

# Controle de Motor de Passo

Fernando Passold  
Circuitos Digitais II

# Motor de Passo:

- Ao invés do seu movimento ser contínuo (como nos outros motores), é realizado por passos.
- Valores típicos dos passos:  $15^\circ$  ou  $7.5^\circ$  o que significa que:
  - $24$  ( $360^\circ/15^\circ$ ) ou;
  - $48$  ( $360^\circ/7.5^\circ$ ) passos são necessários para completar uma volta.
- A seqüência dos passos é controlada pelo comando digital dos núcleos magnéticos que devem ser energizados.

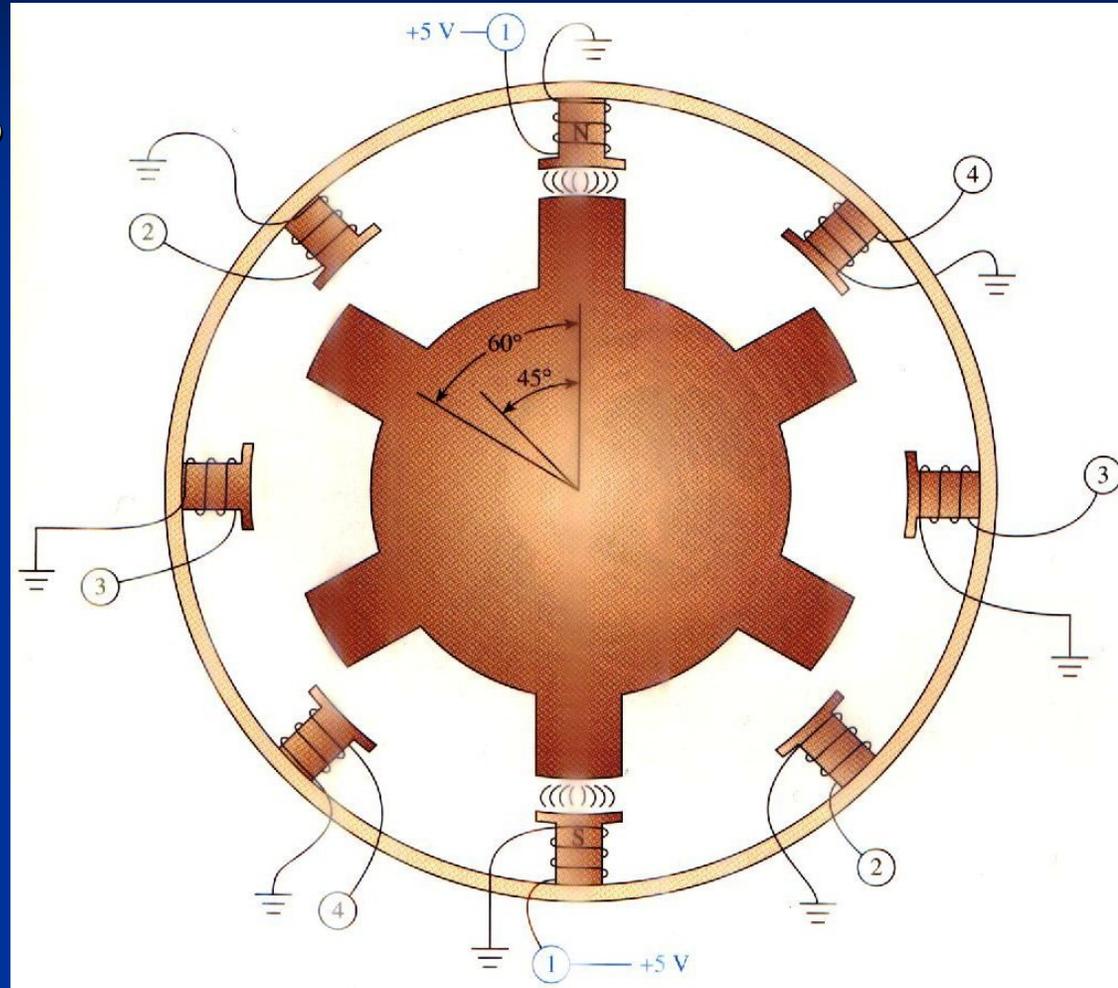


Fig. 1: Motor de passo unipolar de 4 pólos, 24 pulsos por revolução ( $15^\circ$ ).

# Motor de Passo:

## ■ Exemplos de uso:

- Posicionamento de cabeçote de leitura de leitores de disquete;
- Posicionamento de cabeçote de impressoras;
- Em robótica

## ■ Por exemplo:

- Deseja-se que o motor gire à 100 rpm, dê 32 voltas e então pare:
  - Significa: aplicar uma seqüência de (24 pulsos/volta x 32 voltas) 768 pulsos, aplicados ao motor numa freqüência de  $f = (100 \cdot 2 \cdot \pi) / (60 \cdot 2 \cdot \pi) = 1.67 \text{ Hz}$ .
  - Note: não foi necessário nenhum sistema de malha-fechada.

