

# **Applied Control Systems**

## **Stepper Motors**

# MOTOR STEPPER

---

**Motor Stepper adalah salah satu tipe motor yang sangat populer digunakan sebagai peralatan penggerak/pemutar dalam sistem otomasi di industri, instrumentasi, bahkan printer yang sering dipakai sehari-hari.**

**Pada dasarnya prinsip kerja motor Stepper sama dengan motor DC, yaitu pembangkitan medan magnet untuk memperoleh gaya tarik ataupun gaya lawan dengan menggunakan catu tegangan DC pada lilitan/kumparannya.**

**Motor Stepper menggunakan gaya tarik untuk menarik “fisik kutub magnet yang berlawanan” sedekat mungkin ke posisi kutub magnet yang dihasilkan oleh kumparan stator.**

**Pada motor Stepper gerakan motor dapat terkendali karena begitu kutub yang berlawanan tadi sudah tarik-menarik dalam posisi yang paling terdekat, gerakan akan terhenti dan ada pengereman, sehingga motor Stepper banyak digunakan pada kontrol posisi pada suatu sistem kontrol.**

# Advantages / Disadvantages



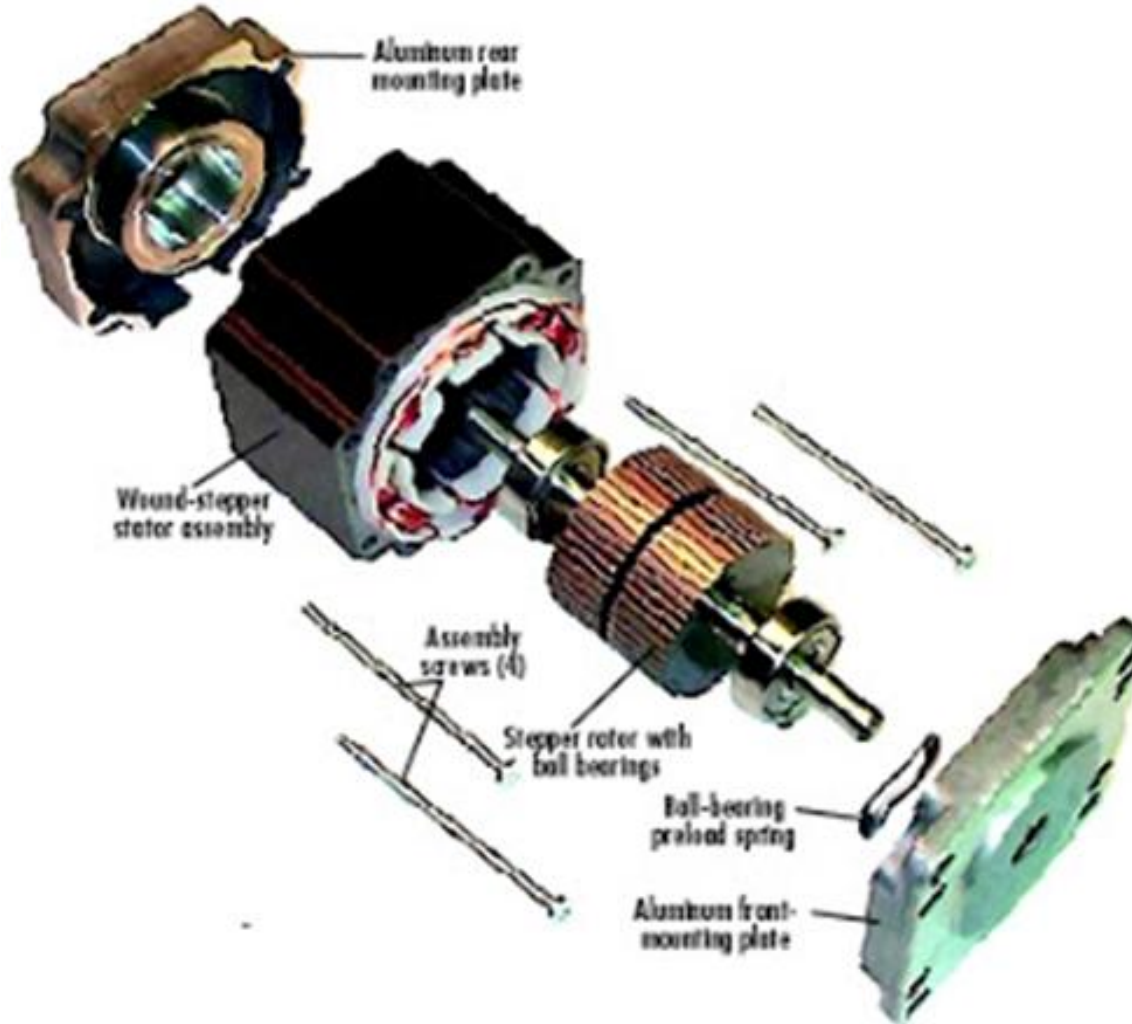
## Advantages:-

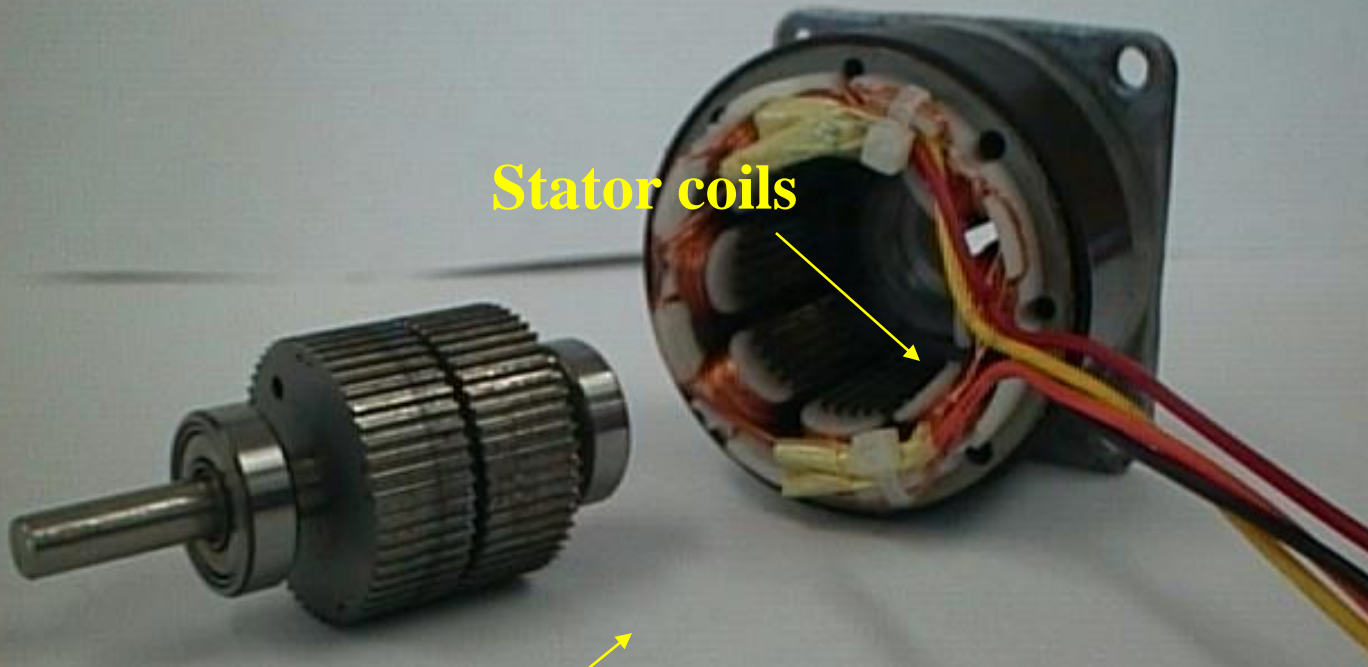
- Low cost for control achieved
- Ruggedness
- Simplicity of construction
- Can operate in an open loop control system
- Low maintenance
- Less likely to stall or slip
- Will work in any environment

## Disadvantages:-

- Require a dedicated control circuit
- Use more current than D.C. motors
- High torque output achieved at low speeds

