



MOTORI



M10

MOTORI

La forza del motore

I motori costituiscono un dispositivo fondamentale in microrobotica. Dato che una delle caratteristiche inerenti ai microrobot è la mobilità, per ottenerla normalmente essi sono dotati di uno o più motori, che producono la rotazione delle ruote e i movimenti dei bracci e delle pinze. Nella fotografia della figura sono mostrati diversi modelli di motori elettrici, fra i più utilizzati nelle applicazioni con apparecchiature elettroniche.

La funzione di un motore è convertire l'energia elettrica nel giro del suo asse, per generare un movimento rotatorio. Il principio su cui si basa il funzionamento dei motori è supportato dalla Legge di Faraday, la quale di-



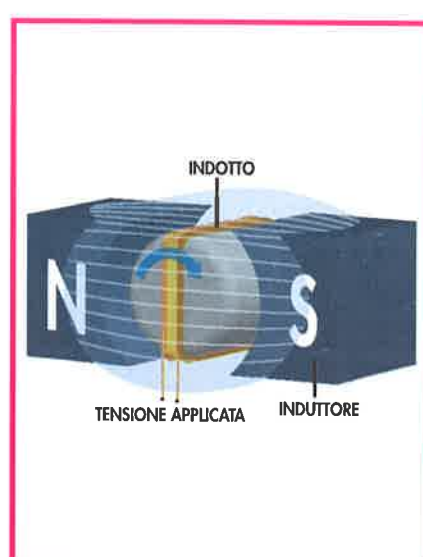
Alcuni modelli di motori elettrici, utilizzati comunemente nelle apparecchiature elettroniche.



Quando un conduttore si sposta all'interno di un campo magnetico, si genera fra i suoi estremi una tensione proporzionale alla velocità di spostamento.



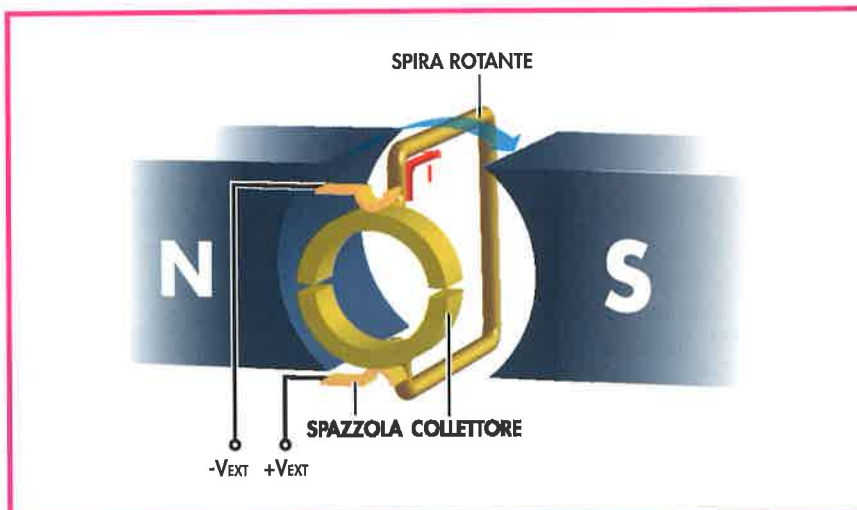
Se in un campo magnetico si fa girare una spira chiusa su una resistenza R si genera una corrente I che la attraversa.



Applicando una tensione alle bobine dell'indotto, si produce una rotazione sul suo asse.

ce che quando un conduttore elettrico si muove all'interno di un campo magnetico, si genera fra i suoi estremi una differenza di potenziale proporzionale alla velocità di spostamento, come rappresentato graficamente nella figura.

Se invece di spostare un filo conduttore, all'interno del campo magnetico, si fa girare una spira con il circuito chiuso su una resistenza, circolerà attraverso di essa una corrente elettrica, che sparirà quando cesserà il movimento della spira.



La tensione esterna applicata agli estremi delle bobine dell'indotto collegate alle due parti del collettore, viene fornita tramite le spazzole.

CONVERSIONE DELL'ELETTRICITÀ IN MOVIMENTO

Nel caso di un motore, al posto di una spira si utilizza un insieme di queste avvolte su un nucleo magnetico, che prende il nome di "indotto". Per ottenere il campo magnetico al posto di un magnete permanente si utilizza un elettromagnete, che viene chiamato "induttore". Quando l'indotto inizia a girare, all'interno del campo magnetico creato dall'induttore, si ottiene una corrente elettrica. Questo è il principio applicato per la generazione dell'energia elettrica, partendo dal movimento o energia meccanica, come succede con le dinamo delle biciclette.

Dato che il fenomeno descritto per l'ottenimento dell'energia elettrica è reversibile, se si applica una tensione all'indotto,

circolerà la corrente elettrica attraverso le sue bobine, e si creerà un campo magnetico che accoppiato con quello creato tramite l'induttore, muoverà l'indotto facendolo girare sul suo asse. Grazie alla Legge di Lenz, quando l'indotto gira si

produce una corrente fra le sue spire, denominata forza controelettromotrice, che si oppone alla tensione esterna applicata all'indotto e al passaggio della corrente, la cui finalità è compensare le variazioni del flusso magnetico, come rappresentato in figura.

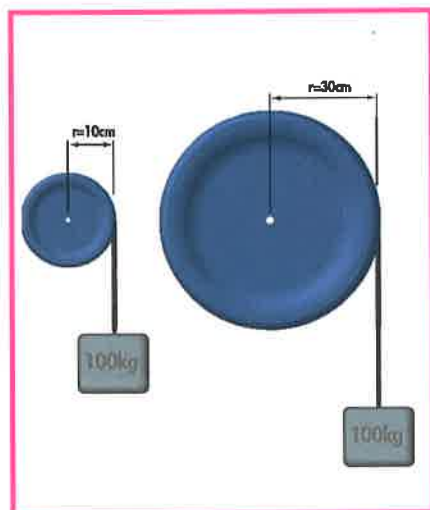
La velocità di giro di un motore è il numero di rivoluzioni per minuto (r. p.m.) o per secondo (r. p. s.), a cui gira l'asse del motore. La coppia motrice è l'altro parametro fondamentale di questi dispositivi, ed esprime la forza che è capace di vincere, moltiplicata per il raggio della puleggia. Se ad esempio la puleggia accoppiata ad un asse del motore deve sopportare un peso di 100 Kg e ha un raggio di 10 cm, la coppia del motore sarà di $100 \times 10 = 1.000 \text{ Kg.cm}$. Questo valore sarebbe molto più alto se la puleggia avesse un raggio di 30 cm, che porterebbe a $100 \times 30 = 3.000 \text{ Kg.cm}$, come riportato nella figura.