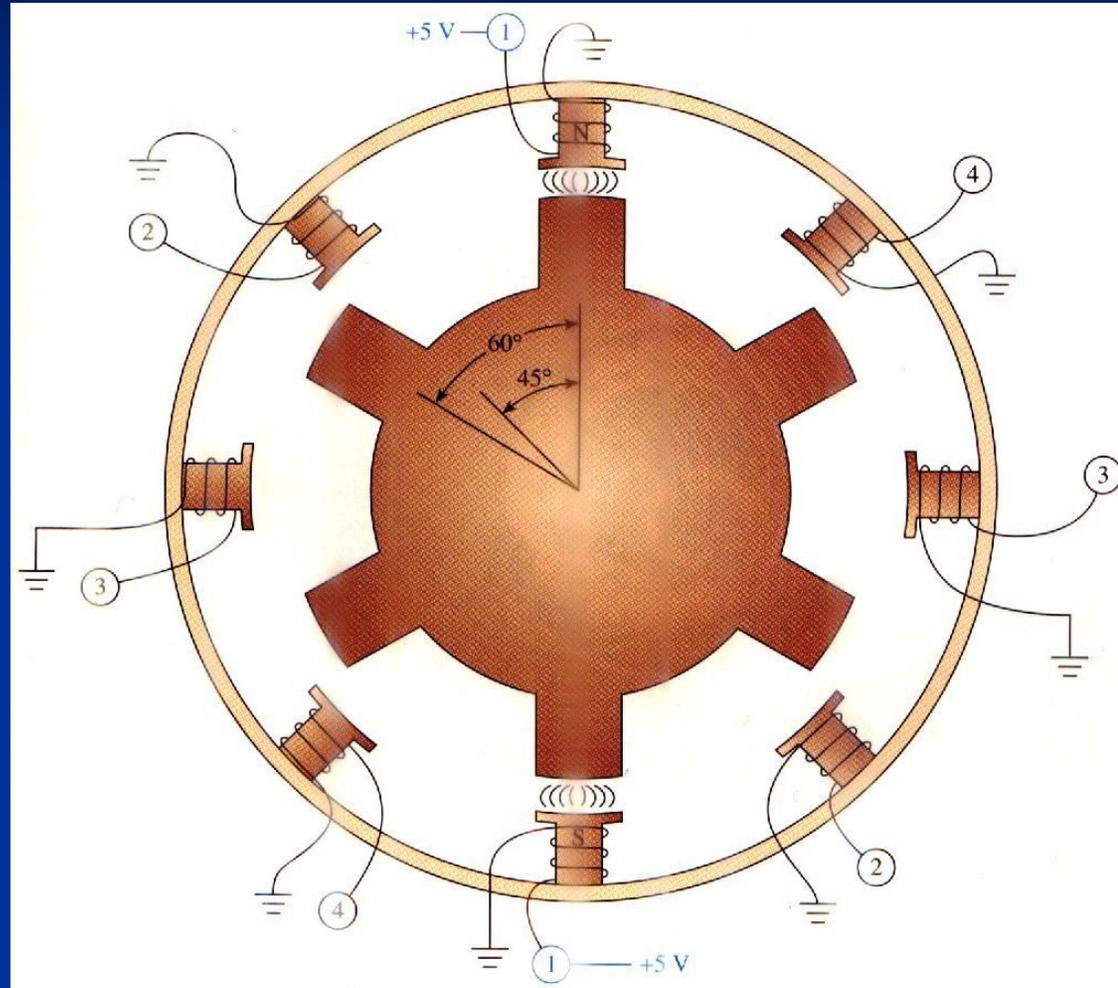


Fig. 1: Motor de passo unipolar de 4 pólos, 24 pulsos por revolução (15°).

# Motor de Passo:

## ■ Por que 15°/passo?

(Acompanhe pela figura ao lado):

- O motor possui 4 pares de pólos estacionários (estator), deslocados entre si de 45°;
- O rotor (parte que gira) é feita com 6 pares ferromagnéticos deslocados entre si de 60°.
- A diferença de ângulo entre os pólos do estator e do rotor resulta nos 15°.
- Para o motor poder girar, é necessário alinhar os pólos do estator com os pólos do rotor, o que faz o motor girar à passos de 15°.

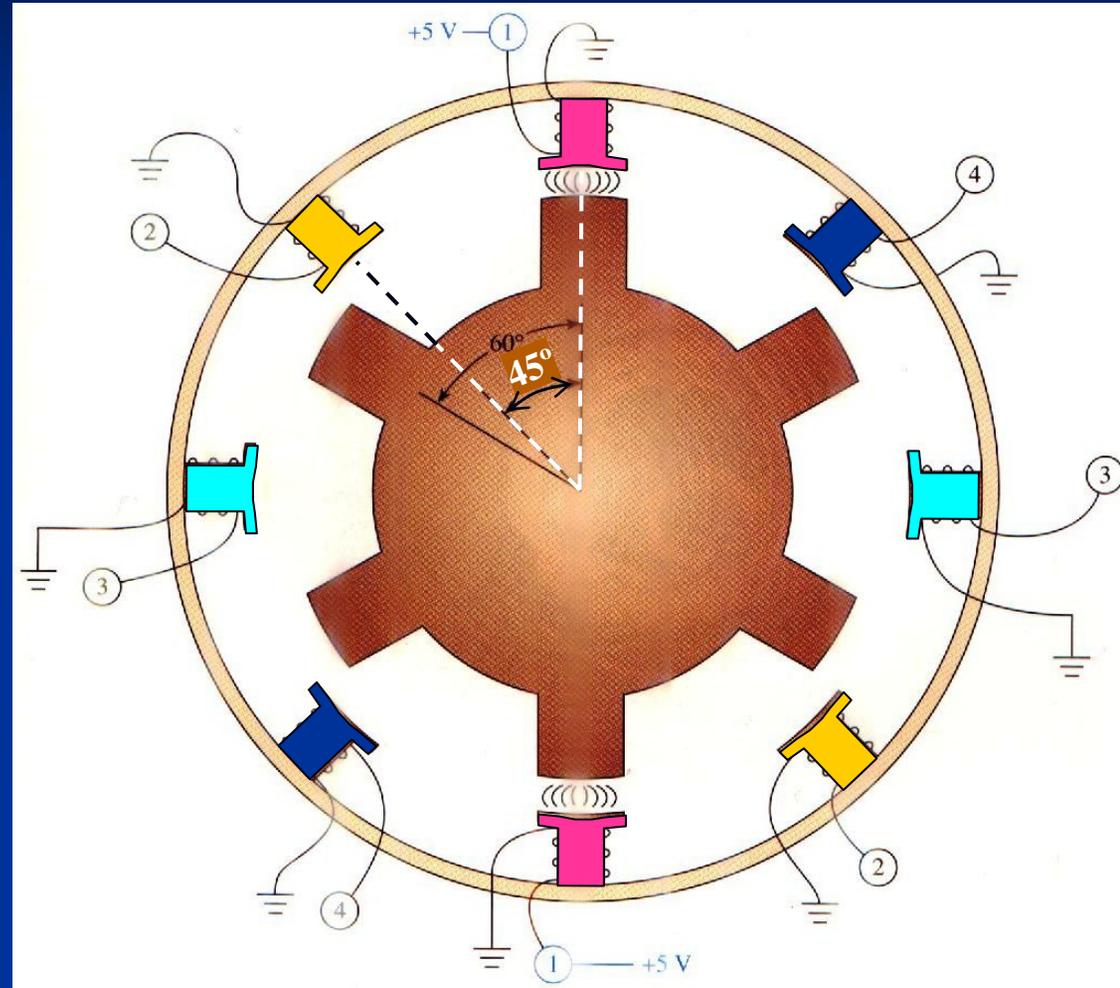


Fig. 1: Motor de passo unipolar de 4 pólos, 24 pulsos por revolução (15°).

# Motor de Passo:

## ■ Por que $15^\circ$ /passo?

(Acompanhe pela figura ao lado):

- O motor possui 4 pares de pólos estacionários (estator), deslocados entre si de  $45^\circ$ ;
- O rotor (parte que gira) é feita com 6 pares ferromagnéticos deslocados entre si de  $60^\circ$ .
- A diferença de ângulo entre os pólos do estator e do rotor resulta nos  $15^\circ$ .
- Para o motor poder girar, é necessário alinhar os pólos do estator com os pólos do rotor, o que faz o motor girar à passos de  $15^\circ$ .

