

Motore a magnete permanente

Possono essere bipolari o unipolari, a seconda del tipo di alimentazione degli avvolgimenti.

Motore bipolare. La loro struttura è illustrata in fig. 2. Lo statore presenta due avvolgimenti, facenti capo rispettivamente ai terminali *AB* e *CD*, che vengono percorsi dalla corrente nei due sensi. Il rotore a sua volta è costituito da un magnete permanente, solitamente di materiale ceramico. Sono possibili tre diversi tipi di pilotaggio:

Azionamento ad una fase per volta (one phase-on oppure wave drive). Viene attivato un avvolgimento o fase alla volta secondo la sequenza illustrata in fig. 3a. Inizialmente viene attivata la fase *AB* con la polarità positiva su *A*; la fase *CD* rimane disattivata. Si crea allora un campo magnetico diretto verticalmente nel disegno, con il **NORD** dalla parte di *B* ed il **SUD** dalla parte di *A*. Il rotore, per effetto del campo di statore, si posiziona anch'esso verticalmente, come illustrato in figura. Successivamente viene attivata la fase *CD*, con la polarità positiva su *C*. Il campo magnetico genera-

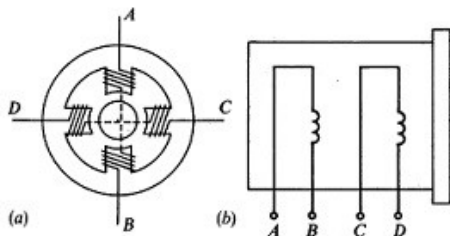


Fig. 2 - Motore bipolare.

to risulta ora diretto orizzontalmente, con il **NORD** dalla parte di *D* ed il **SUD** dalla parte di *C*; il rotore compie allora una rotazione di 90° in senso orario, allineandosi al campo magnetico di statore. La sequenza completa prevede le altre due attivazioni indicate in figura. Il passo di rotazione nell'esempio riportato è di 90° .

Azionamento a due fasi alla volta (two phase-on drive). L'attivazione avviene secondo la sequenza di fig. 3b. I campi magnetici risultanti dall'attivazione contemporanea di due fasi sono diretti

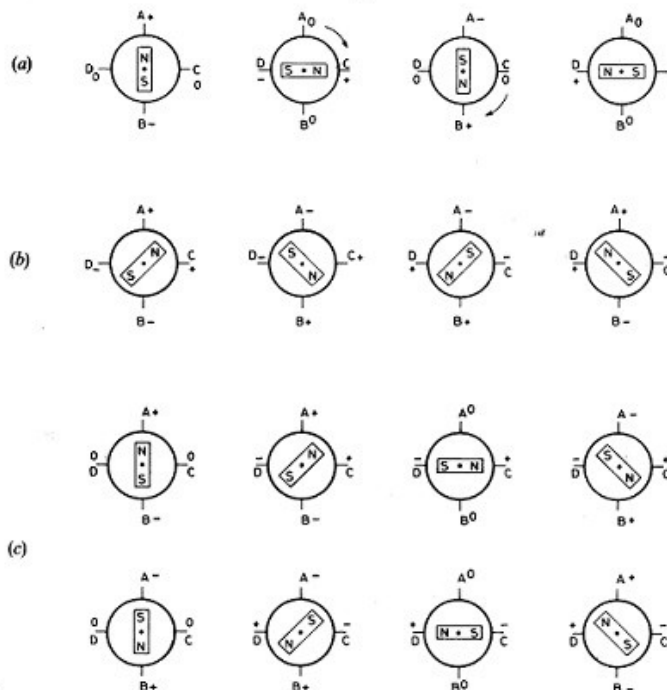
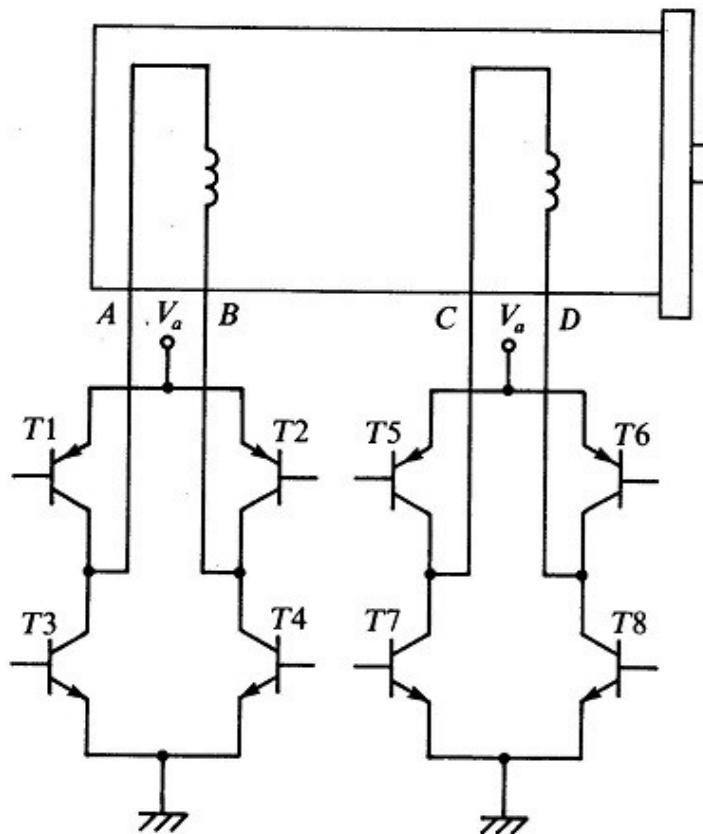


