usato per piccole potenze e trova largo utilizzo nel settore dell'automazione di asservimento e nella robotica.

Il principio di funzionamento di un motore elettrico è basato sull'interazione di due campi magnetici che si attraggono e respingono a vicenda. Il motore è composto da una parte rotante detta rotore ed una parte fissa detta statore. Lo statore è l'induttore di campo magnetico, mentre il rotore è l'indotto, ovvero l'elemento soggetto al campo. Tra i due esiste un sottile strato (a forma di corona) d'aria detto traferro. L'indotto è rappresentato da un circuito detto di armatura. I conduttori dell'armatura sono posti all'interno delle cave, buchi ricavati lungo il cilindro rotorico. L'armatura è alimentata dalla corrente  $i_a$ , inviata tramite le spazzole su un sistema di lamelle solidali al rotore detto collettore.

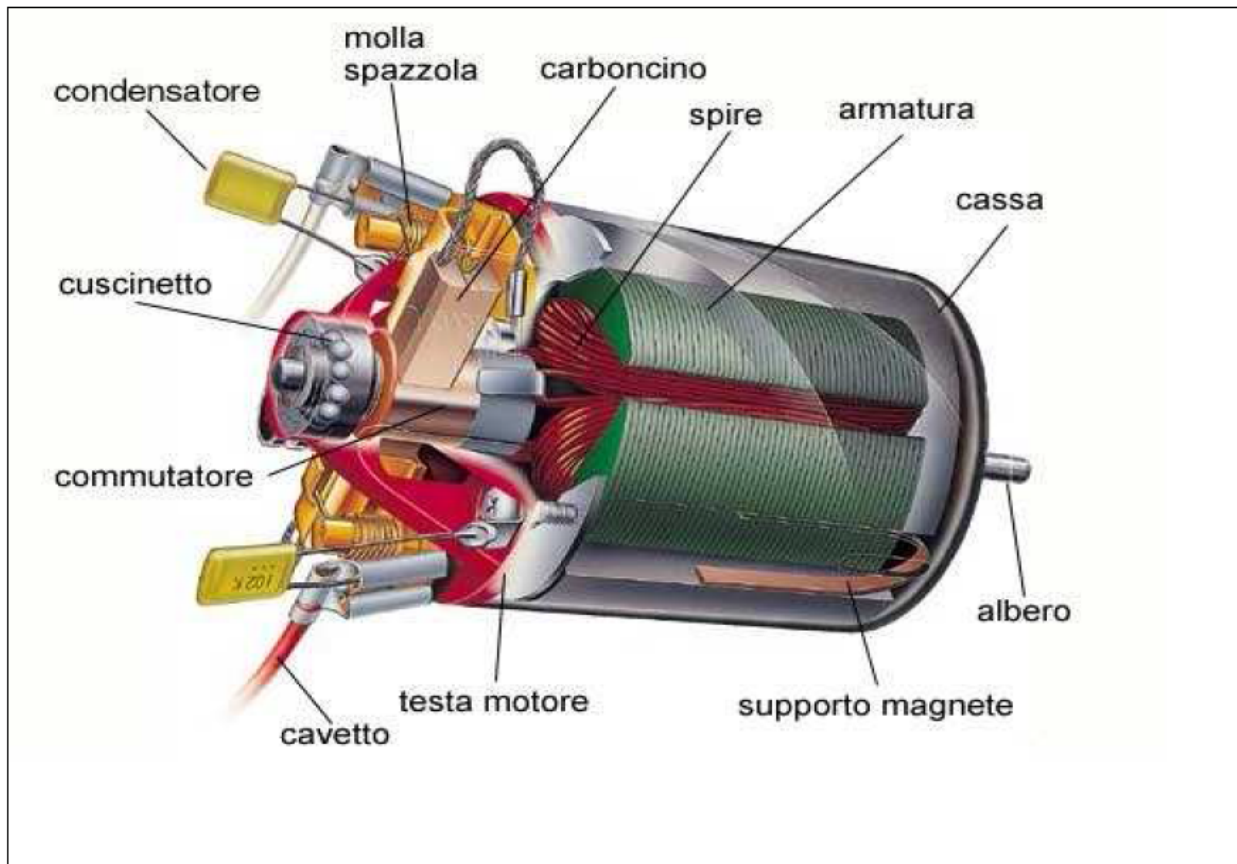


Figura 1.1: Sezione di un motore elettrico

L'induttore è rappresentato da un circuito detto di eccitazione. Lo statore è detto induttore perchè è la parte che genera il campo magnetico principale. Esso possiede i poli principali su cui sono avvolte le bobine di eccitazione entro cui scorre la corrente  $i_e$ . Il sistema appena presentato di poli/bobine è detto avvolgimento di eccitazione. I motori DC, collegati ad un'opportuna scheda di controllo, possono essere controllati con un segnale PWM, inoltre i motori DC di piccola potenza sono economici, facili da reperire e spesso sono corredati di riduttore (gearbox).

per capire il funzionamento del motore

java applet <http://www.walter-fendt.de/ph14e/electricmotor.htm>

in cui si vedono gli effetti dei seguenti principi fisici:

Legge di Biot Savart: un conduttore percorso da una corrente di intensità  $I$  genera un campo magnetico di intensità  $B$

Legge di Lenz: se in un circuito elettrico il flusso concatenato varia nel tempo si genera una  $V$  ai suoi capi

