

**SCHEDA DI CONTROLLO**  
**MOTORE BRUSHLESS BBL\_198**

**SCHEDA GUIDA ESERCITAZIONI**

<b>NR.</b>		<b>PAG.</b>	
<b>1</b>	<b>PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO</b>	<b>1</b>	
<b>2</b>	<b>FUNZIONAMENTO E USO DISPOSITIVO</b>	<b>5</b>	
<b>3</b>	<b>ANALISI E VERIFICA PILOTAGGIO UNIPOLARE</b>	<b>6</b>	
<b>4</b>	<b>ANALISI E VERIFICA PILOTAGGIO A STELLA</b>	<b>9</b>	
<b>5</b>	<b>MISURA DELLA VELOCITA' DEL MOTORE</b>	<b>13</b>	
<b>6</b>	<b>MISURA DELLA CORRENTE DEL MOTORE</b>	<b>15</b>	
<b>7</b>	<b>LETTURA DEL FLUSSO MAGNETICO E SENSORI</b>	<b>16</b>	

**ESERCITAZIONE n.1**

**TITOLO: PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO**

**OBIETTIVO :** L'ESERCITAZIONE SI PROPONE DI DESCRIVERE LE CARATTERISTICHE E IL PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DI UN MOTORE BRUSHLESS

1) PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

I motori a corrente continua presentano il vantaggio di poter essere facilmente regolati in velocità per mezzo della variazione della tensione applicata ai loro morsetti; d'altra parte la presenza del contatto strisciante fra spazzola e collettore può essere fonte di inconvenienti, che in alcune applicazioni non possono essere accettati.

Fra tali inconvenienti vi sono:

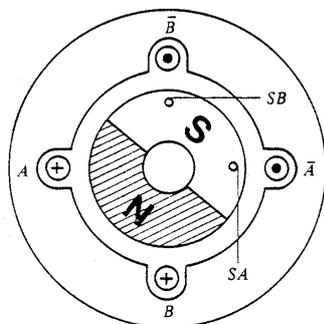
- i radio disturbi prodotti dallo scintillio che si propagano nell'ambiente circostante sia sotto forma di onde elettromagnetiche che sotto forma di alte frequenze condotte dai cavi di alimentazione
- il consumo delle spazzole che richiede la loro sostituzione periodica Questa operazione è spesso scomoda e talvolta impossibile se il motore si trova all'interno di apparecchiature chiuse
- l'usura del collettore che peggiora progressivamente la qualità dei contatti striscianti. Nelle macchine di grande potenza si prevede una nuova tornitura del collettore dopo alcuni anni di funzionamento, mentre nelle piccole macchine questa operazione non è prevista ed il degrado del collettore coincide con la fine della vita operativa del motore stesso
- la produzione di polverino, costituito da particelle di polvere di grafite e di rame ossidato, che può creare problemi in apparecchiature sofisticate

Per conservare i vantaggi del motore a corrente continua e per evitare gli inconvenienti dovuti alla presenza delle spazzole, viene utilizzato il MOTORE BRUSHLESS (senza spazzole).

Questo motore è alimentato in corrente continua e viene regolato in velocità per mezzo della variazione della tensione ai suoi morsetti: le sue caratteristiche esterne  $C/\omega$  (coppia/velocità) e  $C/I$  (coppia/corrente) sono simili a quelle del motore a corrente continua a collettore.

Anche per il funzionamento del motore brushless è necessario realizzare la commutazione, cioè l'inversione della corrente nelle varie bobine; questa funzione viene realizzata per mezzo di componenti elettronici statici che sostituiscono il sistema spazzole-collettore.

In figura è rappresentato schematicamente un motore brushless. Notiamo innanzitutto che l'avvolgimento di armatura è sullo statore, perché deve essere connesso ai circuiti di commutazione, posti esternamente al motore vero e proprio.



L'avvolgimento di statore può essere bifase o trifase, e viene collegato secondo lo schema unipolare oppure bipolare, analogo a quello utilizzato per i motori step.

I poli magnetici si trovano sul rotore e sono realizzati per mezzo di magneti permanenti.

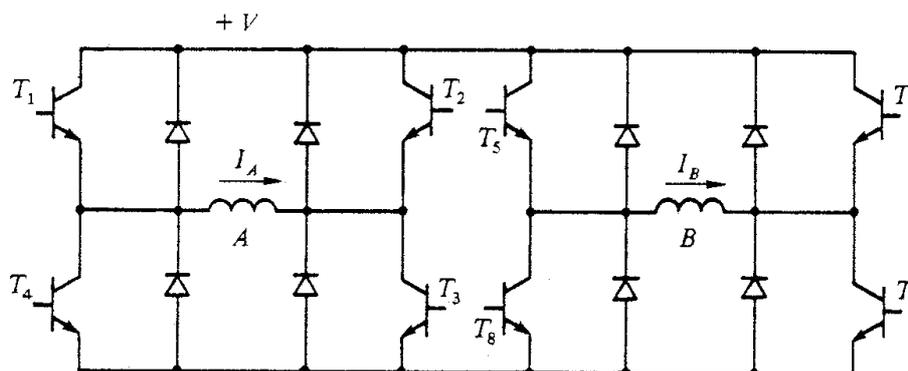
Nel motore brushless è presente un dispositivo di sensori, SA e SB, che rileva la posizione angolare del rotore, ed in funzione di questa determina il senso della corrente da inviare in ciascuna bobina.