Esiste una formula molto semplice e chiara che mette in relazione i tre parametri fondamentali di un motore: Coppia Motrice (P), Potenza in Watt (W) e Velocità di Giro in r.p.m. (V).

$$V = 0,95 \cdot (W/P)$$

IL COLLETTORE E LE SPAZZOLE

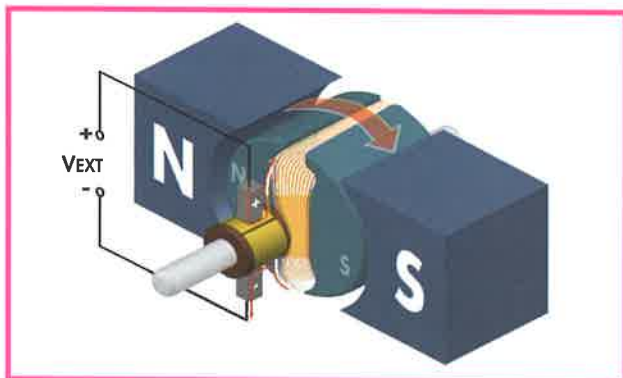
Dato che l'indotto gira su di un asse, per ricevere la tensione esterna applicata agli estremi delle sue bobine è necessario l'utilizzo di due elementi chiamati spazzole, che forniscono il contatto con i due estremi collegati alle due parti del collettore, come si può vedere nella figura in alto, in cui per maggior comprensione si è ridotto l'indotto a una sola spira.



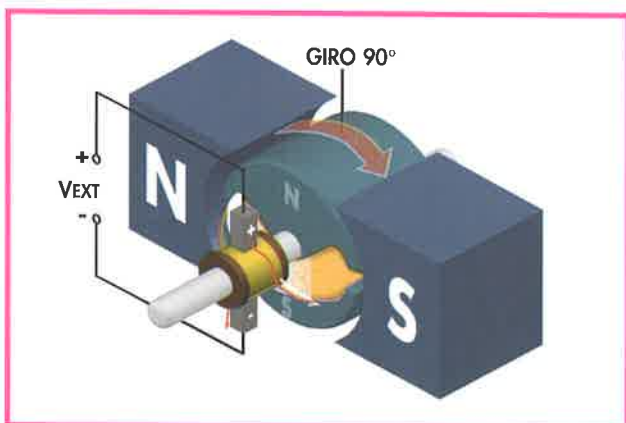
La coppia motrice è il prodotto della forza per il raggio della puleggia.

Sequenza del movimento di un motore

Per spiegare in forma grafica gli eventi che si producono nel movimento dell'asse di un motore alimentato con corrente continua (DCV), prenderemo in considerazione una sequenza e ne analizzeremo i fenomeni che si verificano. Nella prima figura si parte dalla posizione iniziale dell'indotto, in cui circola una corrente che lo magnetizza con la polarità indicata nella figura stessa, che come si può vedere pone uno di fronte all'altro i poli dello stesso segno dell'indotto e dell'induttore.



Inizialmente, il confronto dei poli dell'indotto e dell'induttore provoca la rotazione dell'asse.

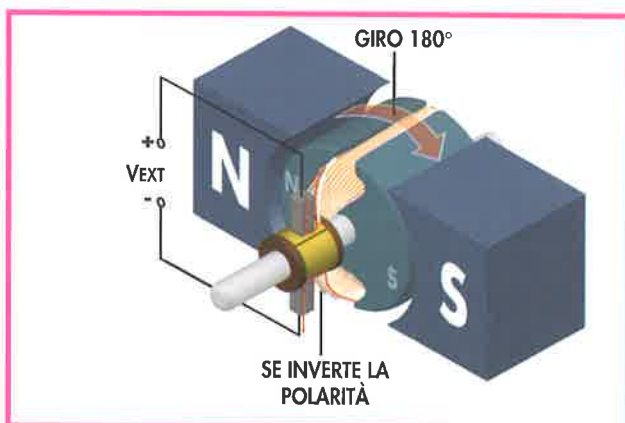


Girando di 90°, la posizione relativa dei poli origina la forza di attrazione e repulsione che mantiene la rotazione dell'asse.

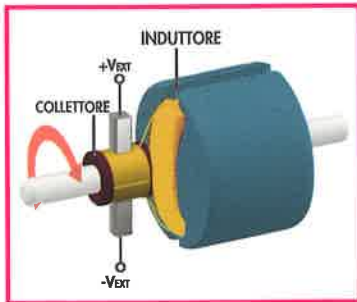
Questo origina una forza di repulsione che provoca il giro indicato nella figura, iniziando la rotazione dell'asse. Nella figura successiva, si suppone che l'asse abbia ruotato di 90° e la posizione relativa dei poli dell'induttore e dell'indotto diano origine ad una forza di attrazione e di repulsione che combinandosi mantengono il movimento dell'asse, facendo continuare la rotazione.

Quando l'asse avrà ruotato di 180°, saranno di fronte i poli di segno opposto dell'indotto e dell'induttore, il che supporrebbe una forza di attrazione fra di loro, che rallenterebbe la rotazione. Per evitare questa fermata e ottenere il mantenimento della rotazione, si inverte in questo momento il verso della corrente elettrica che attraversa le bobine, e di conseguenza la polarità dell'indotto. In questo modo si torna alla situazione della prima figura, mantenendo la rotazione e obbligando l'indotto ad un altro giro di 180°, per poi ripetere il ciclo all'infinito.

Ad ogni rotazione di 180° si inverte la polarità della tensione applicata tramite le spazzole alle due parti del collettore che sono collegate agli estremi dell'avvolgimento dell'indotto. In questo modo si mantiene in modo permanente la direzione delle forze di repulsione e attrazione fra l'induttore e l'indotto, ottenendo il movimento continuo dell'asse del motore.



Ruotando di 180° si invertono i poli della tensione applicata all'indotto, invertendo così anche i poli magnetici. Si ritorna alla situazione iniziale.



Ad ogni giro di 180° del collettore si produce l'inversione della polarità della tensione applicata all'indotto.

TIPI DI MOTORI DCV

A seconda delle caratteristiche costruttive della parte fissa, statore o induttore, e della parte mobile, rotore o indotto, esiste un'estesa gamma di motori a corrente continua, fra cui ricordiamo i seguenti:

Motori con elettromagnete come induttore

Sono destinati a controllare medie e grandi potenze; sono composti da due avvolgimenti, uno per l'indotto e uno per l'induttore, che a seconda dei collegamenti danno luogo a diverse alternative.

Motori con eccitazione separata

Le bobine dell'indotto e dell'induttore sono separate.

Motori in serie

Gli avvolgimenti dell'induttore e dell'indotto sono collegati in serie, e su entrambi circola la stessa corrente. Il momento della partenza è critico, perché circola una corrente molto alta e non c'è forza controlettromotrice, dato che il motore è ancora fermo; per contro possiedono una buona coppia di spunto, e la velocità varia con il variare del carico sull'asse.

