

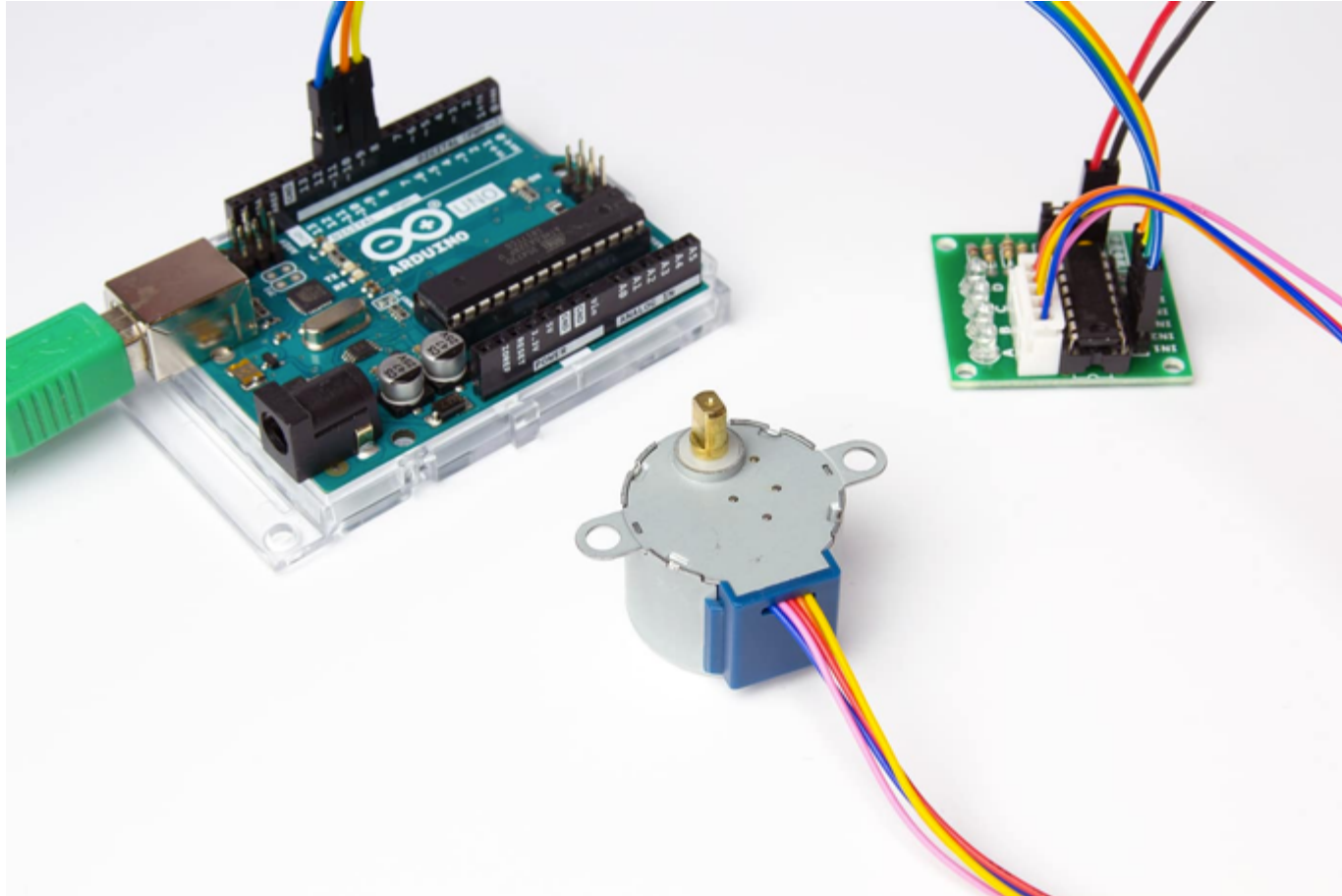
# Electronic Prototyping

## Motor

### Lesson 5



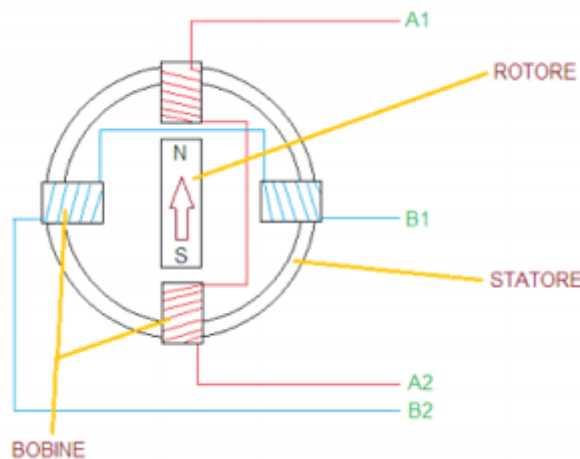
# Stepper motor + Driver



- Motore stepper 28BYJ-48
- ULN2003 Driver

# Generalità

A differenza del motore in corrente continua i motori passo-passo possono mantenere la propria velocità di rotazione costante, anche con carico applicato, senza usare sistemi di controreazione (tachimetriche o encoder). Il motore eroga una coppia elevata, anche con bassi numeri di giri, possiede accelerazioni e frenate repentine ed è capace di mantenere il carico applicato fermo in posizione, senza vibrazioni. Naturalmente esistono anche degli svantaggi, tra cui la necessità di utilizzare un circuito elettrico di pilotaggio, un rendimento energetico basso, una velocità di rotazione ridotta ed un costo di acquisto elevato.