Con il procedere della rotazione le correnti nelle bobine vengono

**ESERCITAZIONE n.1**

commutate in modo che la loro interazione con il campo magnetico di rotore produca coppia sempre nello stesso senso.

I motori brushless possono essere realizzati in una grande varietà di tipi, che differiscono tra loro per il numero delle fasi statoriche, il numero dei poli, lo schema di pilotaggio, il tipo di sensori per rilevare la posizione angolare del rotore, ecc.  
Nelle figura viene rappresentato un tipico circuito di pilotaggio bifase.



I sensori magnetici sono costituiti da sonde ad effetto Hall, dispositivi a semiconduttore la cui tensione di uscita è proporzionale al valore istantaneo dell'induzione che li investe; il segnale di una sonda di Hall è indipendente dalla velocità del rotore ed è presente anche a rotore fermo.

Il circuito pilotaggio, a seconda della posizione dei sensori ad effetto di Hall, commuta progressivamente le fasi in modo che le correnti, interagendo con l'induzione di rotore, producano sempre coppia nello stesso senso.

**2) PARTICOLARITA' COSTRUTTIVE**

Come già accennato il motore brushless si compone di uno statore con avvolgimento multipolare, solitamente trifase, di un rotore a magneti permanenti e di sensori di posizione dell'albero motore.

Grazie all'assenza di problemi di commutazione il motore brushless può essere prodotto quasi in ogni tipo di forma fisica: benchè la maggioranza delle realizzazioni sia di tipo tradizionale, con statore e rotore cilindrici e rotore esterno, è talvolta adottata la costruzione inversa, che consente un notevole ancoraggio dei magneti e una maggiore uniformità di rotazione, con qualche limitazione nelle caratteristiche termiche del motore. Si possono anche avere motori a "disco" che utilizzano un semplice anello di ferrite come rotore e motori a "tazza" con rotore interposto tra due avvolgimenti statorici, per particolari applicazioni richiedenti la massima coppia per unità di volume.

La tensione di alimentazione del motore, non più vincolata a problemi di commutazione, può essere adeguata alla tensione di rete, evitando così l'impiego di trasformatori di alimentazione nell'azionamento e riducendo la sezione dei cavi di collegamento al motore. Inoltre, semplicemente cambiando i parametri di avvolgimento, è possibile ottimizzare l'accoppiamento tra modulo elettronico e motore in funzione della velocità e della potenza richiesta. Poiché lo statore è l'unico organo percorso da corrente e sede di perdite, il raffreddamento a fluido, associato al solo statore, è particolarmente efficace. Sigillando gli avvolgimenti è possibile costruire motori atti al funzionamento sommerso.

**ESERCITAZIONE n.1**

La fabbricazione dello statore è simile a quella di un motore asincrono tradizionale ed è quindi agevolmente automatizzabile. Solitamente l'avvolgimento reca sensori di temperatura che consentono un'efficace protezione termica, difficilmente ottenibile nei servomotori c.c. tradizionali.

La realizzazione del rotore, che deve produrre tutto il flusso della macchina, rappresenta un notevole problema elettromeccanico. In particolare la scelta del tipo di magneti e del suo metodo di montaggio incidono sulle dimensioni, sulle prestazioni e sul costo della macchina elettrica, così da costituirne l'elemento qualificante.

I magneti utilizzati appartengono generalmente a due categorie: magneti a terre rare (Sm-Co) e magneti ceramici (ferrite). I primi hanno caratteristiche magnetiche notevoli ma costo elevato, mentre i secondi pur avendo caratteristiche magnetiche decisamente inferiori, hanno il vantaggio di essere facilmente reperibili a costi modesti.

I motori a "terre rare" sono utilizzati quando l'applicazione richiede esclusivamente alta velocità di risposta, alto rendimento e massima compattezza.

Per quanto riguarda la costruzione del rotore il maggior problema consiste nell'assicurare i magneti costruiti con materiale fragile e meccanicamente labile al rotore in modo rigido preciso e con minor traferro possibile. Per velocità e prestazioni ridotte i magneti generalmente vengono fabbricati a segmenti e incollati al rotore, mentre nelle realizzazioni più qualificate la struttura è resa più affidabile da un sottile anello di acciaio amagnetico.

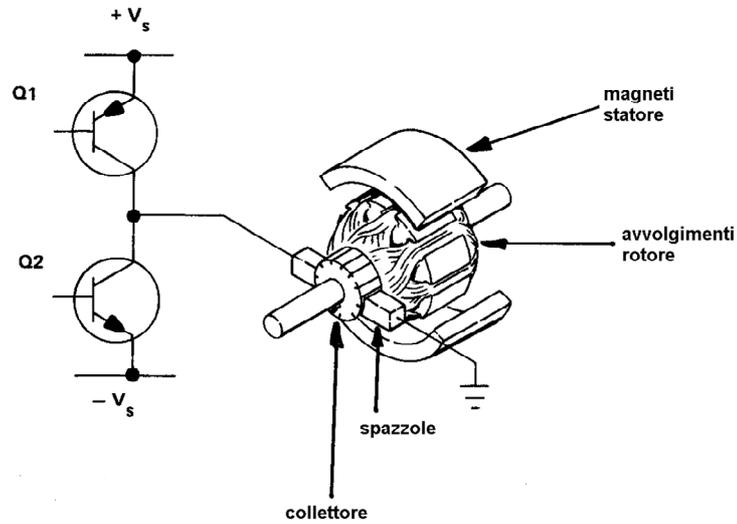
Il sensore di posizione è generalmente ad effetto di Hall: dovendo essere incorporato nel motore, che per applicazioni industriali gravose è solitamente isolato in classe F, deve funzionare entro lo stesso campo di temperatura (155°C), inoltre deve essere affidabile e insensibile a sporcizia e contaminazioni da lubrificante.