Fig. 3 - Tipi di azionamento.

obliquamente; ad esempio nella prima fase della sequenza il **NORD** si viene a trovare a metà strada fra *B* e *D*, mentre il **SUD** a metà strada fra *A* e *C*. Il passo è ancora di 90° , tuttavia la coppia risulta più elevata che nel caso precedente, essendo prodotta contemporaneamente da due fasi. Questo è il tipo di pilotaggio più usato e viene comunemente detto a *passo intero*.

Azionamento a mezzo passo (half step drive). La sequenza, illustrata in fig. 3c, consta ora di otto fasi e il passo di rotazione risulta dimezzato rispetto a prima. La coppia fornita però è meno regolare che nei casi precedenti, passando da un minimo quando è attivata una sola fase ad un massimo quando le fasi attivate sono due.

Per cambiare verso di rotazione nei tre casi è sufficiente invertire le sequenze di comando. In pratica i motori presentano sia sullo statore che sul rotore un numero di poli ben maggiore, sicché l'ampiezza del passo di rotazione risulta molto più piccola; il numero delle fasi e le sequenze di comando però restano invariate.



Bipolare

Two phase-on drive

Passi	T1-T4	T2-T3	T5-T8	T6-T7
1	ON	OFF	ON	OFF
2	ON	OFF	OFF	ON
3	OFF	ON	OFF	ON
4	OFF	ON	ON	OFF
1	ON	OFF	ON	OFF

Half step drive

Rotazione in verso antiorario

1	ON	OFF	ON	OFF
2	ON	OFF	OFF	OFF
3	ON	OFF	OFF	ON
4	OFF	OFF	OFF	ON
5	OFF	ON	OFF	ON
6	OFF	ON	OFF	OFF
7	OFF	ON	ON	OFF
8	OFF	OFF	ON	OFF
1	ON	OFF	ON	OFF

Rotazione in verso orario

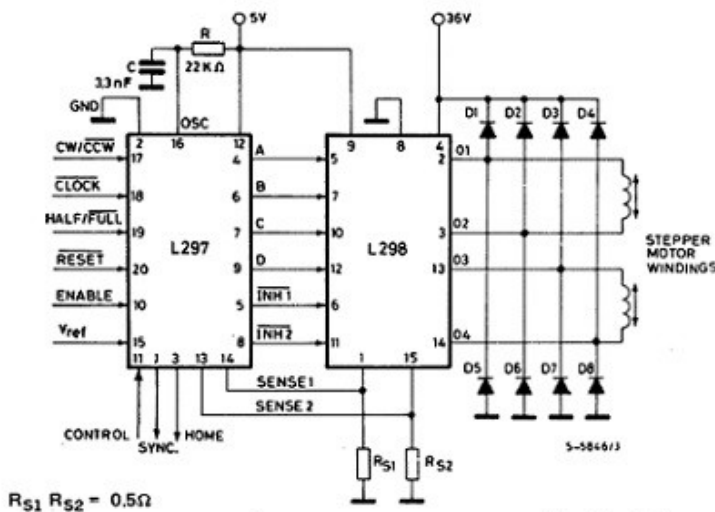
Wave drive

1	ON	OFF	OFF	OFF
2	OFF	OFF	OFF	ON
3	OFF	ON	OFF	OFF
4	OFF	OFF	ON	OFF
1	ON	OFF	OFF	OFF

Comando di motore passo-passo con l'integrato L297
(dal manuale *Power Linear Actuator* della SGS)

L'integrato L297 è un controllore per motore passo-passo adatto a lavorare con microprocessore e in grado di generare le sequenze di fase per motori sia bipolari a due fasi che unipolari a quattro fasi. Il pilotaggio può essere di tipo a due fasi per volta, ad una fase per volta, oppure a mezzo passo. Grazie ad un chopper PWM interno, il pilotaggio delle fasi avviene a corrente costante. Come illustrato in fig. 8, l'L297 può essere usato in combinazione con un ponte di potenza, quale l'L298 (o l'L293E).