# Bagian-bagian motor stepper

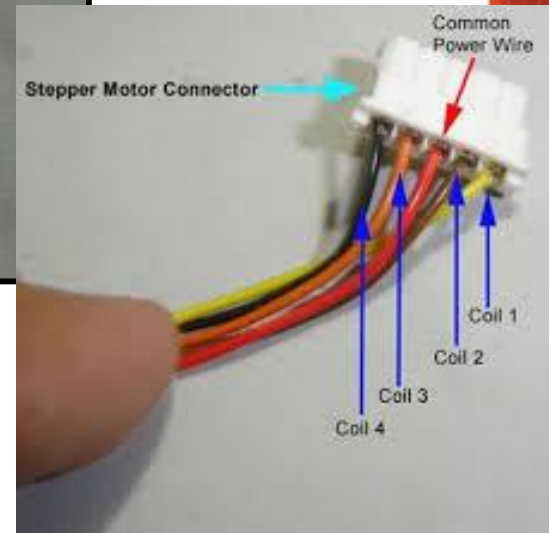




Stator coils

Rotor

**CNC Stepping Motor**



Stepper Motor Connector

Common Power Wire

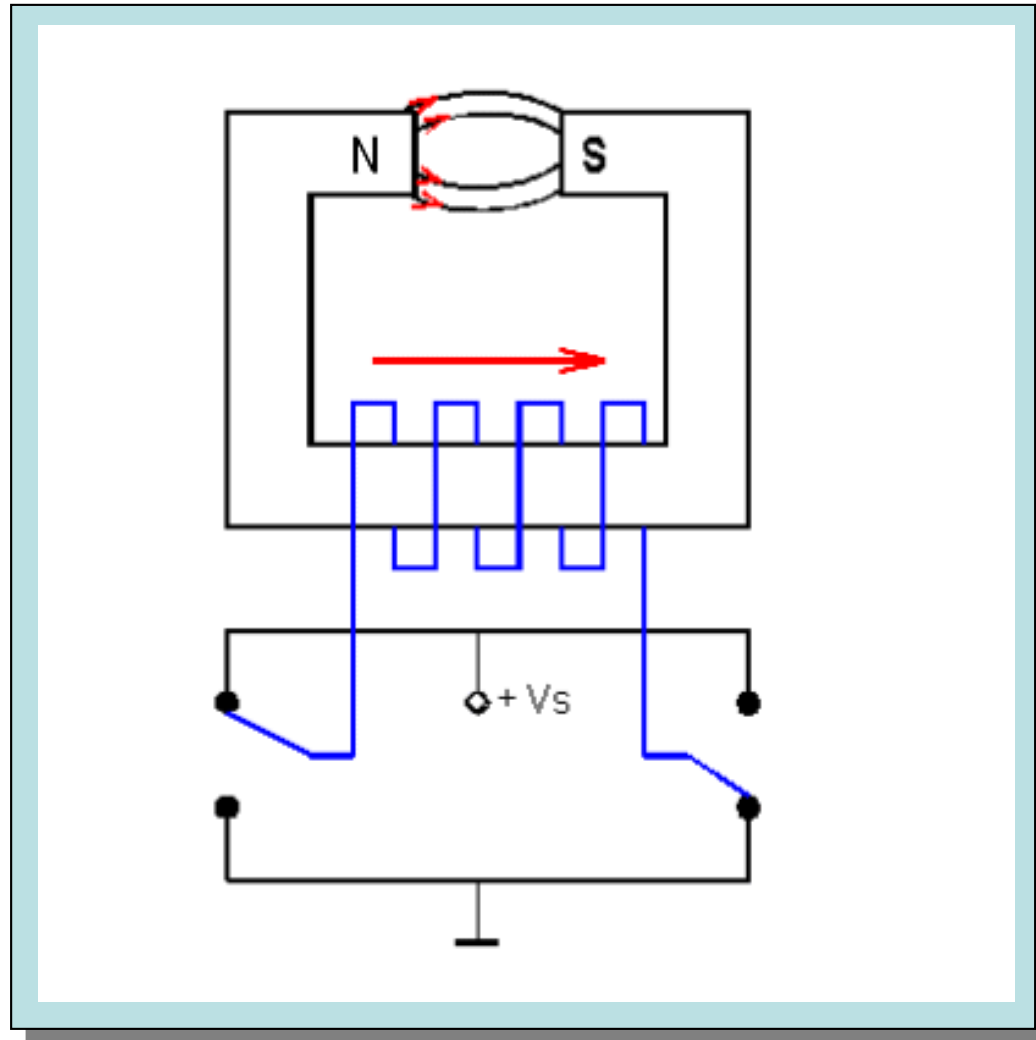