**3) TABELLA DI CONFRONTO MOTORE BRUSHLESS E MOTORE CC**

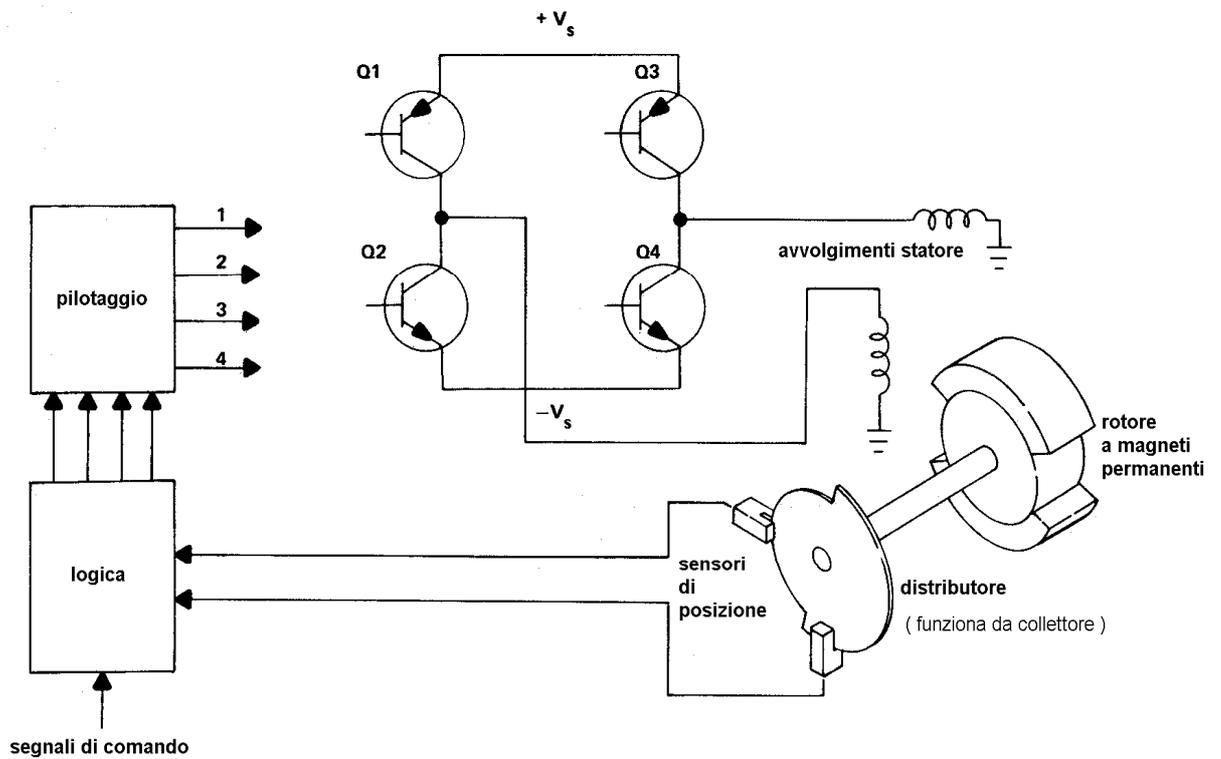
<b>Caratteristiche</b>	<b>Motore brushless</b>	<b>Motore CC</b>
<b>Vita</b>	<i>Vita dei cuscinetti</i> 20000 ore o più	<i>Vita delle spazzole</i> Dalle 3000 alle 5000 ore Variabile dalle condizioni del carico e ambientali
<b>Manutenzione</b>	<i>Non è richiesta</i> Non vi sono contatti meccanici	<i>Richiesta</i> Manutenzione periodica e sostituzione delle spazzole
<b>Rumore sonoro</b>	<i>Basso</i>	<i>Medio-alto</i> Dovuto al contatto delle spazzole
<b>Rumore elettrico</b>	<i>Molto basso</i> Commutazione ponti a semiconduttore	<i>Presente</i> Rumore dovuto all'azione delle spazzole
<b>Efficienza</b>	<i>Ottima</i> Buona dissipazione del calore direttamente dallo statore	<i>Buona</i> Perdite elettriche dovute al riscaldamento del rotore dove sono presenti gli avvolgimenti
<b>Risposta al sovraccarico</b>	<i>Buona</i> Ampia costante di tempo termica Elevata velocità e alta coppia Limite di corrente nei ponti a semiconduttori	<i>Media</i> Bassa costante di tempo termica Limite di corrente sulle spazzole a causa della commutazione
<b>Caratteristiche di risposta</b>	<i>Molto veloci</i>	<i>Veloci</i>
<b>Pulizia ambientale</b>	<i>Non richiesta</i>	<i>Richiesta</i> La polvere si deposita sulle spazzole