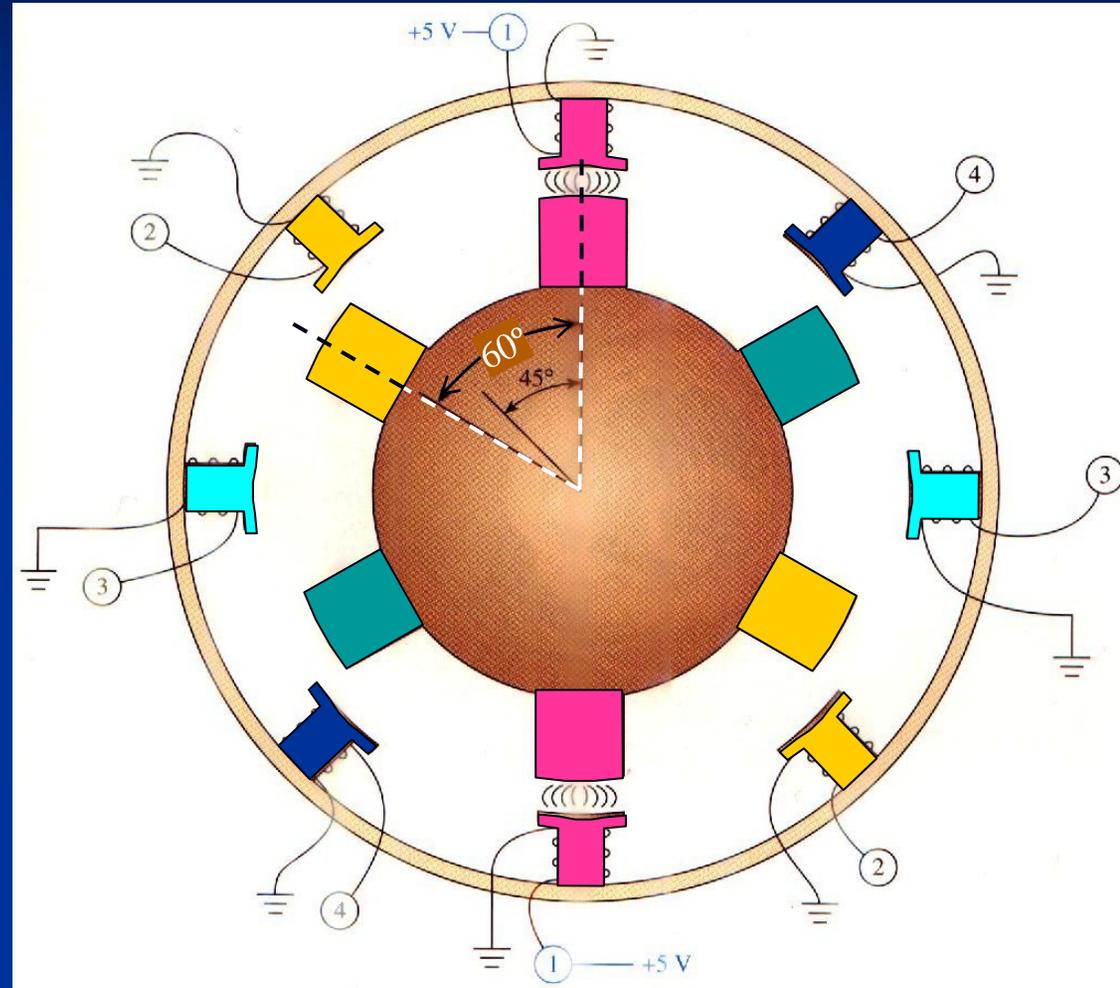


Fig. 1: Motor de passo unipolar de 4 pólos, 24 pulsos por revolução ( $15^\circ$ ).

# Motor de Passo:

## ■ Por que 15°/passo?

(Acompanhe pela figura ao lado):

- O motor possui 4 pares de pólos estacionários (estator), deslocados entre si de 45°;
- O rotor (parte que gira) é feita com 6 pares ferromagnéticos deslocados entre si de 60°.
- A diferença de ângulo entre os pólos do estator e do rotor resulta nos 15°.
- Para o motor poder girar, é necessário alinhar os pólos do estator com os pólos do rotor, o que faz o motor girar à passos de 15°.

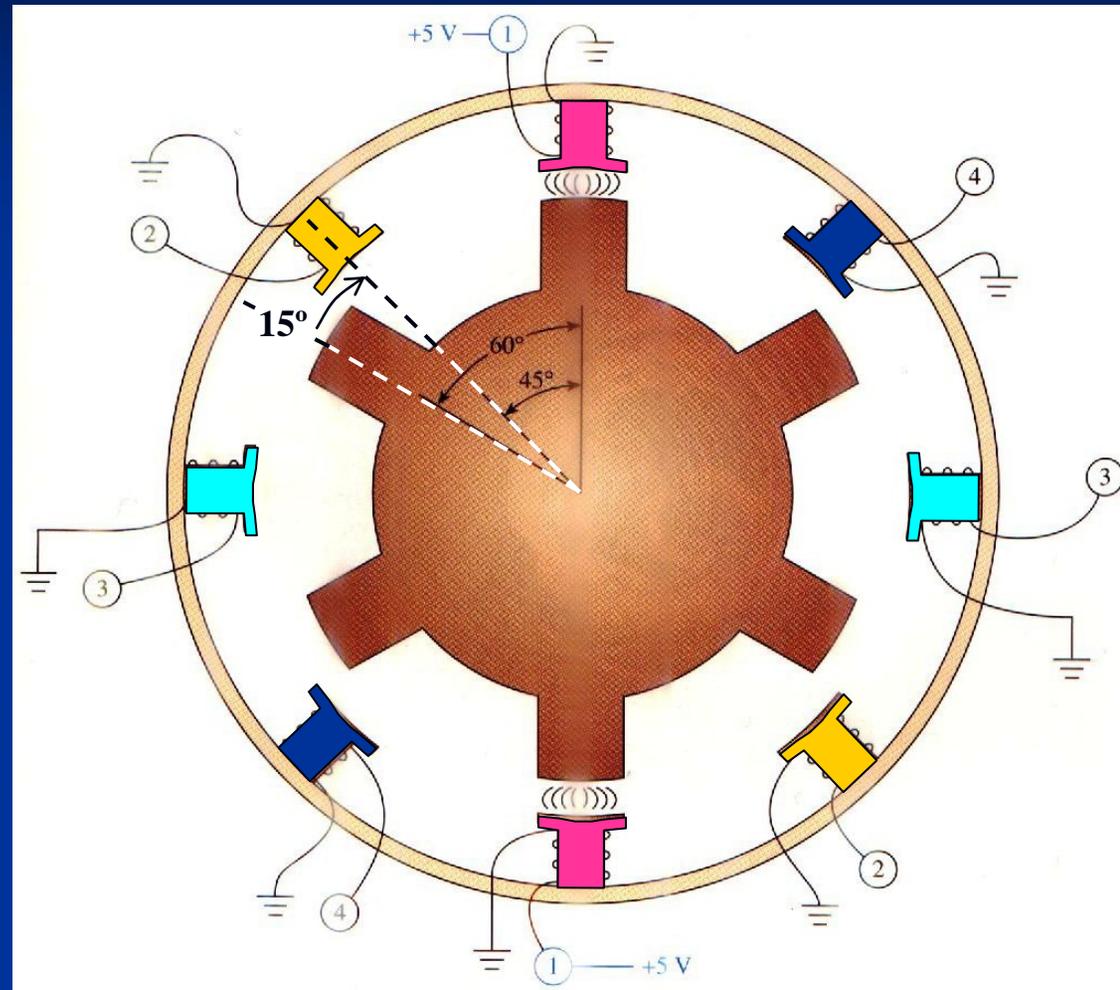


Fig. 1: Motor de passo unipolar de 4 pólos, 24 pulsos por revolução (15°).

# Motor de Passo:

- Por que  $15^\circ$ /passo?  
(Acompanhe pela figura ao lado):
  - O motor possui 4 pares de pólos estacionários (estator), deslocados entre si de  $45^\circ$ ;
  - O rotor (parte que gira) é feita com 6 pares ferromagnéticos deslocados entre si de  $60^\circ$ .
  - A diferença de ângulo entre os pólos do estator e do rotor resulta nos  $15^\circ$ .
  - Para o motor poder girar, é necessário alinhar os pólos do estator com os pólos do rotor, o que faz o motor girar à passos de  $15^\circ$ .