La figura mostra, in maniera semplificata, il principio di costruzione di un motore passo-passo. Il movimento del rotore avviene alimentando le bobine in modo consecutivo.

Eccitando solo la bobina A1 il rotore si posiziona verso NORD;

eccitando solo la bobina B1 il rotore si posiziona in direzione EST;

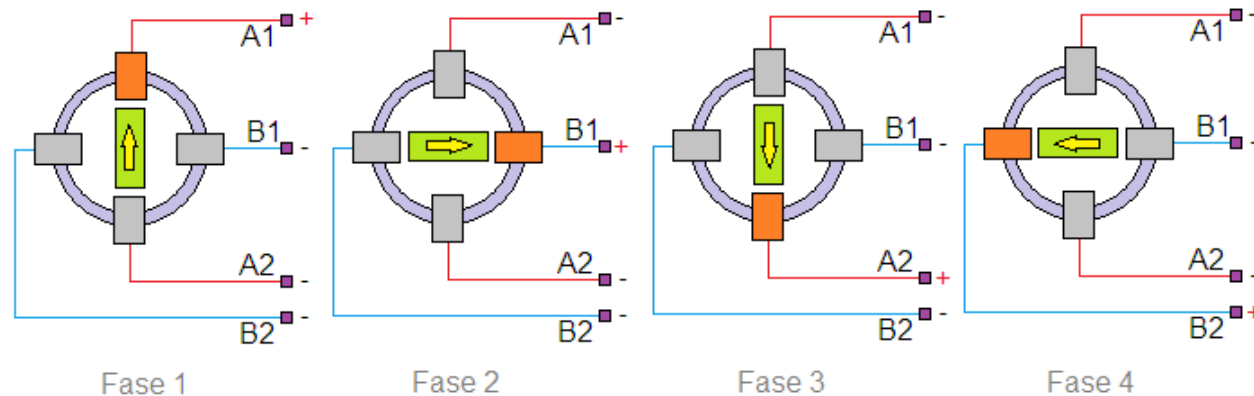
eccitando solo la bobina A2 il rotore si posiziona in direzione SUD;

ed infine eccitando solo la bobina B2 il rotore si posiziona in direzione OVEST.

# Generalità

Fasi di Alimentazione				
	A1	A2	B1	B2
Fase 1	+	-	-	-
Fase 2	-	-	+	-
Fase 3	-	+	-	-
Fase 4	-	-	-	+

La tabella di figura riassume la sequenza. Seguendo le fasi di alimentazioni A1-B1-A2-B2 il rotore si sposterà in senso orario, invertendo la sequenza B2-A2- B1-A1 il rotore si sposterà in senso antiorario.