**4) SCHEMA A BLOCCHI DI UN MOTORE CC TRADIZIONALE A MAGNETI PERMANENTI**

ESERCITAZIONE N.1



5) SCHEMA A BLOCCHI DI UN CONTROLLO DI UN MOTORE BRUSHLESS



**ESERCITAZIONE n.2**

**TITOLO:        FUNZIONAMENTO E USO DISPOSITIVO**

**OBIETTIVO :    L'ESERCITAZIONE SI PROPONE DI VERIFICARE IL FUNZIONAMENTO E LA COMPrensIONE  
DEI COMANDI DEL LA SCHEDA MOTORE BRUSHLESS**

---

1) Prima di alimentare il dispositivo leggere e consultare il “Manuale d'uso e documentazione” per il riferimento alle connessioni e ai segnali indicati

2) Il dispositivo viene fornito con le seguenti impostazioni standard:

*Tipo di pilotaggio : unipolare (morsetto m27 aperto)*

*Rotazione : oraria (morsetto m23 aperto)*

*Abilitazione : on (morsetto m28 collegato a gnd)*

3) Collegare il dispositivo con un alimentatore stabilizzato (12 volt 2.5 A)

4) Il motore si pone in rotazione alla velocità di circa 2000 giri/min (pilotaggio unipolare)

5) Se ai morsetti unipolare/stella e senso orario/antiorario vengono collegati dei commutatori e' possibile invertire la rotazione o cambiare il pilotaggio con il motore in movimento

6) La velocità di rotazione può essere variata agendo sulla tensione di alimentazione, che può essere regolata tra 10 e 15 volt; sotto i 9 volt circa i relè che stabiliscono le connessioni e il conseguente pilotaggio del motore “cadono” ed il motore si ferma; spegnere il dispositivo e regolare nuovamente la tensione di alimentazione ai valori standard

7) A causa della costruzione “aperta” del motore (specifica per fini didattici) è possibile avere una certa rumorosità di funzionamento dovuta a granelli di polvere che si possono trovare tra statore e rotore: dopo pochi secondi di funzionamento il fenomeno si attenua e scompare

8) Non esporre alla polvere il dispositivo

**ESERCITAZIONE N.3**

**TITOLO:        ANALISI E VERIFICA PILOTAGGIO UNIPOLARE**

**OBIETTIVO :    L'ESERCITAZIONE SI PROPONE DI VERIFICARE IL FUNZIONAMENTO DI UN MOTORE  
BRUSHLESS CON PILOTAGGIO UNIPOLARE**

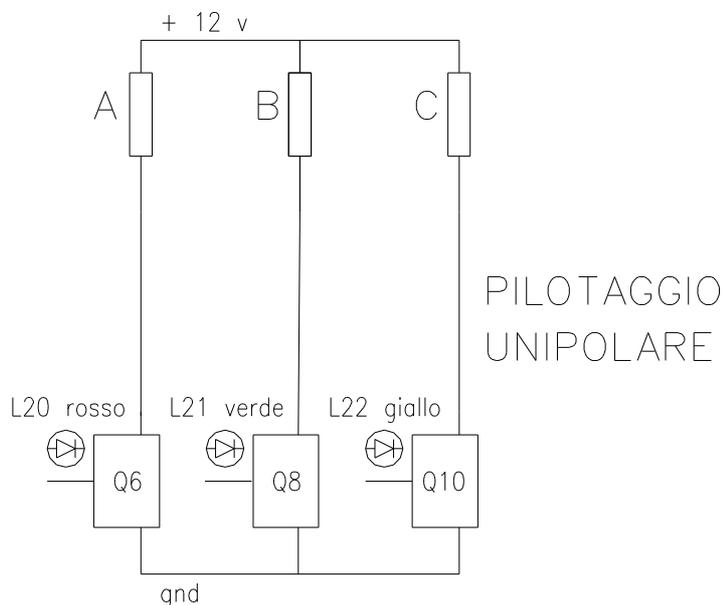
---

- 1) Prima di alimentare il dispositivo leggere e consultare il “Manuale d’uso e documentazione” per il riferimento alle connessioni e ai segnali indicati
- 2) Collegare il motore con un alimentatore stabilizzato 10/15V 2.5A : **interruttore alimentatore su OFF**
- 3) Porre i ponticelli (connessioni 1-28 sulla scheda di comando e controllo) nel seguente modo: abilitazione motore OFF (M28), unipolare (M27), senso orario (M23); vedere “Manuale d’uso e documentazione” pag.5
- 4) Porre l’interruttore di alimentazione su ON. Il motore non deve girare

Vedi pagina successiva

**ESERCITAZIONE N.3**

5) Ruotando lentamente il rotore a mano attivare la fase A (led rosso L20 acceso, mosfet Q6 in conduzione) e il sensore di posizione A (led rosso sensori L13 acceso)



6) Sempre ruotando lentamente il rotore a mano in senso orario confrontare l'attivazione delle fasi e la posizione dei sensori con lo schema del pilotaggio unipolare (Schema a blocchi parte di potenza in "Manuale d'uso e documentazione") secondo la tabella