Motori in derivazione

Le bobine dell'indotto e dell'induttore sono collegate in parallelo, dato che ricevono entrambe

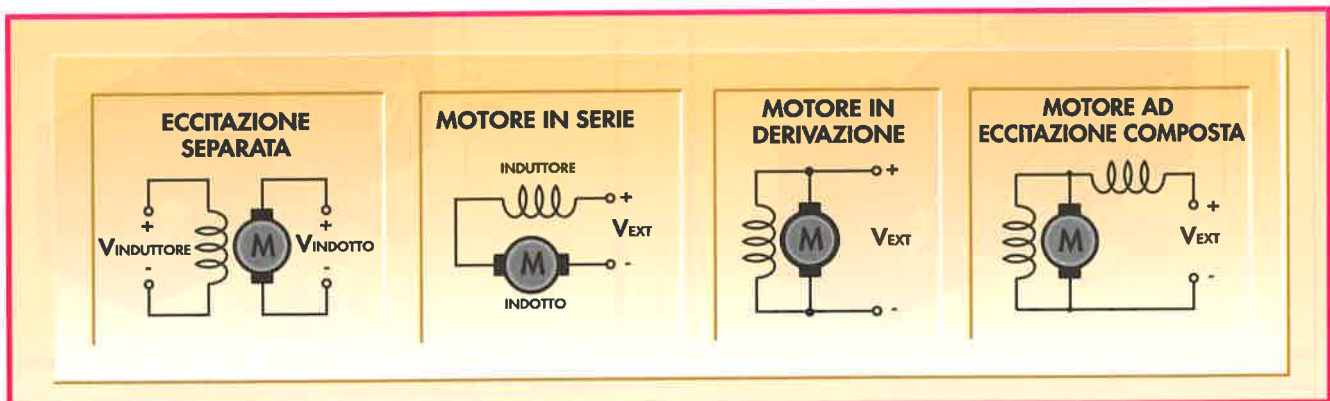
la stessa tensione. Siccome l'indotto provoca un campo magnetico costante, la velocità di rotazione è costante. La coppia di spunto è debole e la velocità molto uniforme.

Motori ad eccitazione composta

È un mix dei due sistemi precedenti, dato che l'induttore è formato da due avvolgimenti, uno dei quali è collocato in serie e l'altro in parallelo con l'indotto. La coppia di spunto è debole, però la velocità è costante. Nella microrobotica troviamo dei motori molto interessanti che sono quelli senza armatura. Lo statore è formato da un magnete cilindrico cavo al cui interno si trova un rotore che supporta, senza nucleo, l'avvolgimento delle sue spire. Dato che sono leggeri hanno una bassa inerzia, e non necessitano di alte tensioni alla partenza, per cui sono ideali per i servomeccanismi.



Interno di un motore a corrente continua. Osserviamo gli avvolgimenti del rotore.



Presentazione dei quattro tipi più significativi di motori DCV, a seconda del tipo di collegamento delle loro bobine.

Le particolarità dei motori PAP

Anche se il motore PAP si alimenta con DCV, la rotazione del suo asse non è lineare o continua, dato che è realizzata sulla base di salti, o passi, dello stesso angolo di giro, i quali sono prodotti secondo la sequenza degli impulsi applicati alla bobina dello statore. Ad ogni passo, l'asse gira del medesimo angolo, e questa qualità è essenziale in molti dispositivi in cui si debba controllare con precisione l'angolo di rotazione, come succede con le stampanti, i bracci elettromeccanici, gli scanner, ecc.

Uno dei vantaggi più importanti di questo tipo di motori è che non sono necessari sensori o encoder per determinare la posizione dell'asse, dato che questa resta perfettamente fissata dal numero dei passi prodotti dagli impulsi applicati alle bobine. Questi motori vengono quindi utilizzati in tutte quelle applicazioni che necessitano di un posizionamento sicuro ed esatto dell'asse.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

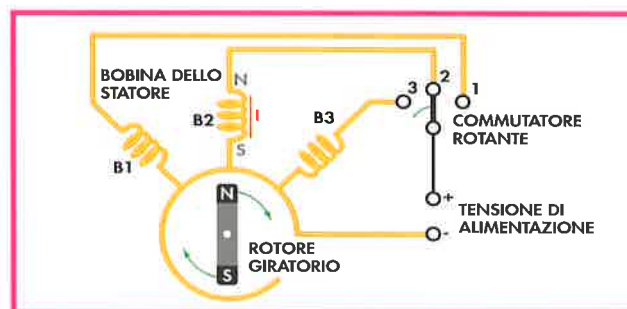
Il motore PAP è costruito da uno statore fisso formato da vari avvolgimenti indipendenti posizionati su un materiale ferromagnetico, al cui interno può girare liberamente il rotore.

La tensione di alimentazione si applica alle bobine dello statore in modo sequenziale, in questo modo si ot-



Fotografia di diversi tipi di motori PAP.

tiene uno spostamento angolare del flusso magnetico, che obbliga il rotore a muoversi per allinearsi davanti ai poli di segno opposto, situazione in cui si ha la maggiore forza di attrazione. Facendo riferimento allo schema della figura, collocando il commutatore rotante sulla posizione 2, si applica la tensione di alimentazione alla bobina B2. Questa sarà percorsa da una corrente I , la quale creerà un campo magnetico che obbligherà il magnete rotante ad orientarsi di fronte ad essa, in modo da porre uno di fronte all'altro i poli di segno opposto. Spostando il commutatore sulla posizione 3, circola corrente sulla bobina B3, che cambia il flusso magnetico dello statore, e fa girare il rotore sino a riallineare i poli opposti. Se nel perimetro circolare dello statore ci sono sei bobine, applicando in sequenza gli impulsi di corren-



Il commutatore rotante seleziona la bobina che sarà attraversata dalla corrente.

te a queste bobine mediante il commutatore, il rotore si sposterà ogni volta, riallineandosi con ogni bobina, girando a salti di $360/6 = 60^\circ$. Questo angolo di rotazione prende il nome di "passo".

Se al posto di un commutatore meccanico applichiamo alle bobine dello statore una sequenza di impulsi di eccitazione, costanti e uniformi, ad una frequenza F , il numero di rivoluzioni per secondo dell'asse del motore, sarà dato dal quoziente fra la frequenza degli impulsi e il numero delle bobine presenti nello statore. Il verso del giro sarà determinato dalla direzione della sequenza di eccitazione delle bobine.

TIPI DI MOTORI PAP

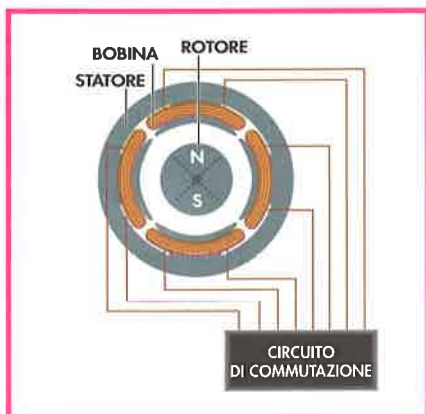
A seconda della tecnologia impiegata nella costruzione del rotore, distinguiamo due tipi di motore. Lo statore è sempre costruito con un supporto di materiale ferromagnetico sul quale sono distribuite uniformemente le bobine indipendenti. Il rotore può essere un magnete permanente, oppure può essere costruito con un nucleo di ferro dolce cilindrico con denti incisi longitudinalmente sulla superficie.