# Come si riconoscono i motori passo passo

I motori passo passo ( o stepper ) sono classificati in due tipologie distinte:

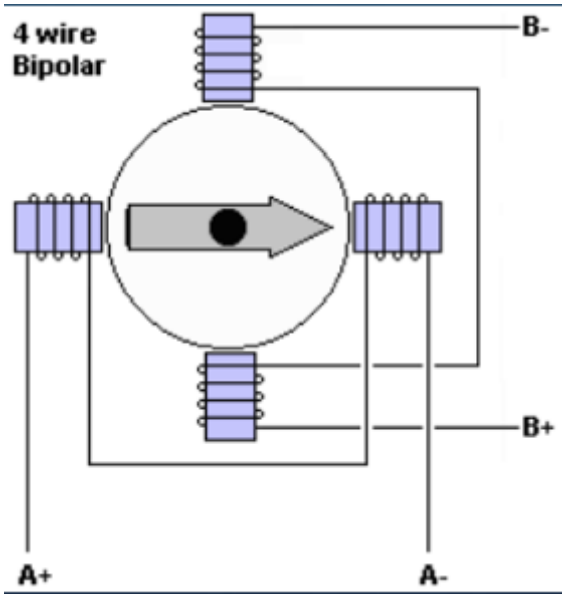
- **Unipolari**
- **Bipolari**

I **motori unipolari** sono più semplici da pilotare in quanto la sequenza della rotazione è espressa dal succedersi dell'eccitazione delle bobine di cui è composto;

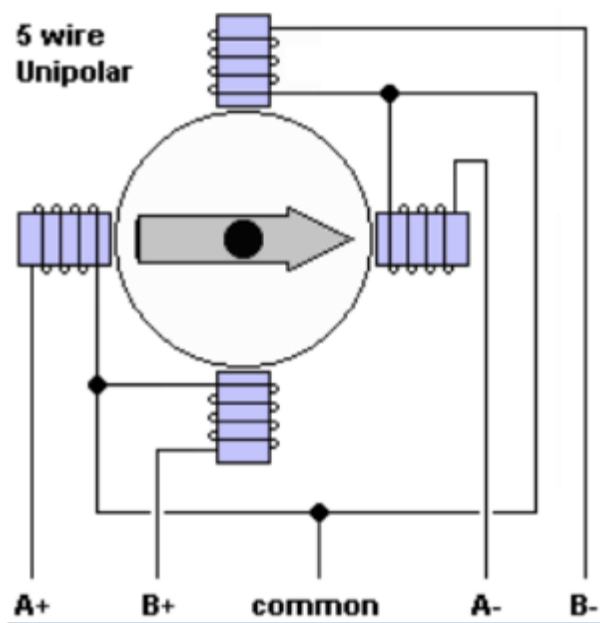
i **motori bipolari** sono di maggiore complessità in quanto la rotazione avviene con un campo magnetico generato dalla corrente che percorra in entrambi i versi le bobine.

Da sottolineare la maggiore forza sviluppabile da un motore di tipo bipolare nei confronti dell'unipolare in quanto a insistere sulla rotazione sono 2 avvolgimenti in contemporanea e non uno solo.

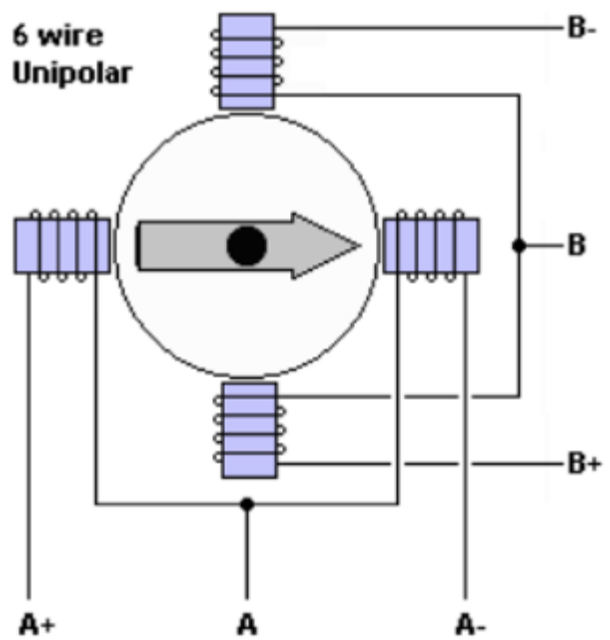
Il numero di fili di cui un motore passo-passo possono essere 4,5,6 o 8 e sono direttamente legati alla caratteristica unipolare (5,6 o 8 conduttori) o bipolare (4 o 8 conduttori) del motore stesso.