Coil 1

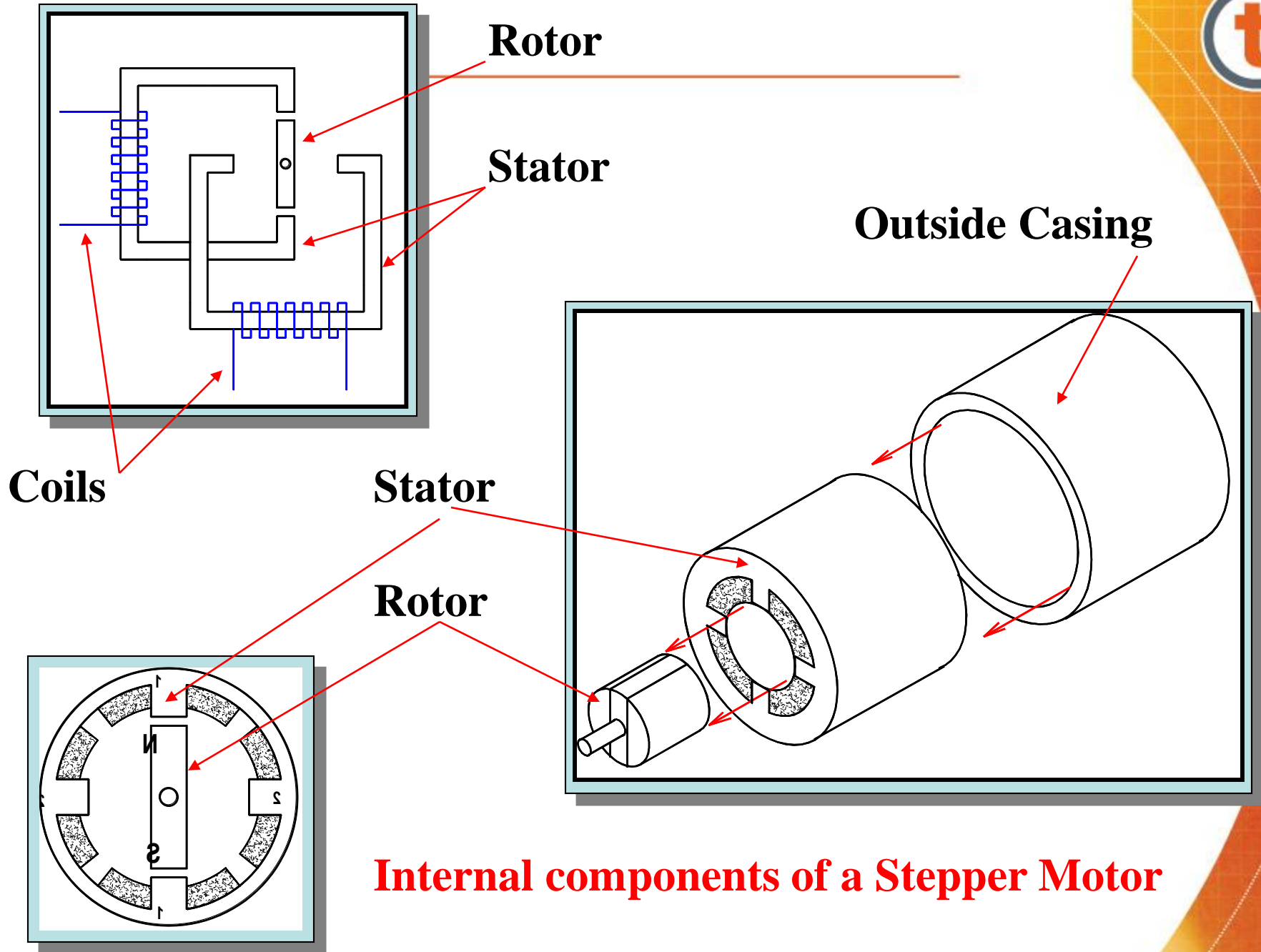
Coil 2

Coil 3

Coil 4

# Stepper Motor / Electro magnet





**Internal components of a Stepper Motor**

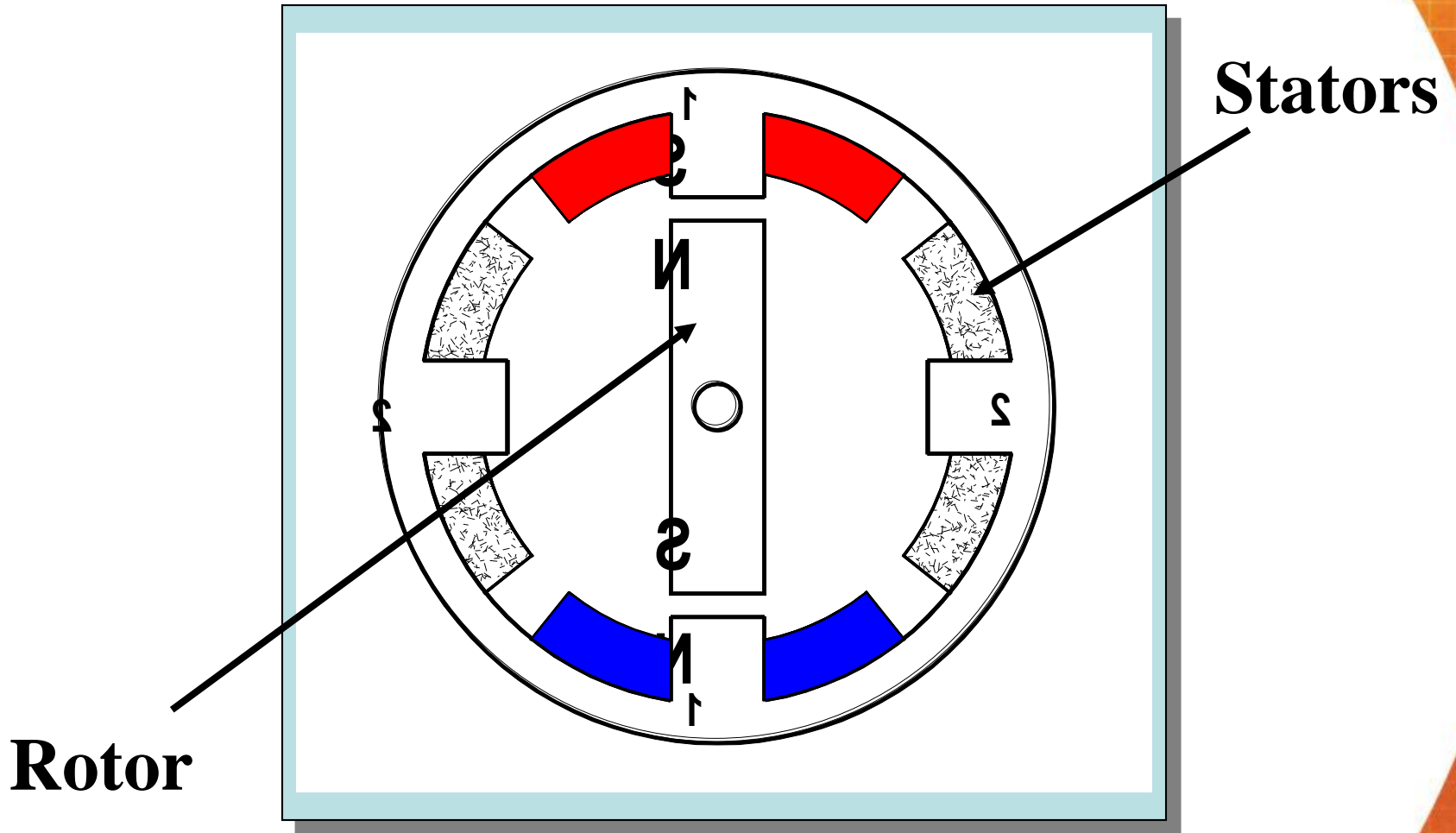