<b>Pilotaggio UNIPOLARE – rotazione ORARIA</b>						
	FASI in conduzione			LED sensori di posizione		
	A (L20-Q6)	B (L21-Q8)	C (L22-Q10)	Rosso (L13)	Verde (L14)	Giallo (L15)
1	Rosso			On		
2	Rosso			On	On	
3		Verde			On	
4		Verde			On	On
5			Giallo			On
6			Giallo	On		On
1	Rosso			On		
2	Rosso			On	On	

Continua ciclo rotazione oraria

**ESERCITAZIONE N.3**

- 7) I sensori sono sfasati tra di loro di 60° : per ottenere una rotazione completa è necessario un ciclo pari 6 posizioni/commutazioni dei sensori di posizione
- 8) Sempre mantenendo il motore disabilitato porre il ponticello rotazione (M23) su antioraria
- 9) Ruotando lentamente il rotore a mano attivare la fase C (led giallo L22 acceso, mosfet Q10 in conduzione) e i sensori di posizione B e C (led sensori verde L14 e giallo L15 accesi)
- 10) Sempre ruotando lentamente il rotore a mano in senso antiorario confrontare l'attivazione delle fasi e la posizione dei sensori con lo schema del pilotaggio unipolare (Schema a blocchi parte di potenza in "Manuale d'uso e documentazione") secondo la tabella

<b>Pilotaggio UNIPOLARE – rotazione ANTIORARIA</b>						
FASI in conduzione			LED sensori di posizione			
	A (L20-Q6)	B (L21-Q8)	C (L22-Q10)	Rosso (L13)	Verde (L14)	Giallo (L15)
1			Verde		On	On
2			Verde		On	
3		Giallo		On	On	
4		Giallo		On		
5	Rosso			On		On
6	Rosso					On
1			Verde		On	On
2			Verde		On	

Continua ciclo senso antiorario

**NOTE SUL FUNZIONAMENTO CON PILOTAGGIO UNIPOLARE**

Da notare la sovrapposizione dei sensori durante il pilotaggio del motore per evitare la presenza di zone "morte" di pilotaggio. Tramite logica di pilotaggio (Eprom) è possibile inserire o disinserire la sovrapposizione

**Sovrapposizione dei sensori INSERITA**

- Velocità più elevata, maggiore corrente e maggiore coppia del motore
- Pulsazione di corrente sull'alimentazione, motore più rumoroso

**Sovrapposizione dei sensori DISINSERITA**

- Velocità più bassa, minore corrente e minore coppia del motore
- Alimentazione meno sollecitata, motore meno rumoroso, rotazione più costante

**ESERCITAZIONE N.4**

**TITOLO:        ANALISI E VERIFICA PILOTAGGIO A STELLA**

**OBIETTIVO :    L'ESERCITAZIONE SI PROPONE DI VERIFICARE IL FUNZIONAMENTO DI UN MOTORE  
BRUSHLESS CON PILOTAGGIO A STELLA**

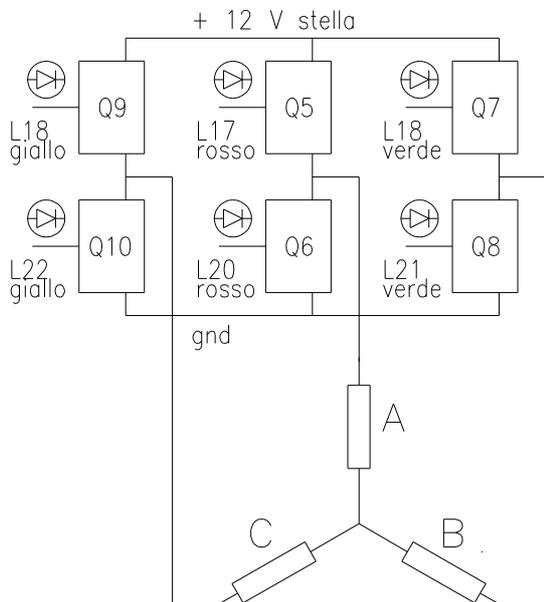
---

- 1) Prima di alimentare il dispositivo leggere e consultare il “Manuale d’uso e documentazione” per il riferimento alle connessioni e ai segnali indicati
- 2) Collegare il motore con un alimentatore stabilizzato 10/15V 2.5A : **interruttore alimentatore su OFF**
- 3) Porre i ponticelli (connessioni 1-28 sulla scheda di comando e controllo) nel seguente modo: abilitazione motore OFF (M28), stella (M27), senso orario (M23)
- 4) Porre l'interruttore di alimentazione su ON. Il motore non deve girare

Vedi pagina successiva

**ESERCITAZIONE N.4**

- 5) Ruotando lentamente il rotore a mano attivare la fase A (led rosso L17 acceso, mosfet Q5 in conduzione) e la fase C (led giallo L22 acceso, mosfet Q10 in conduzione) e conseguentemente il sensore di posizione A (led rosso sensori L13 acceso)



PILOTAGGIO  
A STELLA

- 6) Sempre ruotando lentamente il rotore a mano in senso orario confrontare l'attivazione delle fasi e la posizione dei sensori con lo schema del pilotaggio unipolare (Schema a blocchi parte di potenza in "Manuale d'uso e documentazione") secondo la tabella