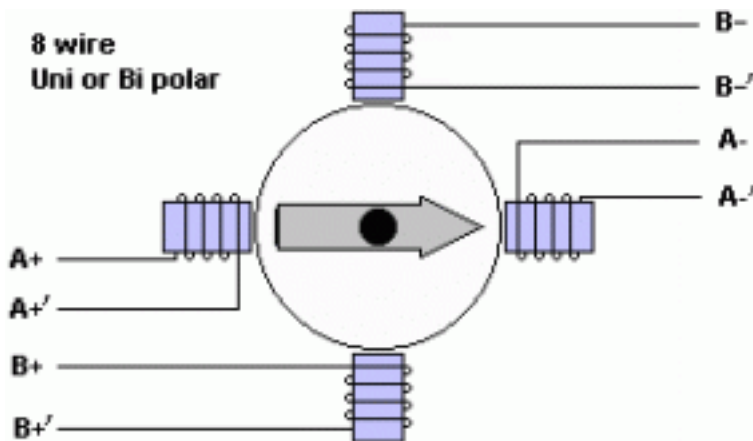
I **motori a 4 fili** sono di tipo bipolare, come deducibile dallo schema in Figura. Pilotare questi motori è possibile facendo percorrere alla corrente gli avvolgimenti in in entrambi i versi in modo alternato, inducendo la produzione del campo magnerico necessario alla corretta rotazione. Per la loro stessa costruzione non sono pilotabili in altro modo a differenza dei motori a 8 fili che possono essere utilizzati sia in modalità unipolare che bipolare.



I **motori a 5 fili sono di tipo unipolare**, come si vede nello schema di Figura. Pilotare questi motori è possibile semplicemente alternando l'alimentazione delle bobine nel senso desiderato. Ad esempio per una rotazione in senso orario dell'albero, partendo da una situazione come quella illustrata dovremo applicare la tensione ( positiva o negativa a seconda della corrispettiva applicata al terminale common ) nella sequenza: B+, A+, B-,A- per ottenere la rotazione in senso antiorario: B-,A+,B+,A-

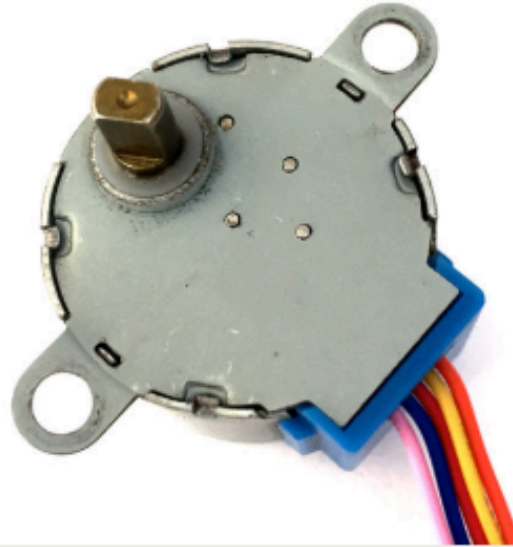


**I motori a 6 fili sono di tipo unipolare.** La figura ne mostra lo schema costruttivo evidenziando come gli avvolgimenti siano connessi tra loro. Pilotare questi motori è possibile con una tecnica simile a quella già vista per i motori a 5 fili, in quanto i comuni delle due fasi (A e B) possono essere connessi assieme, rendendolo del tutto simile all'unipolare a 5 fili. E' tuttavia possibile gestire le singole fase (A e B) in modo indipendente non solo attraverso i terminali A+, A-, B+ e B- ma applicando corrente su A e B in modo indipendente.