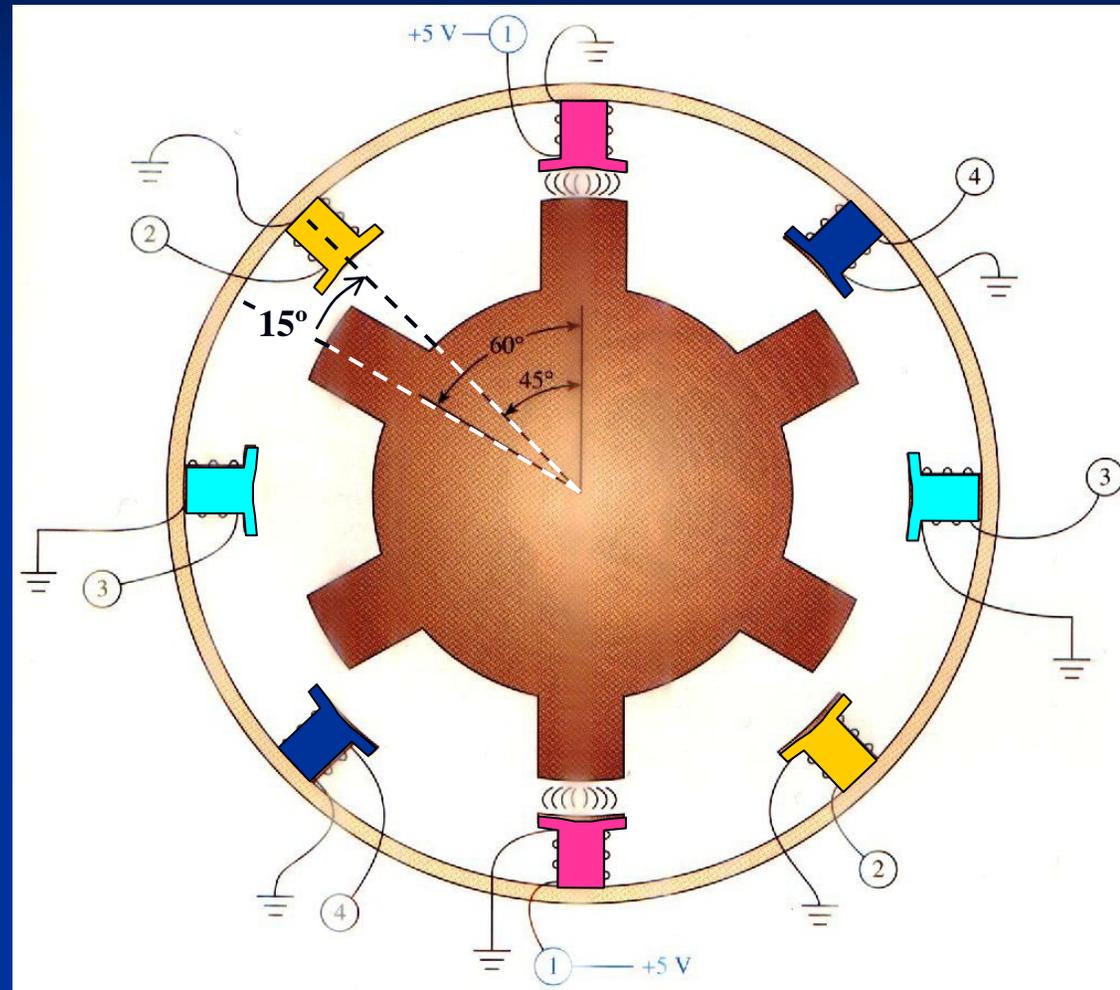


Fig. 1: Motor de passo unipolar de 4 pólos, 24 pulsos por revolução ( $15^\circ$ ).

# Motor de Passo:

## ■ Por que 15°/passo?

(Acompanhe pela figura ao lado):

- O motor possui 4 pares de pólos estacionários (estator), deslocados entre si de 45°;
- O rotor (parte que gira) é feita com 6 pares ferromagnéticos deslocados entre si de 60°.
- A diferença de ângulo entre os pólos do estator e do rotor resulta nos 15°.
- Para o motor poder girar, é necessário alinhar os pólos do estator com os pólos do rotor, o que faz o motor girar à passos de 15°.

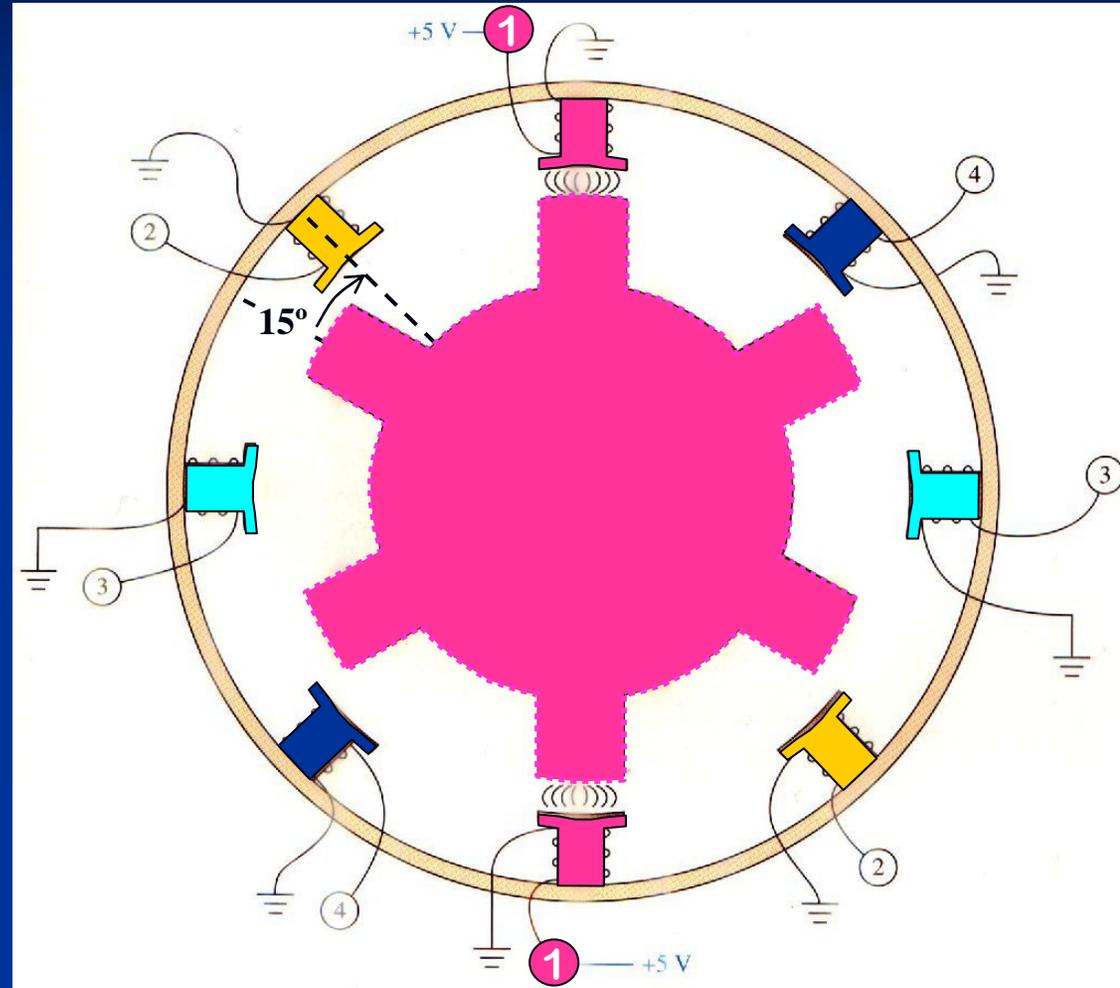


Fig. 1: Motor de passo unipolar de 4 pólos, 24 pulsos por revolução (15°).