<b>Pilotaggio A STELLA - Rotazione ORARIA</b>									
FASI in conduzione						LED sensori di posizione			
	<b>B+A</b> Q7+Q6	<b>C+A</b> Q9+Q6	<b>C+B</b> Q9+Q8	<b>A+B</b> Q5+Q8	<b>A+C</b> Q5+Q10	<b>B+C</b> Q7+Q10	Rosso (L13)	Verde (L14)	Giallo (L15)
1	Verde+rosso						On		
2		Giallo+rosso					On	On	
3			Giallo+verde					On	
4				Rosso+verde				On	On
5					Rosso+giallo				On
6						Verde+giallo	On		On
1	Verde+rosso						On		
2		Giallo+rosso					On	On	

Continua ciclo senso orario

**ESERCITAZIONE N.4**

- 1) I sensori sono sfasati tra di loro di 60° : per ottenere una rotazione completa è necessario un ciclo pari 6 posizioni/commutazioni dei sensori di posizione
- 11) Sempre mantenendo il motore disabilitato porre il ponticello rotazione (M23) su antioraria
- 7) Ruotando lentamente il rotore a mano attivare la fase A (led rosso L17 acceso, mosfet Q5 in conduzione) e la fase B (led giallo L21 acceso, mosfet Q6 in conduzione) e conseguentemente il sensore di posizione B (led verde sensori L14 acceso)
- 12) Sempre ruotando lentamente il rotore a mano in senso antiorario confrontare l'attivazione delle fasi e la posizione dei sensori con lo schema del pilotaggio unipolare (Schema a blocchi parte di potenza in "Manuale d'uso e documentazione") secondo la tabella

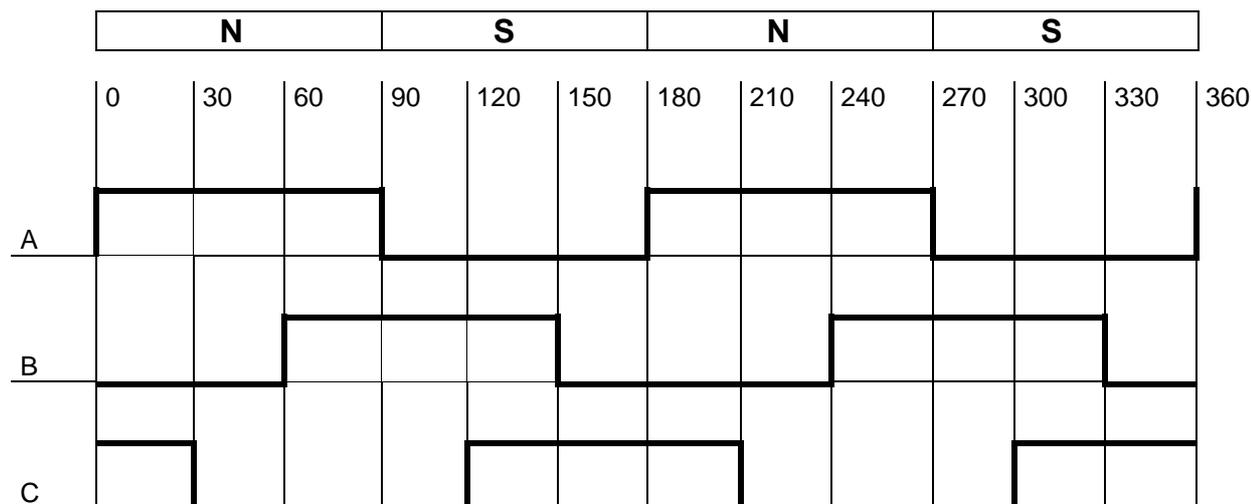
<b>Pilotaggio A STELLA - Rotazione ANTIORARIA</b>									
FASI in conduzione						LED sensori di posizione			
	<b>B+A</b> Q7+Q6	<b>C+A</b> Q9+Q6	<b>C+B</b> Q9+Q8	<b>A+B</b> Q5+Q8	<b>A+C</b> Q5+Q10	<b>B+C</b> Q7+Q10	Rosso (L13)	Verde (L14)	Giallo (L15)
1						Verde+giallo		On	
2					Rosso+giallo		On	On	
3				Rosso+verde			On		
4			Giallo+verde				On		On
5		Giallo+rosso							On
6	Verde+rosso							On	On
1						Verde+giallo		On	
2					Rosso+giallo		On	On	

Continua ciclo rotazione atioraria

**ESERCITAZIONE N.4**

**NOTE SUL FUNZIONAMENTO CON PILOTAGGIO A STELLA**

I sensori del motore sono posizioanti tra di loro con un angolo di 60°, mentre il l'angolo di campo del rotore è pari a 90°: durante il funzionamento si deve avere quindi una sovrapposizione dei sensori pari a 30°



Gli errori durante la fase di fabbricazione quali l'angolo di campo del rotore non perfettamente a 90°, l'angolo di posizionamento dei sensori ad effetto di Hall e la sensibilità stessa dei sensori ed infine la non simmetria delle bobine dello statore e dell'angolo di cava producono una rotazione non del tutto uniforme del motore.

A livello costruttivo è necessario quindi limitare al massimo tali tolleranze.