MOTORI PAP A MAGNETE PERMANENTE

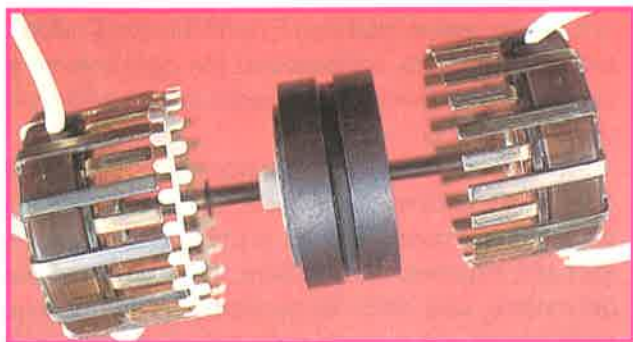
Il rotore è una calamita fortemente magnetizzata, che può girare liberamente all'interno dello statore, e tenderà sempre ad allinearsi con il campo magnetico creato dalla bobina dello statore che in quel momento sta ricevendo l'impulso di alimentazione, come si può vedere nella figura.

MOTORI PAP A RILUTTANZA VARIABILE

Il rotore è un cilindro di ferro dolce con denti incisi sulla superficie. Lo statore è formato da varie bobine a cui si applicano gli impulsi di corrente per magnetizzarle in successione. L'azionamento del motore è prodotto dall'attrazione dello statore sopra uno dei denti del ro-



Il rotore è un magnete rotante, che orienta i suoi poli con la bobina dello statore che in quel momento riceve l'alimentazione.



Motore PAP a magnete permanente, il cui statore si compone di due bobine situate su entrambi gli estremi dell'immagine.

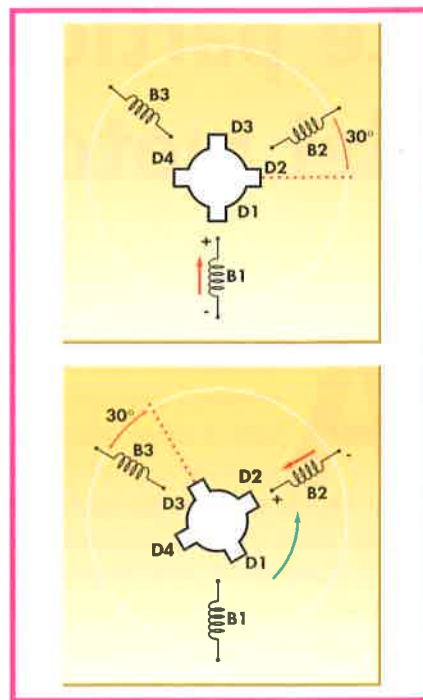
re per diminuire la riluttanza del circuito magnetico.

Descriviamo il comportamento di un motore con tre avvolgimenti, B1, B2, B3 nello statore e con 4 denti: D1, D2, D3 e D4. Quando si applica l'impulso di corrente a B1 il rotore viene attratto, sino a che il dente più vicino, D1, si allinea con il campo magnetico.

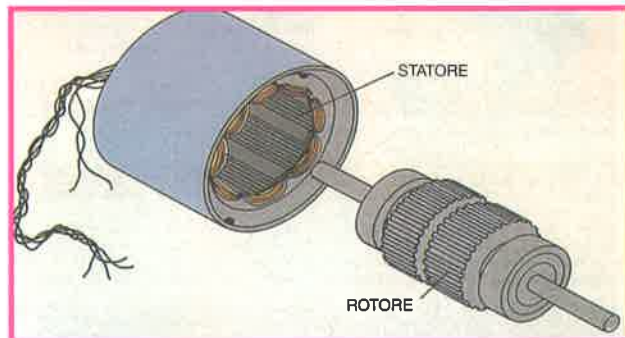
Spostando l'impulso su B2, il dente più vicino sarà D2, e per il suo allineamento il motore ruoterà di 30°.

Quando l'impulso sarà ricevuto da B3, si allineerà D3, producendo un altro passo di 30°. Tornando l'impulso su B1 si allineerà D4 e girerà di altri 30° come mostrato nella figura.

Esiste infine un motore PAP denominato "ibrido" che combina le caratteristiche dei due tipi di motori precedenti approfittando dei vantaggi di entrambi e ottenendo passi di pochi gradi, buona coppia e alta frequenza.



Nel disegno superiore la bobina B1 è quella che riceve l'alimentazione, e il dente D1 che è il più vicino, si allinea con essa. Nella parte inferiore si alimenta B2 producendo l'allineamento di D2, dopo una rotazione di 30°.



Struttura interna di un motore PAP a riluttanza variabile.

Controllo dei motori DCV (I)

Come abbiamo già spiegato in precedenza, esistono quattro tipi di motori DCV, che si differenziano fra di loro per i collegamenti dell'indotto e dell'induttore:

1°. Con eccitazione indipendente. L'induttore e l'indotto hanno alimentazioni indipendenti.

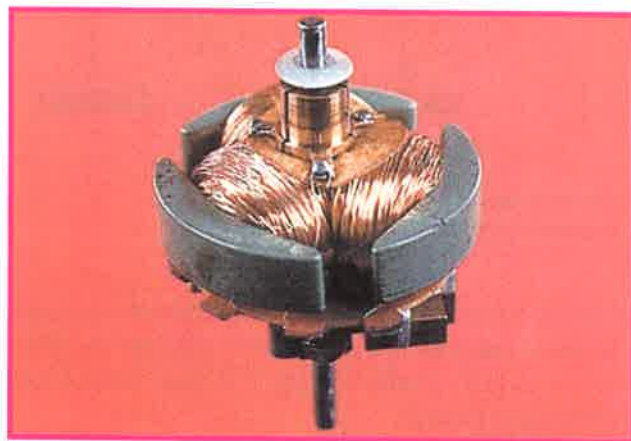
2°. Eccitazione in serie. L'alimentazione DCV si applica in serie all'induttore e all'indotto.

3°. Eccitazione in parallelo. L'alimentazione si applica in parallelo all'induttore e all'indotto.

4°. Eccitazione composta. L'induttore ha un avvolgimento in serie con l'indotto e un altro in parallelo.

Per analizzare il comportamento di un motore DCV ne riportiamo le equazioni in cui gli operandi che intervengono sono rappresentati nella figura, dove è stato scelto un motore con eccitazione in serie.

Se si suppone che R sia la somma delle resistenze degli avvolgimenti dell'induttore e dell'indotto, K il flusso magnetico dell'induttore e che il motore gira a una velocità di N r.p.m., si stabiliscono le seguenti equazioni per determinare il suo funzionamento:



Dettaglio dell'indotto, o rotore, di un motore a corrente continua. Nella parte superiore troviamo il collettore.