L'integrato richiede come ingressi il segnale di clock (pin 18), un livello di comando per il verso di rotazione (pin 17), un livello di comando per il pilotaggio a mezzo passo o a passo intero (pin 19), un livello di abilitazione, attivo alto (pin 10). Un segnale di reset attivo basso al pin 20 porta le uscite nel primo stato della sequenza di pilotaggio ABCD = 0101. Al pin 16 va collegata la rete RC che determina la frequenza di commutazione del chopper.



$R_{S1} R_{S2} = 0.5\Omega$

D1 to D8 = 2A Fast diodes $\left\{ \begin{array}{l} V_F < 1.2V @ I = 2A \\ t_{rr} < 200 ns \end{array} \right.$

Fig. 8 - Azionamento di motore passo-passo con l'L297.

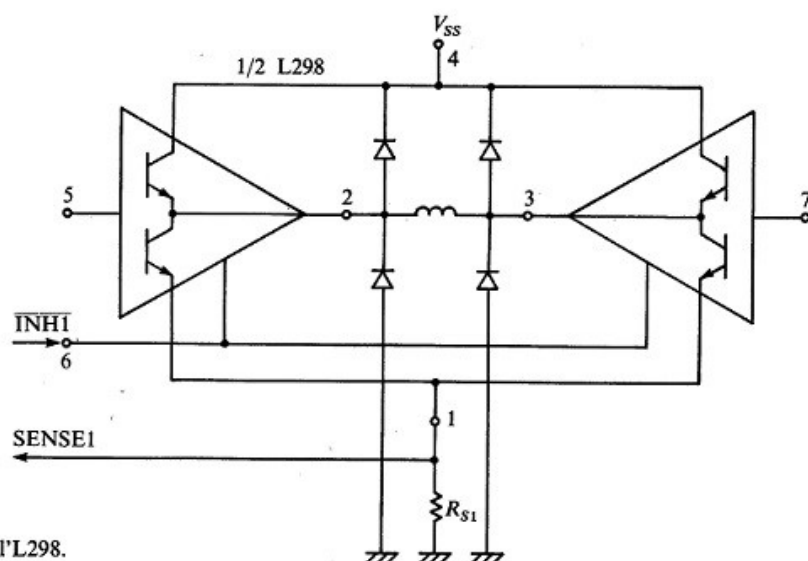


Fig. 9 - Circuito di potenza dell'L298.

Il modo di funzionamento più usuale richiede il Control (pin 11) basso. Il chopper sente la tensione ai terminali Sense1 e Sense2 (pin 13 e 14) e quando questa raggiunge il valore della tensione V_{ref} presente sul pin 15, attiva, abbassandole, le corrispondenti uscite INH1 e INH2 (pin 5 e 6), fino al successivo impulso dell'oscillatore di chopper.

I segnali INH vengono utilizzati per realizzare il pilotaggio delle fasi a corrente costante.

In fig. 9 è ridisegnata la parte del circuito di potenza relativa ad una fase del motore. I due amplificatori costituiscono una metà dell'L298, quella comandata dagli ingressi 5 e 7. La resistenza R_{S1} , collegata al pin 1 dell'L298, è percorsa dalla corrente della fase ed è pertanto sede di una caduta di tensione che viene portata al terminale Sense1 dell'L297. Allorché la tensione su R_{S1} , in corrispondenza del valore nominale della corrente di fase, raggiunge la V_{ref} , interviene il chopper dell'L297, che abbassa l'uscita INH1. Questa a sua volta, collegata all'ingresso di inibizione dell'L298 (pin 6), interdice i due amplificatori (portando in

OFF tutti e quattro i transistori) fino all'arrivo del successivo impulso dell'oscillatore di chopper. La corrente di fase si chiude attraverso i diodi di libera circolazione e viene ad assumere un andamento a dente di sega intorno al suo valore nominale. In fig. 10 sono riportate le forme d'onda di INH1, della corrente in R_{S1} (sense resistor current) e della corrente di fase (load current).

l.d.l.

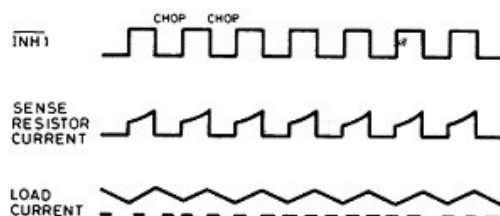


Fig. 10 - Forme d'onda significative.