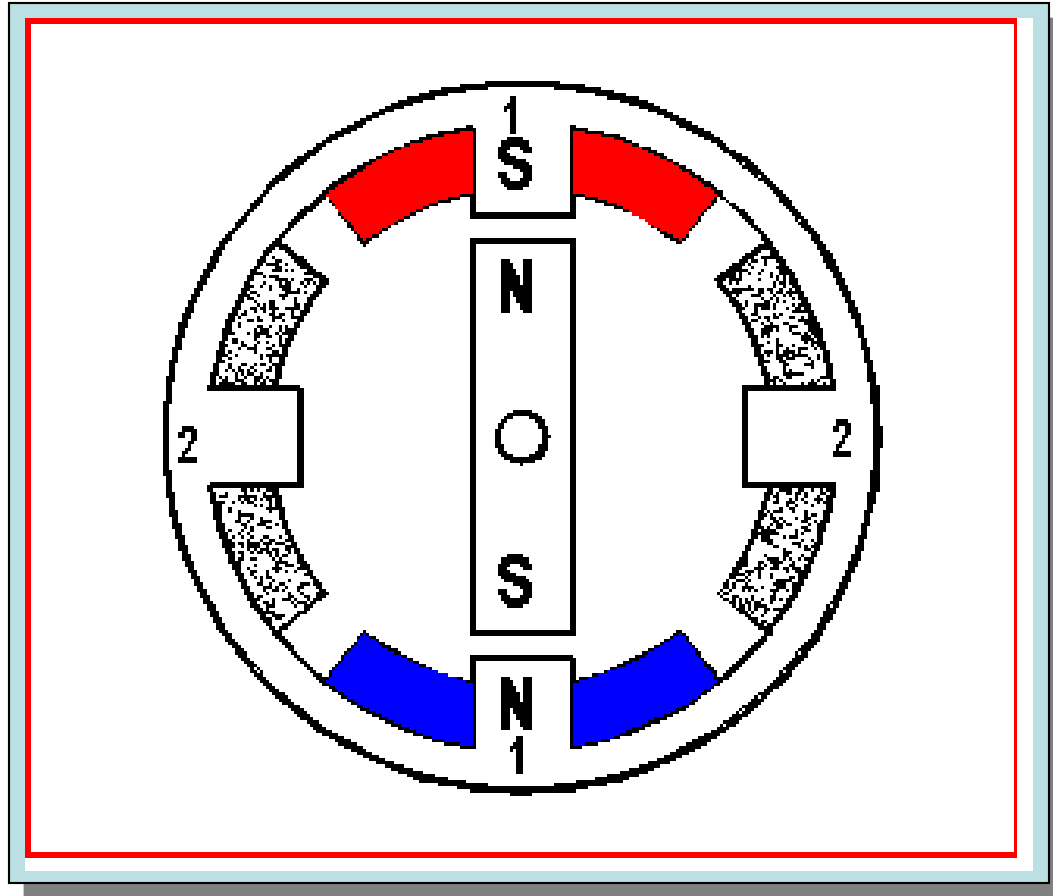
---

# **Demo Full Step Operation & Half Step Operation**

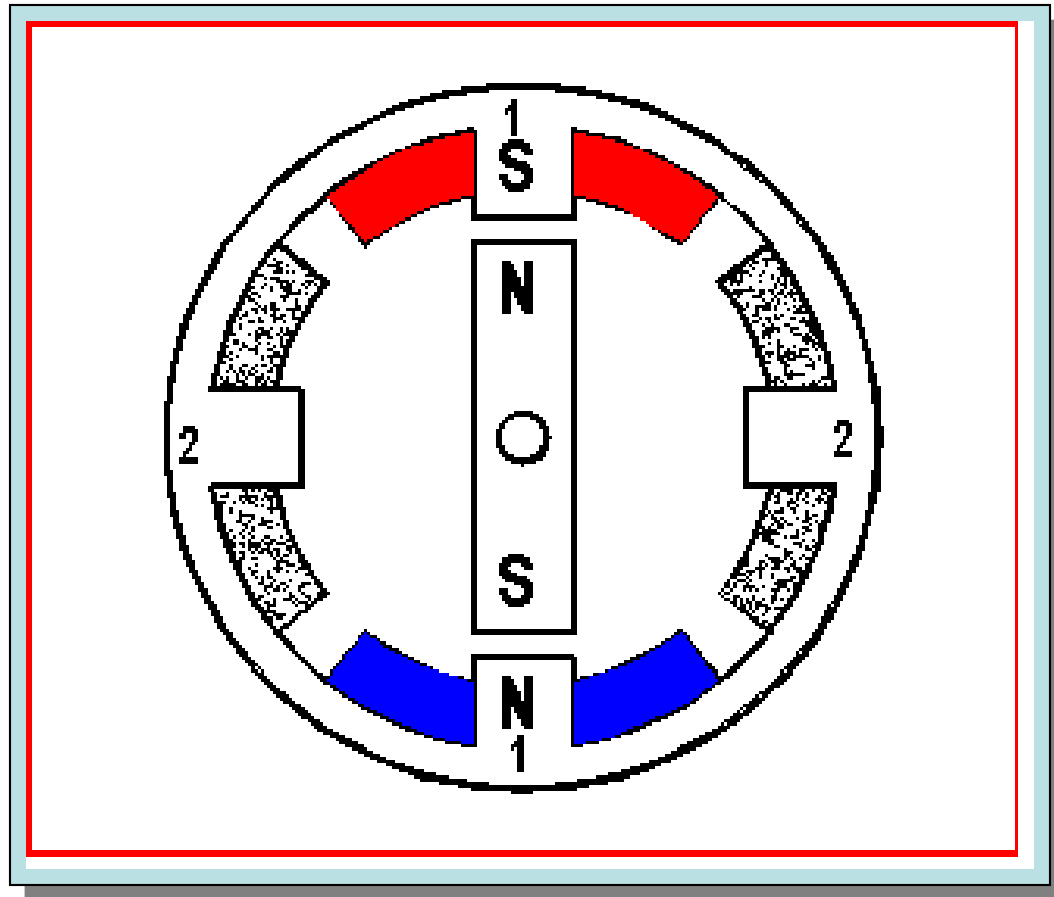
# Cross Section of a Stepper Motor



# Full Step Operation