# Motor de Passo:

## ■ Por que 15°/passo?

(Acompanhe pela figura ao lado):

- O motor possui 4 pares de pólos estacionários (estator), deslocados entre si de 45°;
- O rotor (parte que gira) é feita com 6 pares ferromagnéticos deslocados entre si de 60°.
- A diferença de ângulo entre os pólos do estator e do rotor resulta nos 15°.
- Para o motor poder girar, é necessário alinhar os pólos do estator com os pólos do rotor, o que faz o motor girar à passos de 15°.

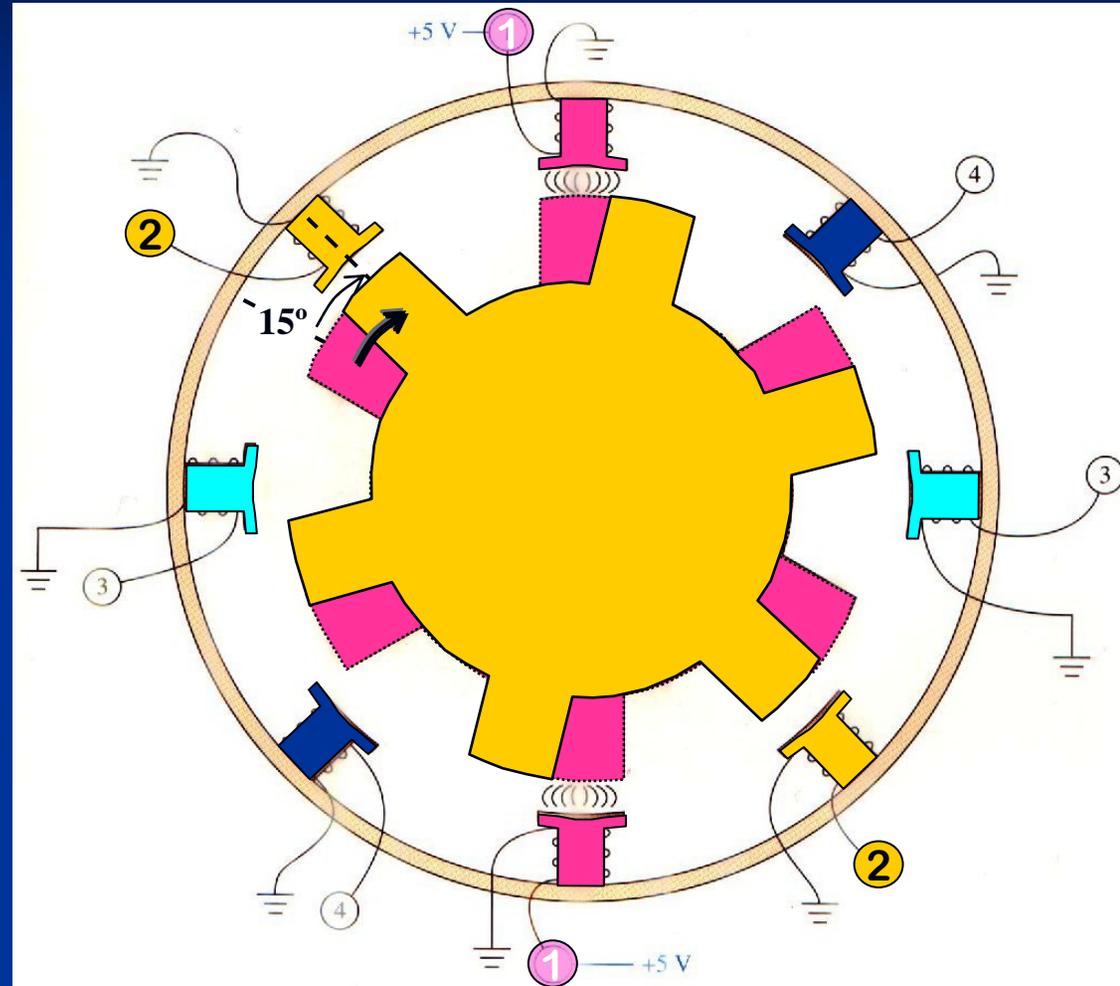


Fig. 1: Motor de passo unipolar de 4 pólos, 24 pulsos por revolução (15°).

# Motor de Passo:

■ Por que  $15^\circ$ /passo?  
(Acompanhe pela figura ao lado):

- O motor possui 4 pares de pólos estacionários (estator), deslocados entre si de  $45^\circ$ ;
- O rotor (parte que gira) é feita com 6 pares ferromagnéticos deslocados entre si de  $60^\circ$ .
- A diferença de ângulo entre os pólos do estator e do rotor resulta nos  $15^\circ$ .
- Para o motor poder girar, é necessário alinhar os pólos do estator com os pólos do rotor, o que faz o motor girar à passos de  $15^\circ$ .