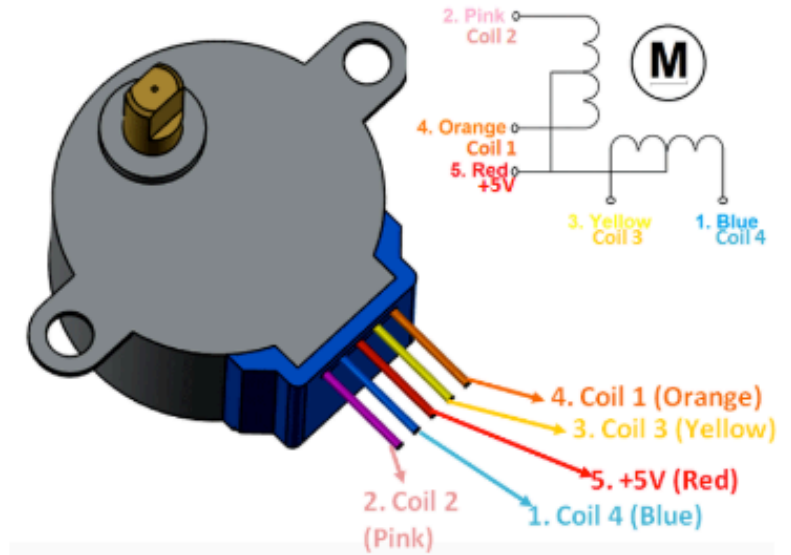


**I motori a 8 fili possono essere utilizzati sia in configurazione unipolare sia in configurazione bipolare.** Lo schema di costruzione riportato in figura mostra le bobine ciascuna con due terminali indipendenti. L'utilizzo di tali motori in modalità unipolare o bipolare deve essere eseguito in funzione della complessità del progetto, delle forze in gioco e dell'ambito applicativo in cui il motore va collocato.

# 28BYJ-48 5V Pin configuration



28BYJ-48 Stepper Motor



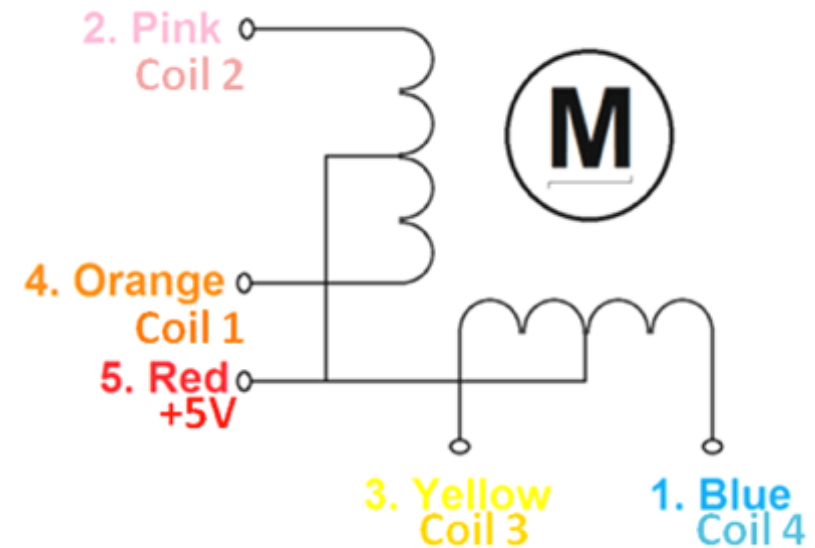
28BYJ-48 Stepper Motor Wiring

No:	Pin Name	Wire Color	Description
1	Coil 1	Orange	This Motor has a total of four coils. One end of all the coils are connect to +5V (red) wire and the other end of each coil is pulled out as wire colors Orange, Pink, Yellow and Blue respectively
2	Coil 2	Pink	
3	Coil 3	Yellow	
4	Coil 4	Blue	
5	+5V	Red	We should supply +5V to this wire, this voltage will appear across the coil that is grounded.



# 28BYJ-48 Stepper Motor Technical Specifications

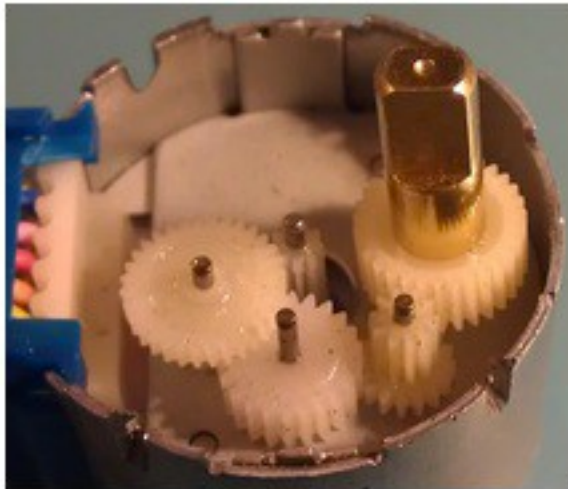
- Rated Voltage: 5V DC
- Number of Phases: 4
- Speed Variation Ratio: 1/64
- Stride Angle:  $5.625^{\circ}/64$
- Pull in torque: 300 gf.cm
- Insulated Power: 600VAC/1mA/1s
- Coil: **Unipolar 5 lead coil**