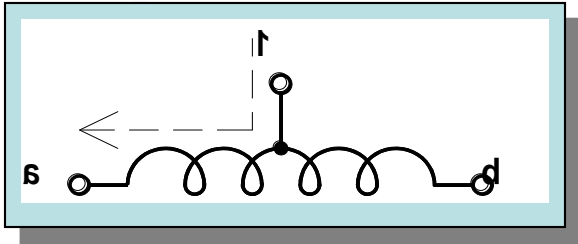


**Four Steps per revolution i.e. 90 deg. steps.**

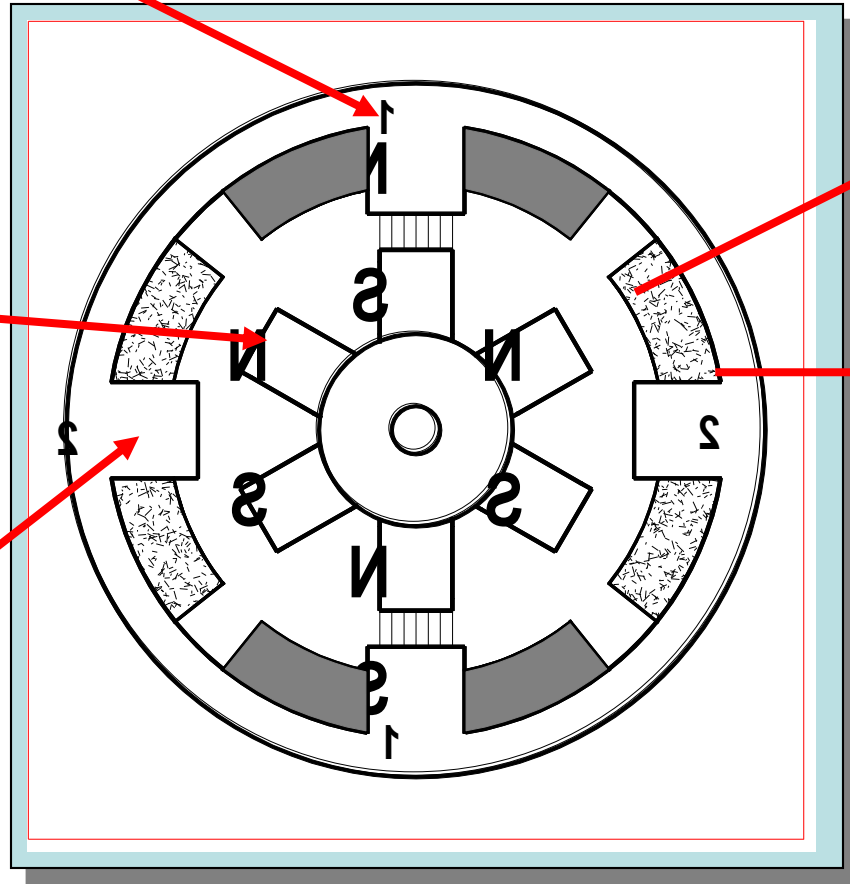


**Eight steps per. revolution i.e. 45 deg. steps.