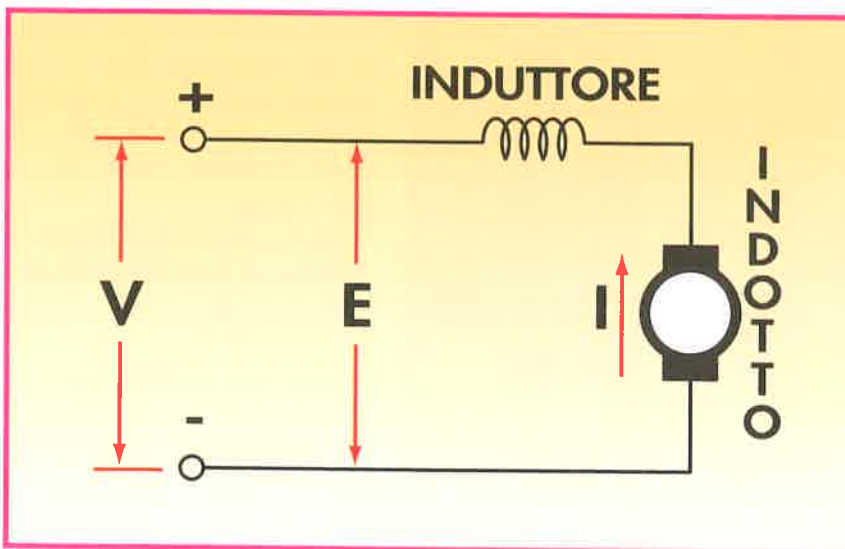
$$E = V - I \cdot R$$

$$N = E / K = (V - I \cdot R) / K$$

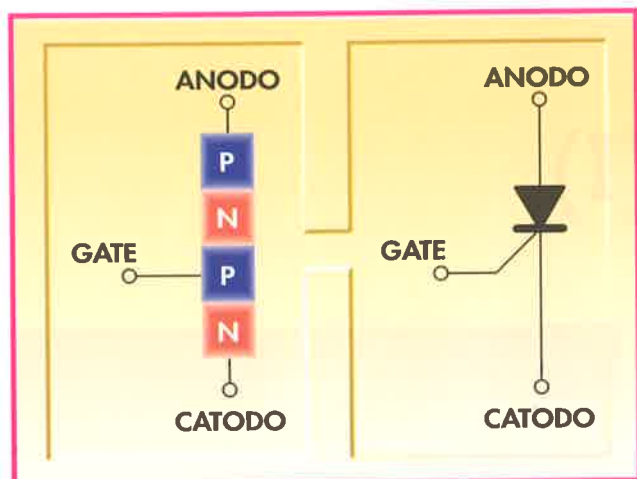
Si potrebbe considerare che la velocità N del motore è approssimativamente proporzionale alla tensione di alimentazione V , se si trascurano gli effetti degli altri due fattori che intervengono nella formula. Questo può essere accettato nei motori con eccitazione separata e in serie, però non nei motori a eccitazione parallela, dato che I dipende dalla tensione di alimentazione e dalla resistenza dell'induttore. Da quanto esposto possiamo dedurre che nei motori con eccitazione indipendente e in serie, si può controllare la velocità del motore stesso variando la tensione di alimentazione.

I TIRISTORI

Uno dei dispositivi a semiconduttore più impiegati per il controllo dei motori è il tiristore, chiamato anche Rettificatore Controllato al Silicio o S.C.R. Il



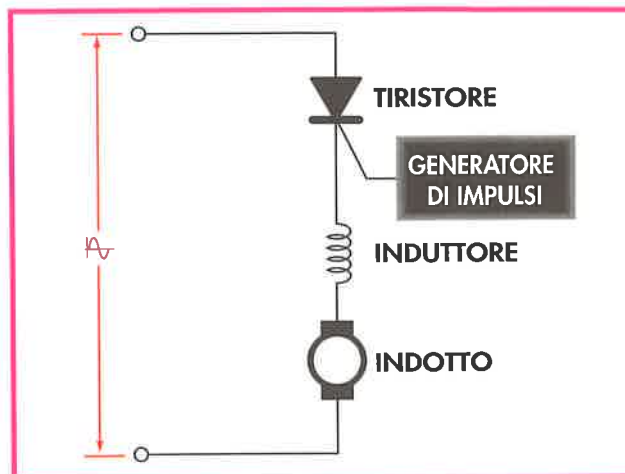
In questo motore in serie, V è la tensione applicata, E la forza controelettromotrice e I la corrente che circola sull'induttore e sull'indotto.



Struttura interna e simbolo elettrico del tiristore o S.C.R.

Il tiristore è formato da quattro strati alternati di materiale semiconduttore N e P, a cui sono collegati tre elettrodi che sono il catodo, l'anodo, e il gate, come si vede nella figura in alto.

Quando si polarizza il tiristore con una tensione crescente fra l'anodo (positivo) e il catodo (negativo), si ottiene un valore di resistenza molto basso fra questi due elettrodi, ovvero entrano in conduzione. Questo valore di resistenza dipende dalla tensione applicata al terzo elettrodo, o gate. Il funzionamento del tiristore quindi è

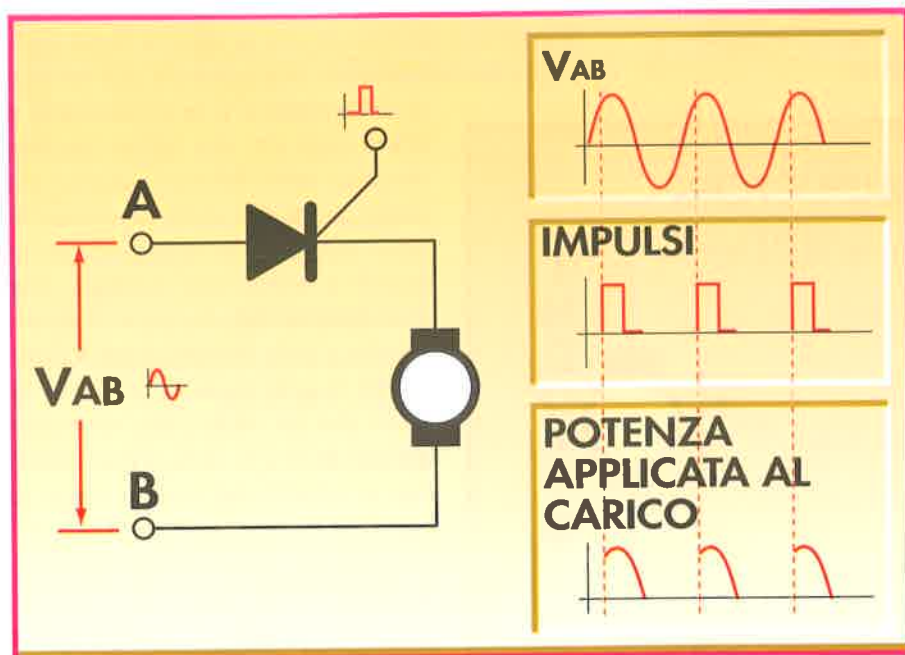


Schema base per il controllo di piccoli motori in serie a mezza onda, molto utilizzato nei piccoli elettrodomestici.

simile a quello del diodo, però la sua conduzione è controllata anche dalla tensione applicata al terzo elettrodo. Il tiristore non conduce, presenta un'enorme resistenza al passaggio della corrente quando è polarizzato inversamente, o quando la tensione diretta è più bassa di quella di mantenimento.