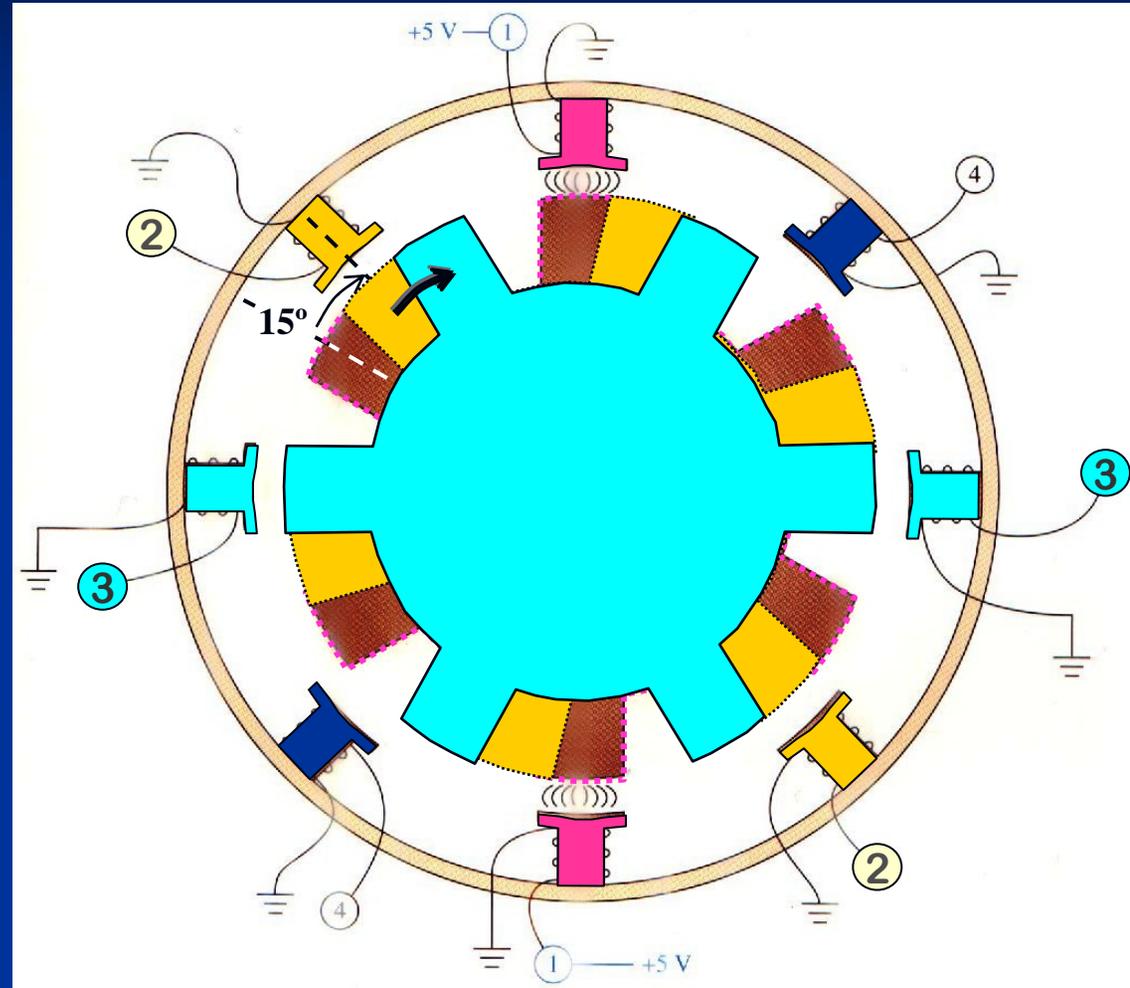


Fig. 1: Motor de passo unipolar de 4 pólos, 24 pulsos por revolução ( $15^\circ$ ).

# Motor de Passo:

■ Por que  $15^\circ$ /passo?  
(Acompanhe pela figura ao lado):

- O motor possui 4 pares de pólos estacionários (estator), deslocados entre si de  $45^\circ$ ;
- O rotor (parte que gira) é feita com 6 pares ferromagnéticos deslocados entre si de  $60^\circ$ .
- A diferença de ângulo entre os pólos do estator e do rotor resulta nos  $15^\circ$ .
- Para o motor poder girar, é necessário alinhar os pólos do estator com os pólos do rotor, o que faz o motor girar à passos de  $15^\circ$ .

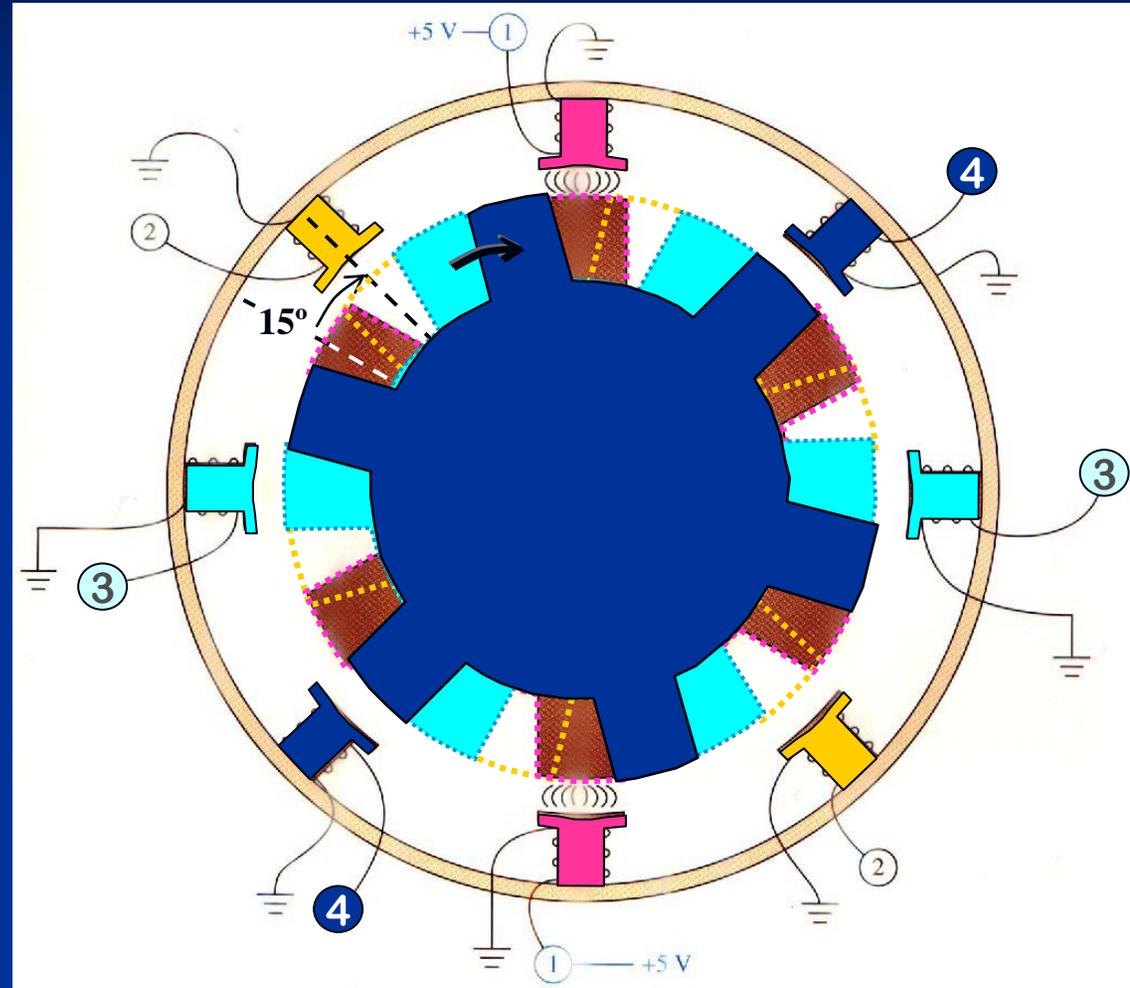


Fig. 1: Motor de passo unipolar de 4 pólos, 24 pulsos por revolução ( $15^\circ$ ).

# Motor de Passo:

## ■ Por que 15°/passo?

(Acompanhe pela figura ao lado):

- O motor possui 4 pares de pólos estacionários (estator), deslocados entre si de 45°;
- O rotor (parte que gira) é feita com 6 pares ferromagnéticos deslocados entre si de 60°.
- A diferença de ângulo entre os pólos do estator e do rotor resulta nos 15°.
- Para o motor poder girar, é necessário alinhar os pólos do estator com os pólos do rotor, o que faz o motor girar à passos de 15°.