**

# Winding number 1

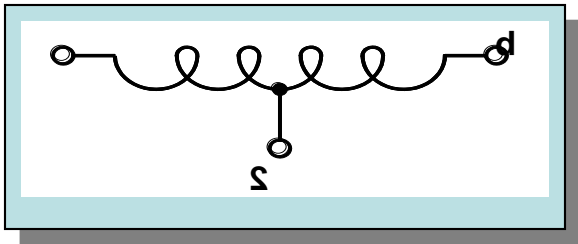


6 pole rotor

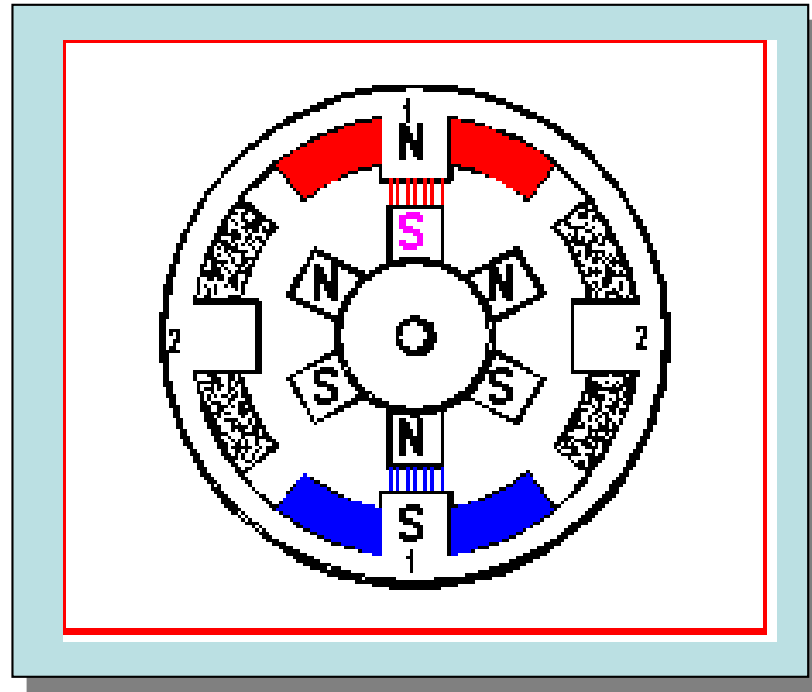


One step

# Winding number 2

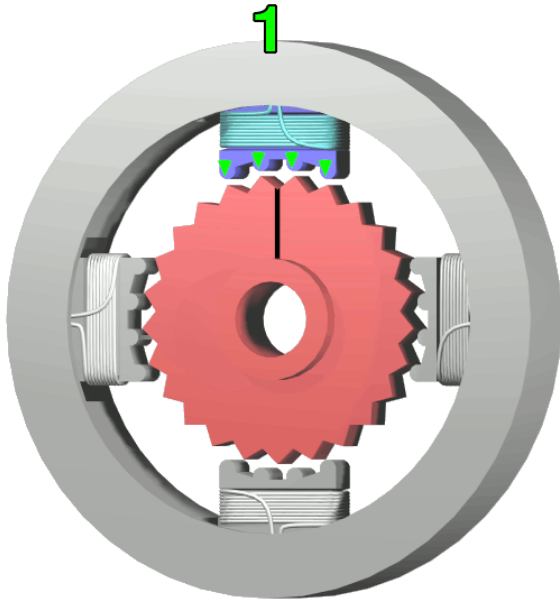