In genere, quando si utilizza un tiristore si applica a un circuito rettificatore di corrente alternata in cui non si desidera utilizzare tutto il semiciclo positivo. Per fare in modo che il tiristore conduca nel semiciclo che lo polarizza direttamente, si applica un impulso sul gate al momento desiderato. Per questo si chiama "rettificatore controllato". Variando la frequenza degli impulsi applicati alla porta si gestisce il punto di inizio della conduzione, e quindi la potenza applicata al carico che stiamo pilotando, come si può vedere in figura.

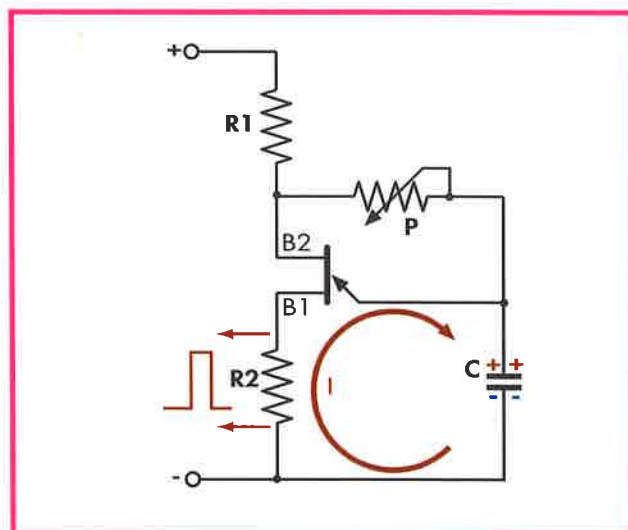
Molti piccoli motori utilizzati comunemente negli elettrodomestici, come frullatori, macinini, tritatutto ecc., sono di tipo in serie e si alimentano con una parte del semiciclo della corrente alternata, controllando la potenza secondo il principio dello schema rappresentato nella figura. La generazione degli impulsi controlla il punto di apertura del tiristore e la potenza che ricevono l'induttore e l'indotto.



La frequenza degli impulsi applicati al gate del tiristore gestisce la potenza ricevuta dal carico.

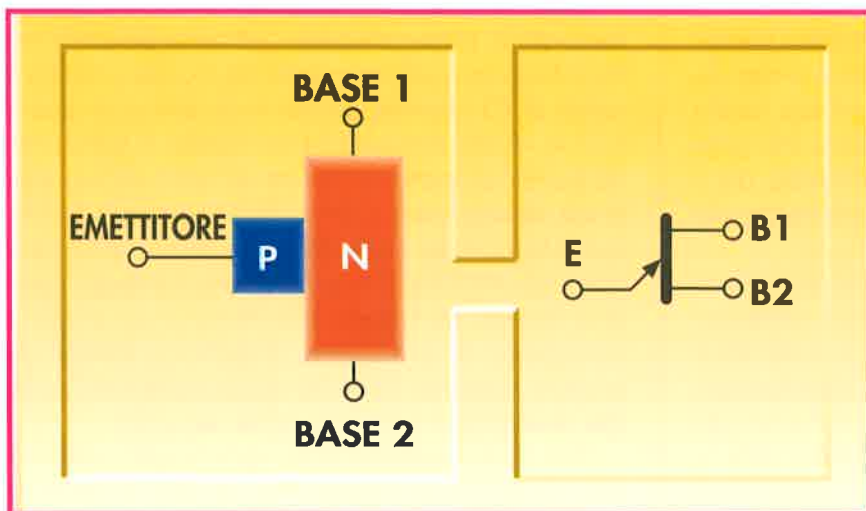
Controllo dei motori DCV (II)

Come applicazione pratica per l'argomento del controllo dei motori DCV, descriveremo un circuito commerciale destinato a controllare la velocità dei motori a corrente continua. L'energia di alimentazione disponibile normalmente è a corrente alternata, e a partire da questa, dobbiamo ottenere la corrente continua che alimenta gli avvolgimenti dell'induttore e dell'indotto. Nello schema elettrico del variatore di velocità, i componenti semiconduttori che si utilizzano sono tiristori, diodi rettificatori, diodi zener e un transistor unigiunzione modello 2N2160. Quest'ultimo dispositivo è un'unione N-P in cui troviamo due elettrodi in una delle zone, che si chiamano Base1 e Base2, mentre nell'altra zona abbiamo un solo elettrodo chiamato emettitore. La struttura e il simbolo sono riportati nella figura. Il transistor unigiunzione si utilizza come un generatore di impulsi e normalmente è associato all'attivazione dei tiristori, come succede in questo caso. Polarizzando le due basi si genera fra di loro una differenza di potenziale. Pertanto applicando una tensione crescente fra Base1 e l'emettitore come conseguenza della carica di un condensatore, arriva il momento in cui questa tensione supera



Quando la tensione del condensatore raggiunge il livello necessario, entra in conduzione la giunzione emettitore-Base 1, e si scarica C producendo un impulso su R2.

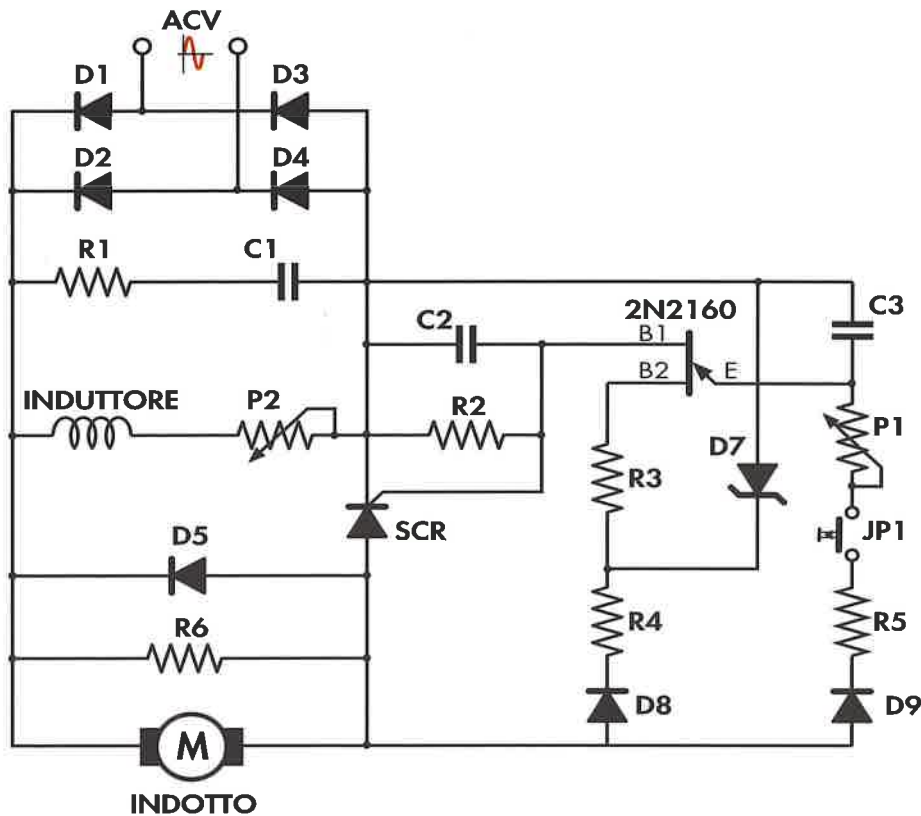
quella della differenza di potenziale, e l'unione N-P diventa conduttiva, scaricando il condensatore e ripetendo il ciclo. Ogni scarica del condensatore genera un impulso sulla resistenza R2 del circuito della figura.