**ESERCITAZIONE N.5**

**TITOLO: MISURA DELLA VELOCITA' DEL MOTORE**

**OBIETTIVO : L'ESERCITAZIONE SI PROPONE DI MISURARE, TRAMITE OSCILLOSCOPIO, I SEGNALI DI UN SENSORE DI POSIZIONE PER DETERMINARE LA VELOCITÀ DEL MOTORE**

---

- 1) Prima di alimentare il dispositivo leggere e consultare il "Manuale d'uso e documentazione" per il riferimento alle connessioni e ai segnali indicati
- 2) Il dispositivo viene fornito con le seguenti impostazioni standard:

*Tipo di pilotaggio : unipolare (morsetto m27 aperto)*

*Rotazione : oraria (morsetto m23 aperto)*

*Abilitazione : on (morsetto m28 collegato a gnd)*

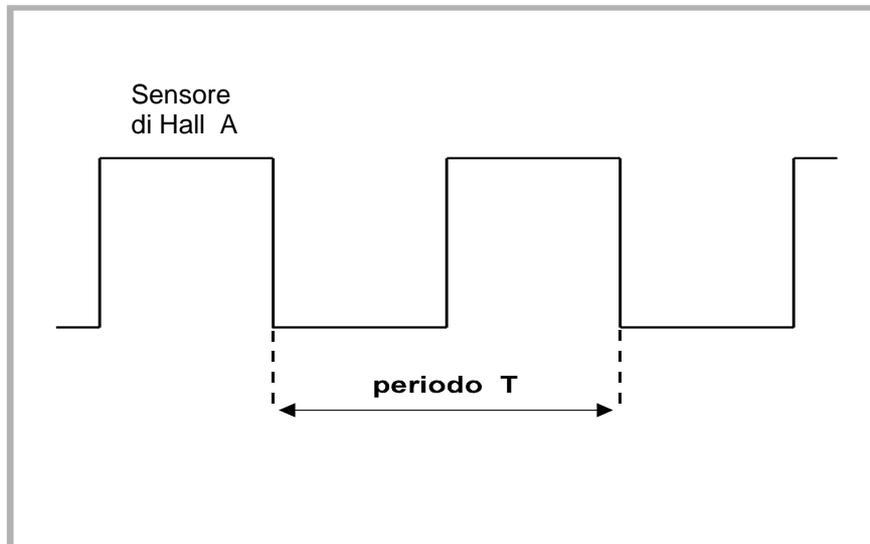
- 3) Collegare il dispositivo con un alimentatore stabilizzato (12 volt 2.5 A)
- 4) Il motore si pone in rotazione
- 5) Predisporre un oscilloscopio vicino al dispositivo. Collegare il canale 1 dell'oscilloscopio al test point T5; il segnale prelevato corrisponde al sensore di Hall A (led rosso L13) ed è in fase con il sensore di flusso, come si può vedere dal layout dispositivo del "Manuale d'uso e documentazione"; il terminale comune Gnd dell'oscilloscopio deve essere collegato al test point T11 o al morsetto M12 (entrambi collegati a Gnd)
- 6) Predisporre le sezioni di ingresso del canale CH1 dell'oscilloscopio su 2 VOLT/DIV e la base dei tempi su 5 MSEC/DIV
- 7) Regolare opportunamente la velocità del motore per avere sullo schermo dell'oscilloscopio almeno 2 periodi dei segnali del sensore A. Ovviamente a variazioni della base di tempi dell'oscilloscopio deve corrispondere una adeguata variazione della velocità del motore

(vedi figura pagina successiva)

**ESERCITAZIONE N.5**

11) Misurare il periodo T del segnale del sensore A come indicato in figura :

l'ampiezza del segnale è di circa 4 volt (livello basso=0, livello alto=+4 volt)



15) Esempio di calcolo della velocità :

$T=25$  msec

Motore brushless a 4 poli

tempo di 1 giro completo =  $2 \times 25$  msec = 50 msec

giri al secondo =  $1 / 50$  msec = 20

giri al minuto =  $20 \times 60 = 1200$

16) Valori indicativi con  $V_{al}=10$  V, senso orario, pilotaggio a stella :

$T=34$  msec

Motore brushless a 4 poli

tempo di 1 giro completo =  $2 \times 34$  msec = 68 msec

giri al secondo =  $1 / 68$  msec = 14,7

giri al minuto =  $14,7 \times 60 \cong 882$

17) Valori indicativi con  $V_{al}=15$  V, senso orario, pilotaggio a stella :

$T=21$  msec

Motore brushless a 4 poli

tempo di 1 giro completo =  $2 \times 21$  msec = 42 msec

giri al secondo =  $1 / 42$  msec = 23,8

giri al minuto =  $23,8 \times 60 \cong 1428$

**ESERCITAZIONE n.6**

**TITOLO: MISURA DELLA CORRENTE DEL MOTORE**

**OBIETTIVO : L'ESERCITAZIONE SI PROPONE DI MISURARE LA CORRENTE ASSORBITA DAL MOTORE**

---

- 1) Prima di alimentare il dispositivo leggere e consultare il "Manuale d'uso e documentazione" per il riferimento alle connessioni e ai segnali indicati
- 2) Il dispositivo viene fornito con le seguenti impostazioni standard:

*Tipo di pilotaggio : unipolare (morsetto m27 aperto)*

*Rotazione : oraria (morsetto m23 aperto)*

*Abilitazione : on (morsetto m28 collegato a gnd)*

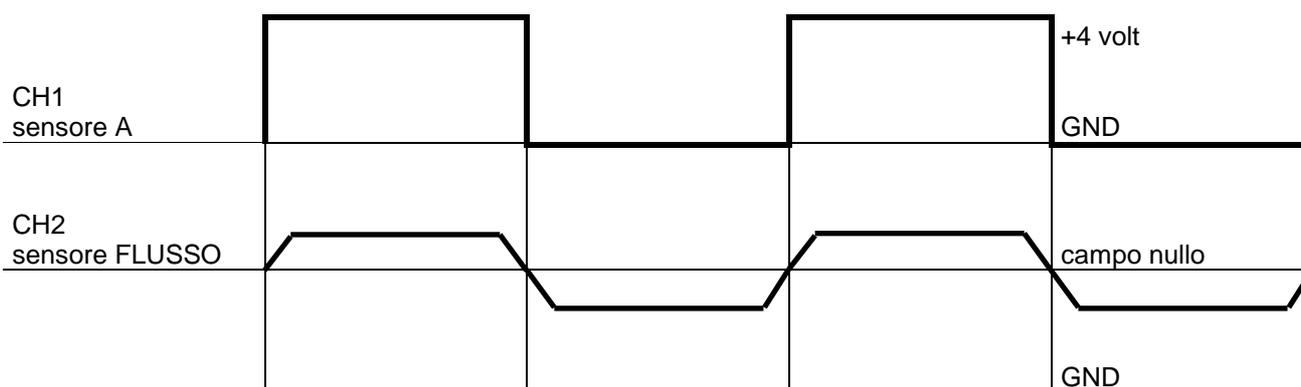
- 3) Collegare il dispositivo con un alimentatore stabilizzato (12 volt 2.5 A)
  - 4) Il motore si pone in rotazione
- 1) Collegare un voltmetro digitale con fondo scala 200mV ai test point T3 (puntale positivo) e T4 (puntale negativo); il rapporto tra tensione misurata e corrente assorbita dal motore è pari a :  
tensione misurata 0-100mV = corrente motore 0-1A
  - 2) Con lo strumento inserito si può notare la diminuzione di assorbimento da pilotaggio unipolare a pilotaggio a stella, mentre si può notare l'aumento della corrente quando si inverte il senso di rotazione agendo sul ponticello M23 SENSO ORARIO/ANTIORARIO. I Mosfet utilizzati (vedi data sheet) dispongono di circuito di limitazione di corrente interno
  - 3) Valori medi corrente motore
- Val=12V pilotaggio unipolare I=0,7A circa (tensione misurata su boccole=70mV)
- Val=12V pilotaggio a stella I=0,25A circa (tensione misurata su boccole=25mV)
- Funzionamento a vuoto dispositivo (motore disabilitato) = 0,2A circa

**ESERCITAZIONE n.7**

**TITOLO: LETTURA DEL FLUSSO MAGNETICO RELATIVO ALLA POSIZIONE DEI SENSORI DI HALL**

**OBIETTIVO : L'ESERCITAZIONE SI PROPONE LA MISURA DEL SEGNALE DEL sensore DI FLUSSO RISPETTO AL sensore DI POSIZIONE A**

- 1) Prima di alimentare il dispositivo leggere e consultare il "Manuale d'uso e documentazione" per il riferimento alle connessioni e ai segnali indicati
- 2) Il dispositivo viene fornito con le seguenti impostazioni standard:  
*Tipo di pilotaggio : unipolare (morsetto m27 aperto)*  
*Rotazione : oraria (morsetto m23 aperto)*  
*Abilitazione : on (morsetto m28 collegato a gnd)*
- 3) Collegare il dispositivo con un alimentatore stabilizzato (12 volt 2.5 A)
- 4) Il motore si pone in rotazione
- 5) Predisporre un oscilloscopio vicino al dispositivo. Collegare il canale 1 dell'oscilloscopio al test point T5; il segnale prelevato corrisponde al sensore di Hall A (led rosso L13) ed è in fase con il sensore di flusso, come si può vedere dal layout dispositivo del "Manuale d'uso e documentazione"; il terminale comune Gnd dell'oscilloscopio deve essere collegato al test point T11 o al morsetto M12 (entrambi collegati a Gnd). Collegare inoltre il canale 2 dell'oscilloscopio al test point T1 (sensore flusso), Il cavetto Gnd dell'oscilloscopio può anche essere collegato al test point T2 (gnd sensore flusso)
- 6) Predisporre le sezioni di ingresso del canale CH1 dell'oscilloscopio su 2 VOLT/DIV , del canale CH2 su 0,5 VOLT/DIV e la base dei tempi su 5 MSEC/DIV
- 7) Regolare opportunamente la velocità del motore per avere sullo schermo dell'oscilloscopio almeno 2 periodi dei segnali



Il segnale FLUSSO ha il valore positivo pari a circa 2,8V e valore negativo pari a circa 2,3V rispetto al valore di campo nullo (0 gauss)

**NOTA:** lo statore viene regolato meccanicamente (tramite vite centrale) per il punto di massimo rendimento; in questo posizione il sensore di flusso è affacciato al sensore di posizione A (come si può anche ovviamente notare dai segnali misurati)