Legge di Faraday: un conduttore di lunghezza  $L$  e percorso da una corrente  $I$  e immerso in un campo magnetico di intensità  $B$  è sottoposto alla forza  $F$  di Lorentz

$$F = L \cdot I \times B$$

## 1.2 Pilotaggio ON-OFF

I motori DC possono essere controllati in vari modi: il pilotaggio più semplice è quello ON-OFF che permette di comandare il motore solo alla massima velocità di rotazione in un verso (interruttore ON) oppure fermarlo (interruttore OFF): questo controllo può essere implementato con un interruttore (es. un mos o un transistor) e con un diodo di ricircolo necessario per evitare danni al resto del circuito (il motore è un carico con una componente induttiva). Lo schema è quello di Figura 1.3. In questa configurazione la potenza dissipata sul transistor (uguale al prodotto di corrente per tensione ai suoi capi) è sempre minima e tutta l'energia prelevata dall'alimentazione è effettivamente usata dal motore. Infatti:

- quando il transistor conduce, la tensione ai suoi capi è prossima a 0 volt mentre quella ai capi del motore è praticamente pari alla  $V_{alim}$ . Il motore quindi ruota alla massima velocità;
- quando il transistor è aperto la corrente nel MOS è evidentemente nulla e quindi nulla la potenza dissipata dal MOS (e anche fornita al motore).

Il limite di questa tecnica di pilotaggio è evidente: il motore è fermo oppure ruota alla massima velocità. L'avvolgimento del motore è sostanzialmente un induttore,

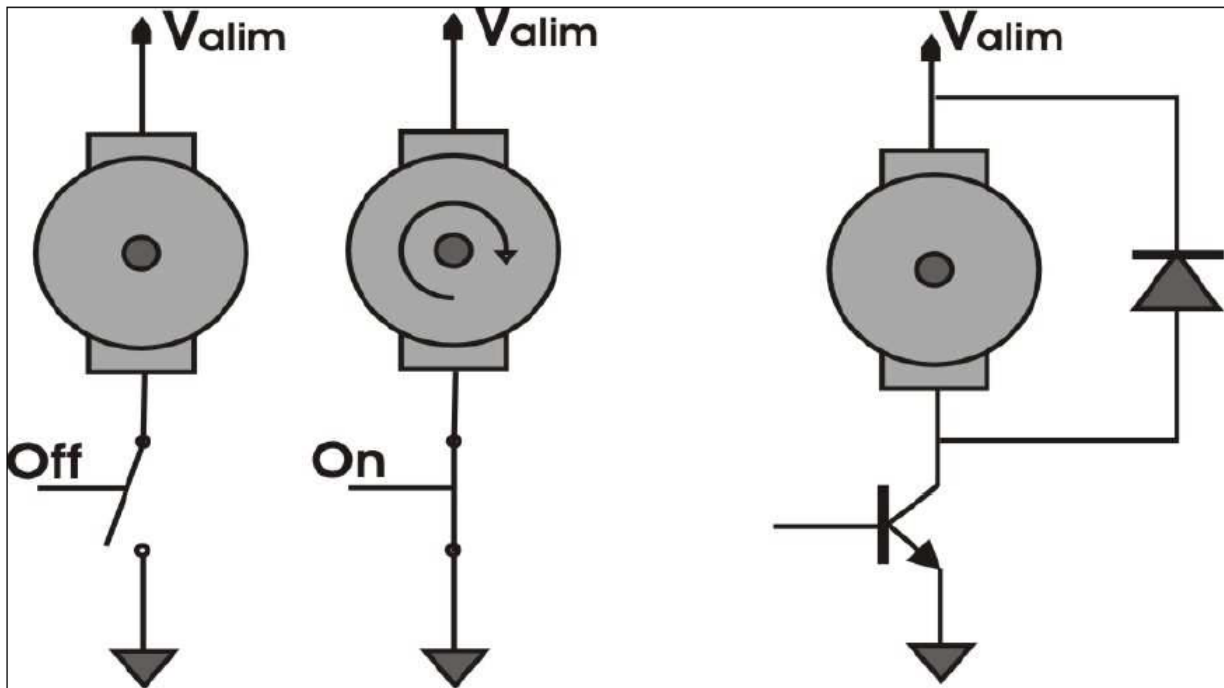


Figura 1.3: Pilotaggio ON-OFF

quando l'interruttore è aperto il motore è fermo, quando è chiuso gira alla massima velocità.

In figura un esempio di implementazione con il transistor un oggetto che tende a mantenere costante la corrente che in esso scorre. Quando il transistor rappresentato nello schema precedente si chiude, la corrente raggiunge il valore a regime in un certo tempo, secondo una curva esponenziale dipendente da parametri interni del motore. Questo fatto non causa, in prima approssimazione, particolari problemi. Quando un transistor si apre, la corrente istantaneamente dovrebbe andare a zero; l'induttore tende però ad impedire questa repentina diminuzione e per fare questo tende a far salire la tensione sul collettore del transistor (immaginate il transistor che, improvvisamente, sia diventato una resistenza molto elevata in cui l'induttore tenta di far passare una corrente: per la legge di ohm, la tensione deve salire). La tensione sale facilmente, danneggiando il transistor.

Per evitare questo fenomeno distruttivo viene inserito in parallelo alla bobina del motore un diodo che fornisce alla corrente una via alternativa a quella del transistor nel momento in cui questo si apre. I diodi da utilizzare in queste applicazioni devono avere due caratteristiche fondamentali:

- Essere veloci, cioè essere capaci di passare in poco tempo dalla condizione di non passaggio di corrente a quella di conduzione e viceversa. In genere sono richiesti tempi di intervento dell'ordine delle decine di nanosecondi.

- Essere capaci di gestire correnti elevate in quanto al momento dello spegnimento tutta la corrente del motore, in genere dell'ordine degli ampere, passa nei diodi.