Struttura interna e simbolo del transistor unigiunzione.

ANALISI DELLA SCHEDA DEL VARIATORE DI VELOCITÀ

Facciamo riferimento allo schema riportato nella figura del variatore di velocità per motori a corrente continua. I diodi D1, D2, D3 e D4 configurano un ponte di Graetz che rettifica in doppia onda la corrente alternata. La rete R1-C1 protegge il ponte dalle sovratensioni transitorie dovute a ricombinazioni di cariche al momento dell'inversione di polarità sui morsetti dei diodi.



Schema elettrico del variatore di velocità per motori DCV.

L'induttore è collegato all'uscita del ponte rettificatore e grazie alla sua elevata induttanza, il "ripple" è molto piccolo, per cui si considera praticamente continua la corrente che lo attraversa e che si controlla con il potenziometro P2.

La tensione raddrizzata si applica all'indotto tramite il tiristore, o SCR, il cui angolo di conduzione in ogni semiciclo, è controllato dal generatore di impulsi basato sul transistor unigiunzione 2N2160. Il diodo D5, serve per lasciar passare la corrente tramite l'indotto, per il tempo necessario a dissipare l'energia immagazzinata dall'induttanza dell'avvolgimento.

All'inizio di ogni semiperiodo che arriva dal ponte di Graetz, l'SCR è bloccato, e inizia a caricarsi il condensatore C3 tramite P1, R5, D9 e l'indotto. Fra le basi B1 e B2 del transistor unigiunzione c'è una polarizzazione fissa, data dal diodo zener D7. Quando C3 arriva alla tensione sufficiente, il transistor unigiunzione entra in conduzione, scaricando rapidamente C3 attraverso la giunzione gate-catodo del tiristore, che passa anch'esso in conduzione. R2-C2 formano una rete di protezio-

ne contro le sovratensioni transitorie, che potrebbero causare aperture incontrollate dell'SCR. Il tempo di carica di C3 dipende dal potenziometro P1, che con R5 e C3 fissa la costante di tempo del circuito di innesco.

Dato che la tensione ai capi dell'SCR, che è quella di carica di C3, è uguale a quella dell'uscita del ponte meno la forza controelettromotrice del motore, il tempo di carica di C3 dipende parzialmente anche da questa f.c.e.m., quindi dalla velocità del motore. In questo modo quando si applica al motore un carico sul suo asse, la sua velocità tende a diminuire e con essa la f.c.e.m. quindi la tensione ai capi dell'SCR aumenta riducendo il tempo di carica di C3. In questo modo si anticipa il punto di innesco del tiristore, e aumenta il suo angolo di conduzione, di conseguenza si applica al motore una tensione superiore che compensa parzialmente la perdita di velocità dovuta all'aumento del carico.

Con il potenziometro P2 si regola la velocità del motore, riducendo la corrente che circola nell'induttore; con questa riduzione di flusso, si regola la velocità sino a 3000 r.p.m.

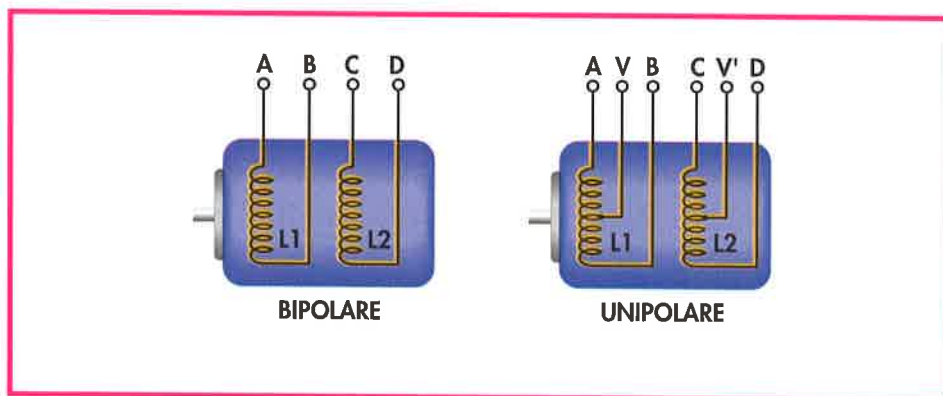
Controllo dei motori PAP

Dato il grande utilizzo dei motori, troviamo sul mercato notevoli quantità di circuiti integrati progettati appositamente per il loro controllo. Fra essi ricordiamo il modello L293B, un driver a quattro canali in grado di controllare un motore PAP, oppure due motori a corrente continua.

Nel caso dei motori PAP, ve ne sono alcuni che dispongono di 4 terminali e altri di 6, a seconda che si tratti di bipolari o unipolari. Come si può vedere dalla figura, in quelli bipolari i 4 terminali corrispondono agli estremi delle due bobine di cui sono composti. Quelli unipolari hanno delle prese intermedie sulle bobine, e richiedono 6 terminali.

IL DRIVER L293B

È un circuito integrato a 16 pin composto da quattro canali che possono sopportare una corrente sino a 1 A.



I motori PAP unipolari richiedono 6 terminali, dato che hanno una presa intermedia sulle bobine.

Ogni canale o driver, è controllato da un segnale di abilitazione EN, TTL compatibile; ogni coppia dispone inoltre di un segnale di abilitazione che può scollegare le uscite. Ogni canale permette al segnale applicato all'ingresso IN, di passare all'uscita OUT quando il segnale di controllo EN è attivato. Nella figura è rappresentata la piedinatura del L293B con la descrizione di ogni piedino, e uno schema a blocchi con la tabella della verità corrispondente a ogni canale.