[https://components101.com/sites/default/files/component\\_dataheet/28byj48-step-motor-datasheet.pdf](https://components101.com/sites/default/files/component_dataheet/28byj48-step-motor-datasheet.pdf)

# 28BYJ-48 Stepper Motor Technical Specifications

Dal punto di vista meccanico vi è un motore stepper con un **motoriduttore**, come da figura. Il motoriduttore ha una riduzione 1:64, quindi il motore fa un giro mentre l'asse di uscita ne fa solo **1/64**

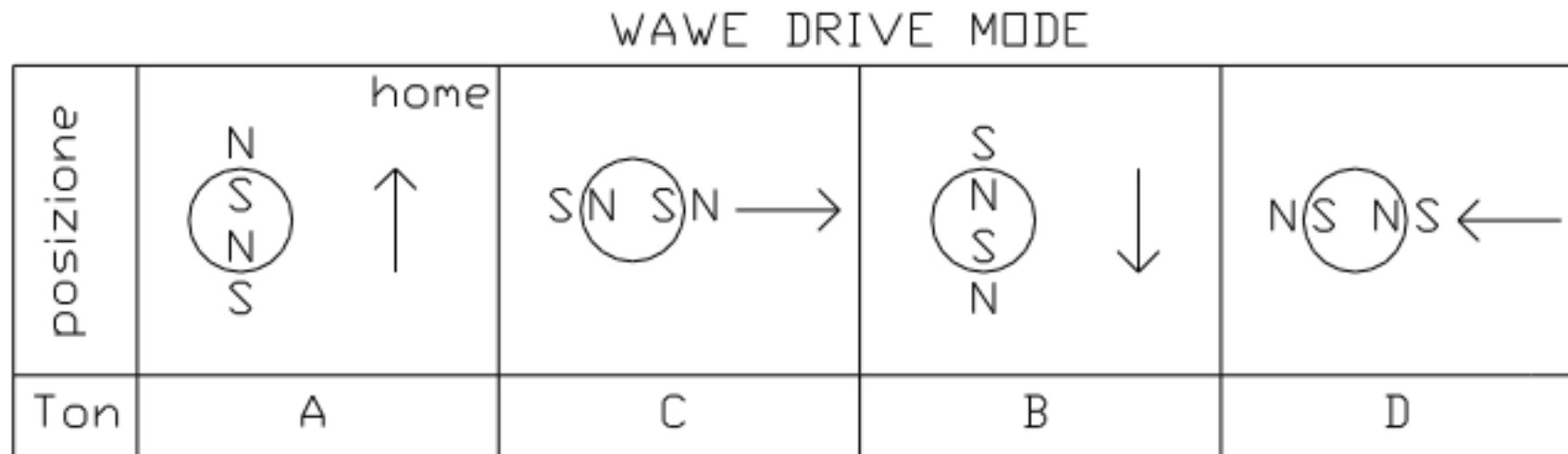


Il motore stepper ha un **angolo di 5.625°** ma essendoci un **motoriduttore che aumenta la coppia ma riduce la velocità** l'asse esterno fa sì che si abbiano **0.08789° (5.625° /64)**.

Se si utilizza la sequenza di angolo intero si avrà un angolo di **11.25°** che ridotto di 64 farà sì che l'asse si muova di **0.17578**.