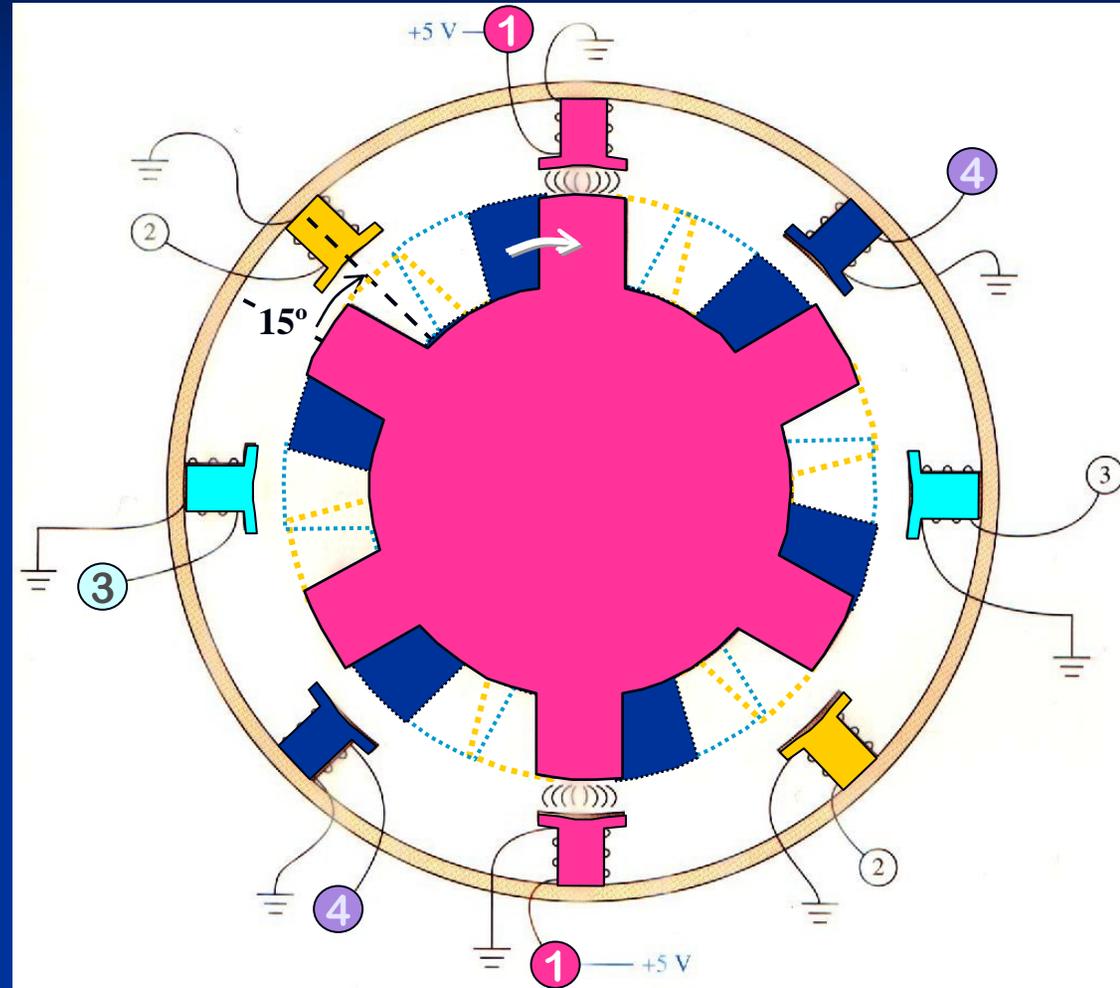
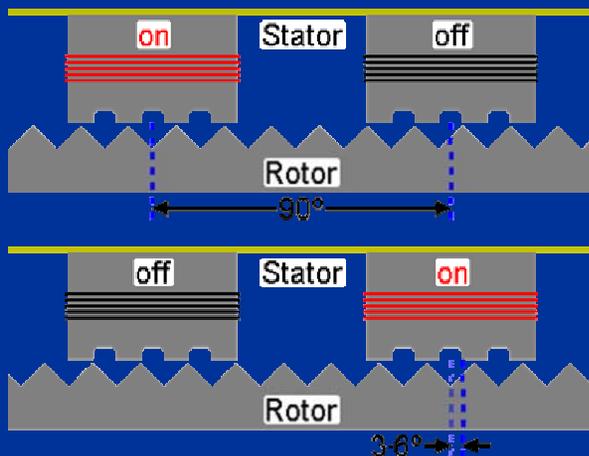


Fig. 1: Motor de passo unipolar de 4 pólos, 24 pulsos por revolução (15°).



# Funcionamento do motor de passo:

- Estrutura interna: 4 pólos
  - Exemplo: KP4M4-001 (+12v dc, four-phase, unipolar, permanent magnet, 3.6° per step)



Note: são necessários 100 pulsos para completar um giro completo.

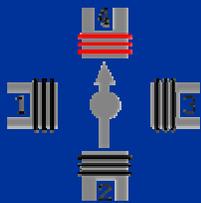
With 25 teeth round the edge of the rotor and 4 coils excited individually in turn, the KP4M4-001 stepper motor takes 100 steps per complete revolution. The spacing between the teeth is  $360^\circ / 25 = 14.4^\circ$ . When the teeth on the rotor are aligned with the teeth on the stator pole of the currently excited coil, they are misaligned by a quarter of that angle with the teeth on the next stator pole. So when the coil on that pole becomes energised instead, the rotor is pulled round through one quarter of  $14.4^\circ$  producing a step of  $3.6^\circ$ .

# Seqüências do motor de passo:

A) Single-Coil Excitation:

- Each successive coil is energised in turn.

Step	Coil 4	Coil 3	Coil 2	Coil 1
a1	on	off	off	off
a2	off	on	off	off
a3	off	off	on	off
a4	off	off	off	on



This sequence produces the smoothest movement and consumes least power.

Step	Coil 4	Coil 3	Coil 2	Coil 1	
a.1	on	off	off	off	
a.2	off	on	off	off	
a.3	off	off	on	off	
a.4	off	off	off	on	

# Seqüências do motor de passo:

- B) Two-Coil Excitation:
  - Each successive pair of adjacent coils is energised in turn.

Step	Coil 4	Coil 3	Coil 2	Coil 1
b1	on	on	off	off
b2	off	on	on	off
b3	off	off	on	on
b4	on	off	off	on

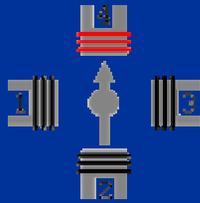


This is not as smooth and uses more power but produces greater torque.

Step	Coil 4	Coil 3	Coil 2	Coil 1	
b.1	on	on	off	off	
b.2	off	on	on	off	
b.3	off	off	on	on	
b.4	on	off	off	on	

# Seqüências do m

- Interleaving the two sequences will cause the motor to half-step:

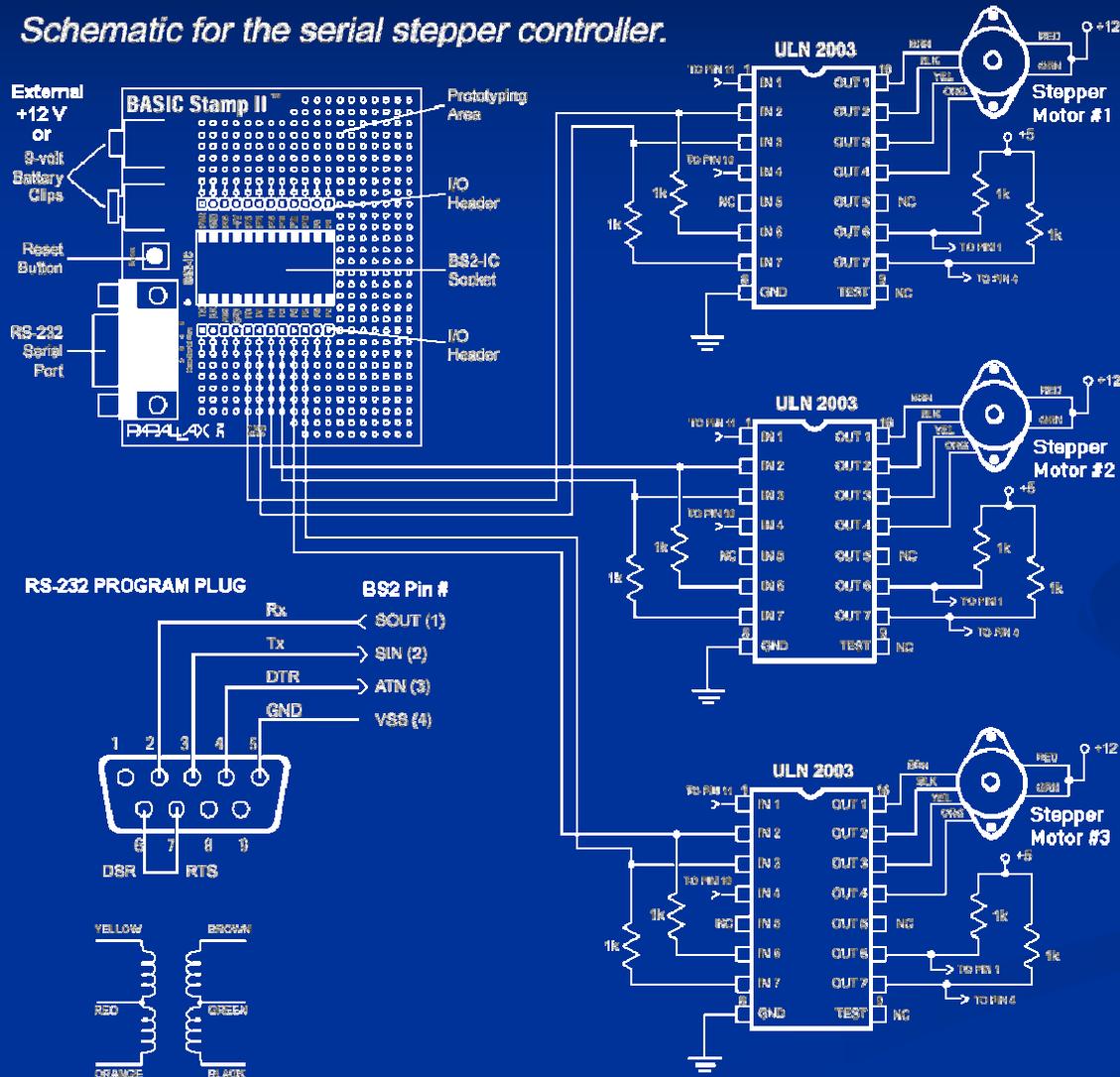


- This gives twice as many stationary positions between steps. In the case of the KP4M4-001, 200 steps per complete revolution -  $1.8^\circ$  per step.

Step	Coil 4	Coil 3	Coil 2	Coil 1	
a.1	on	off	off	off	
b.1	on	on	off	off	
a.2	off	on	off	off	
b.2	off	on	on	off	
a.3	off	off	on	off	
b.3	off	off	on	on	
a.4	off	off	off	on	
b.4	on	off	off	on	

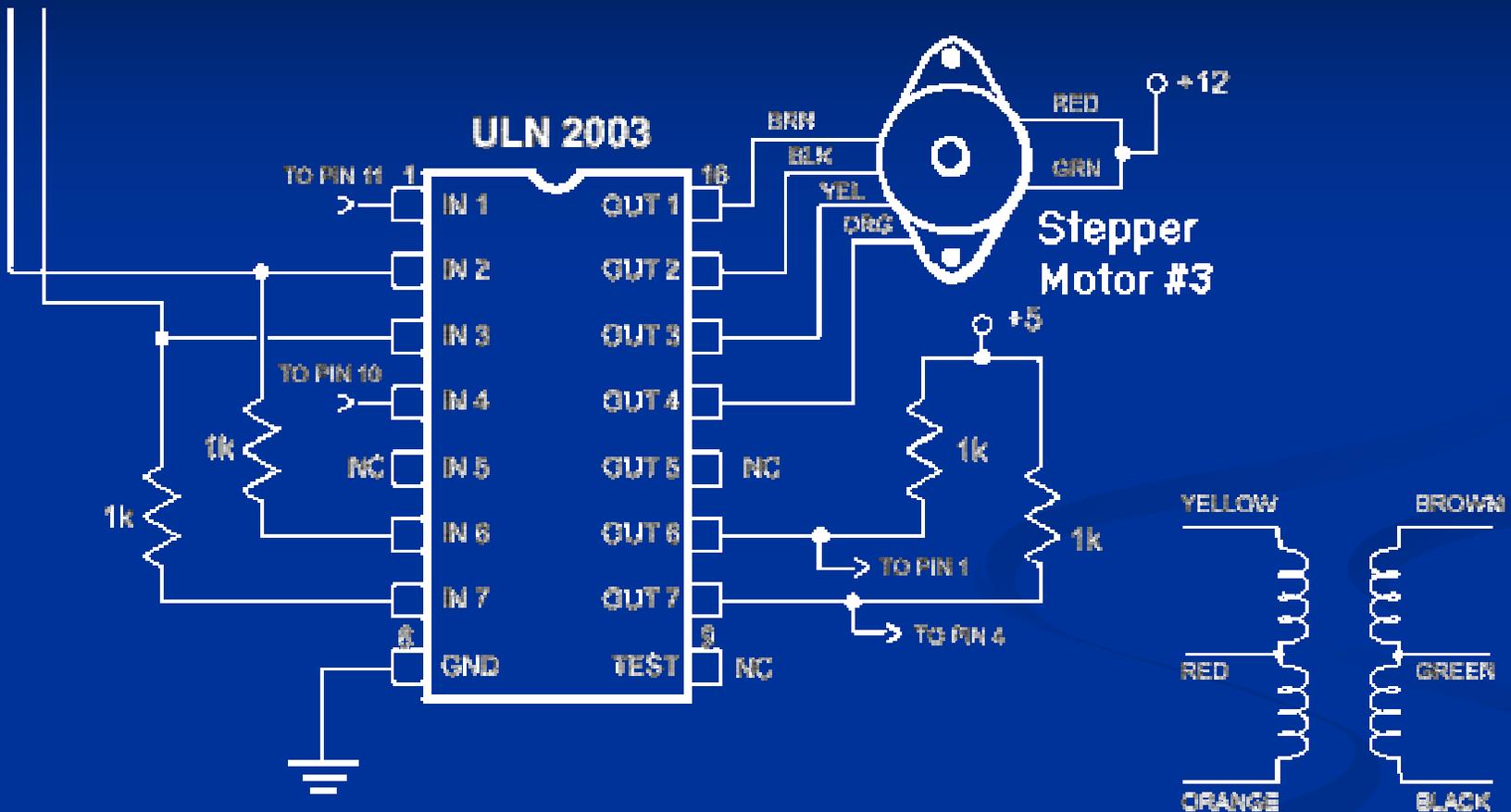
# Diagrama Eléctrico:

Schematic for the serial stepper controller.



Color code for Airpax steppers.

# Diagrama Eléctrico:



Obs: The ULN2003 / MC1413 is a 7-bit 50V 500mA TTL-input NPN darlington driver.

*Color code for Airpax steppers.*