	N° PIN	NOME	DESCRIZIONE
EN1	1	EN1	Abilitazione dei canali 1 e 2
IN1	2	IN1	Ingresso del canale 1
OUT1	3	OUT	Uscita del canale 1
GND	4	GND	Massa dell'alimentazione
GND	5	GND	Massa dell'alimentazione
OUT2	6	OUT2	Uscita del canale 2
IN2	7	IN2	Ingresso del canale 2
Vcc	8	V _{DD}	Alimentazione del carico
	9	EN2	Abilitazione dei canali 3 e 4
	10	IN3	Ingresso del canale 3
	11	OUT3	Uscita del canale 3
	12	GND	Massa dell'alimentazione
	13	GND	Massa dell'alimentazione
	14	OUT4	Ingresso del canale 4
	15	IN4	Uscita del canale 4
	16	Vcc	Alimentazione +5 Vdc

Piedinatura del L293B e descrizione dei piedini.

CONTROLLO DI MOTORI A CORRENTE CONTINUA

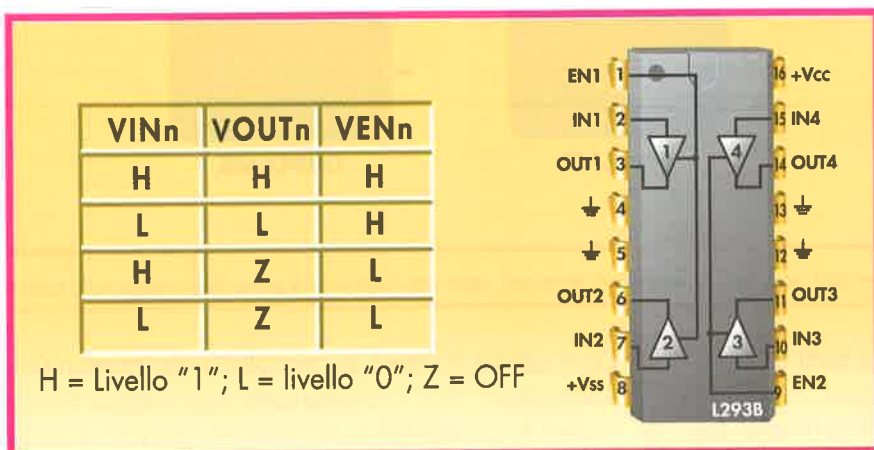
Nella figura che abbiamo riportato alla pagina successiva, troviamo lo schema del principio di funzionamento di un circuito di controllo di motori DC, conosciuto come "ponte ad H". I cinque interruttori simulano i driver. L'ON/OFF si attiva chiudendo il circuito a massa mediante un segnale che si può considerare come quello di abilitazione. È ovvio che se è scollegato, il motore rimane senza tensione.

L'azionamento del motore si realizza attivando gli interruttori a coppie. Così, attivando I1 e I3, arriverà al motore una tensione, la cui polarità avrà il polo negativo a destra e Vdd alla sinistra. Questo produrrà la rotazione in un verso. Attivando la coppia di interruttori I2 e I4, si applicherà la polarità opposta, e si invertirà il senso di marcia.

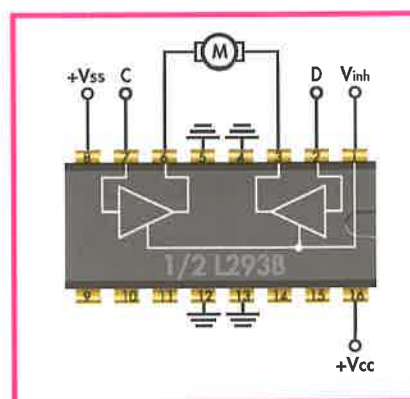
Non bisogna attivare entrambe le coppie insieme. Impiegando due dei quattro driver del L293B, si può implementare un sistema che aziona il motore e lo faccia girare in entrambi i versi, come si può vedere dalla figura.

CONTROLLO DI MOTORI PAP

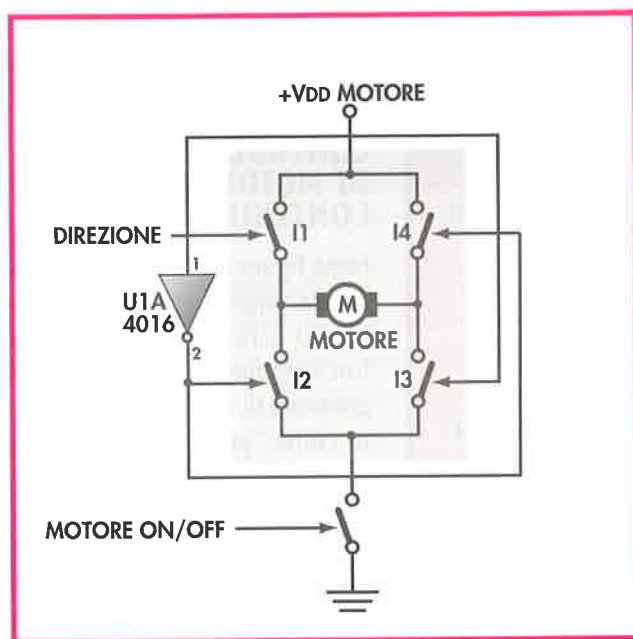
Per controllare un motore PAP bipolare con quattro terminali, si utilizza un circuito come quello mostrato nella figura in cui possiamo apprezzare l'applicazione dei due canali per ognuna delle due bobine. Questo significa che un L293B da solo può controllare un motore PAP. Secondo l'ordine e la polarità con cui si attivano le bobine L1 e L2, si produrrà uno spostamento dell'asse del motore in un determinato verso. La sequenza di attivazione di L1 e L2, così come i gradi di spostamento dell'asse verrà determinato dalle specifiche del costruttore del motore.



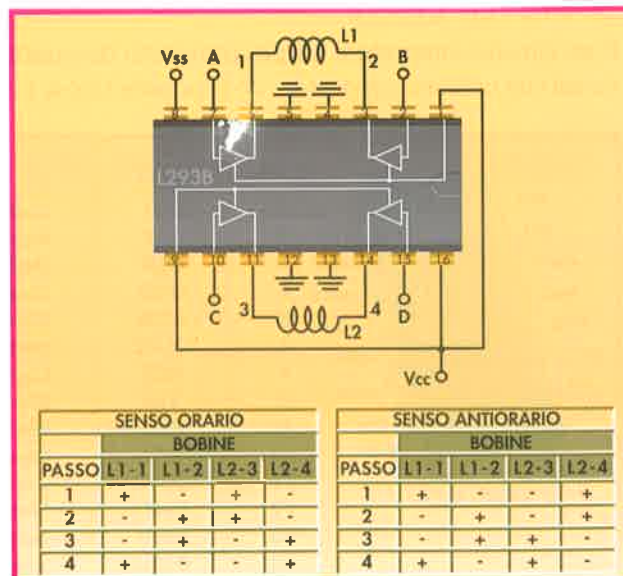
Schema a blocchi dell'L293B e tabella della verità di uno dei suoi canali.



Azionamento di un motore a corrente continua con una coppia di driver del L293B.



Circuito in ponte ad H per il controllo dei motori DC.



Collegamento dei terminali di un motore PAP bipolare ai driver dell'L293B. Sotto sono riportate le sequenze che devono essere applicate alle bobine per la rotazione in entrambi i sensi.