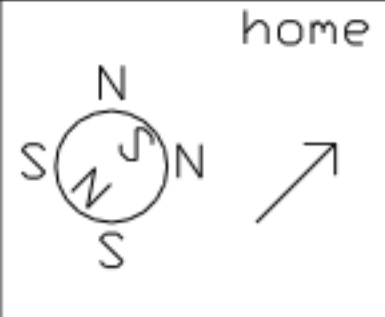
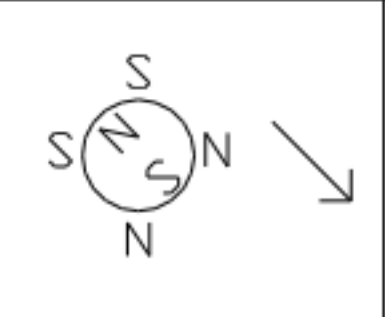
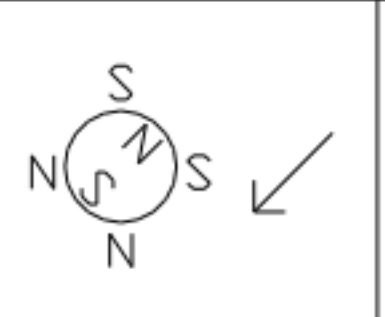
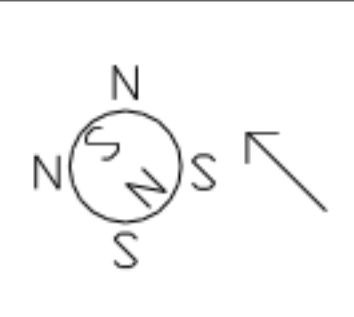
Nella **modalità a mezzo step** sono necessari **4096** step per un giro, mentre nella **modalità a step intero** servono la metà degli step, ovvero 2048.

# Pilotaggio stepper – Wave drive Mode



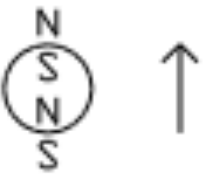
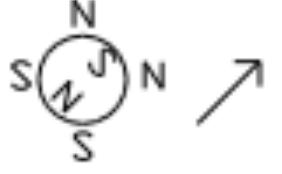
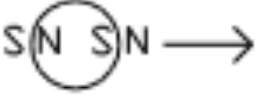
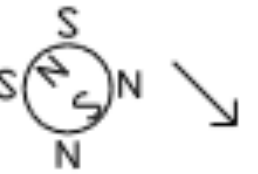
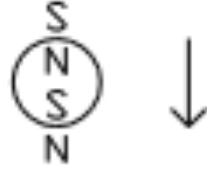
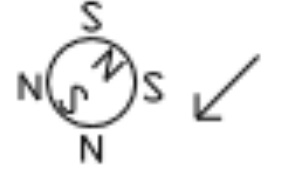
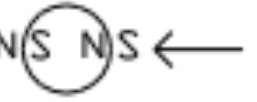
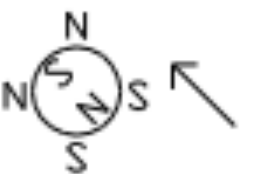
# Pilotaggio stepper – Normal drive mode (Passo intero)

NORMAL DRIVE MODE

posizione				
Ton	A + C	B + C	B + D	A + D

# Pilotaggio stepper – Half step mode (Mezzo Passo )

HALF STEP MODE

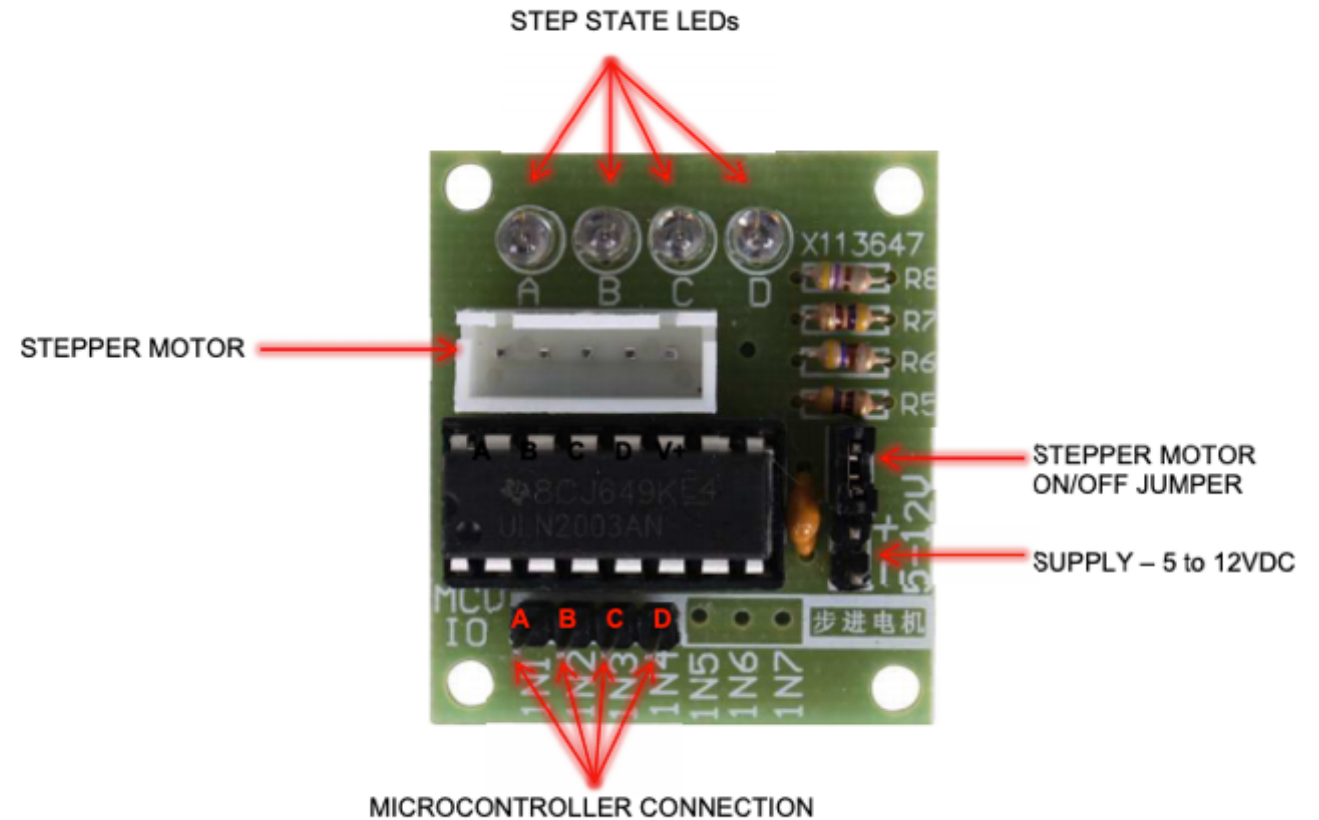
posizione				
Ton	A	A + C	C	B + C
posizione				
Ton	B	B + D	D	A + D

Rated voltage	5 V
Coil Resistance	50 Ohms
Coil Type	Unipolar
Diameter – shaft	0.197" (5.00 mm)
Length – shaft and bearing	0.394" (10 mm)
Features	Flatted shaft
Size/dimension	Round – 1.100" dia (28.00 mm)
Mounting hole spacing	Flatted Shaft
Gear reduction	1/64 (see note)
Step angle	Half step mode (recommended): 0.0879° Full step mode: 0.176°
Steps per revolution	Half step mode: 4096 (see note) Full step mode: 2048
Termination style	Wire leads with connector
Motor type	Permanent Magnet Gear Motor
Number of phases	4

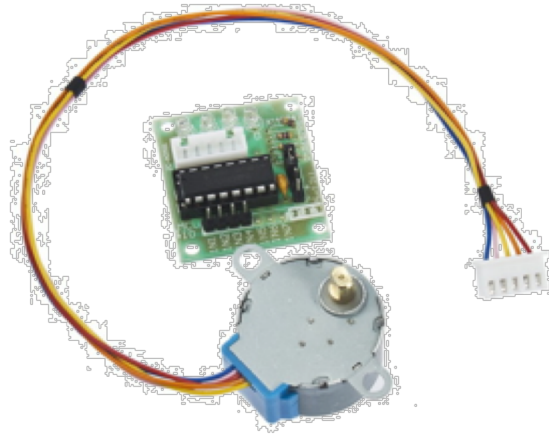
- Step angle 8-Step sequence (Internal motor without reduction) : 5.625° (64 steps per revolution)
- Step angle 4-Step sequence (Internal motor without reduction) : 11.25° (32 steps per revolution)
- Gear reduction ratio:
  - $64 * 64 = 4096$  steps per output shaft revolution in 8-step sequence
  - $32 * 64 = 2048$  steps steps per output shaft revolution in 4-step sequence
- **Note: the Arduino “Stepper Library” runs in 4-steps mode (Full step mode)**

# 4 Phase ULN2003 Stepper Motor Driver PCB

<https://www.makerguides.com/wp-content/uploads/2019/04/ULN2003-Stepper-Motor-Driver-PCB.pdf>



# Exercise 3: change stepper speed using a potentiometer



```
#include <Stepper.h>
```

**FIND DATASHEET**