# Six pole rotor, two electro magnets.

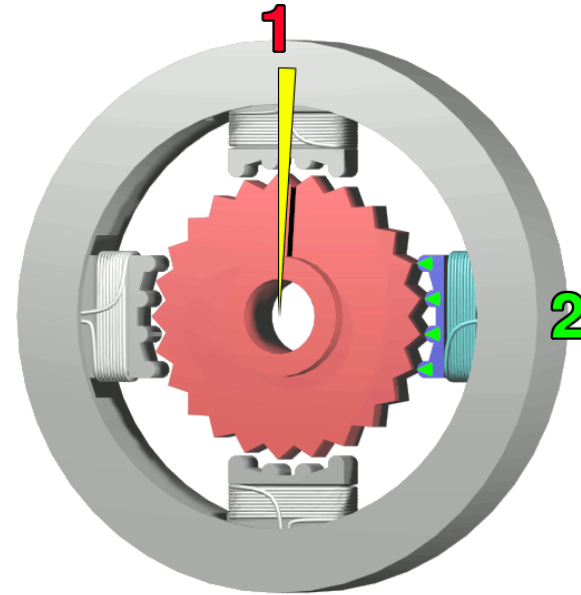


How many steps are required for one complete revolution?

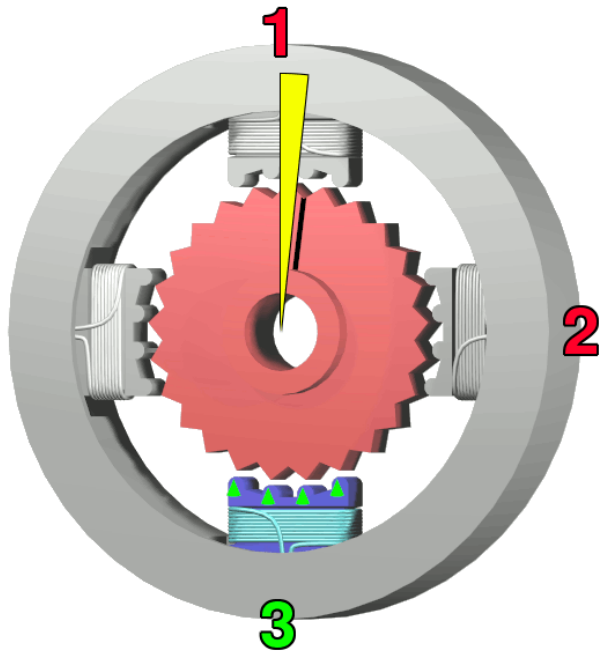
# Practical Stepper motor operation



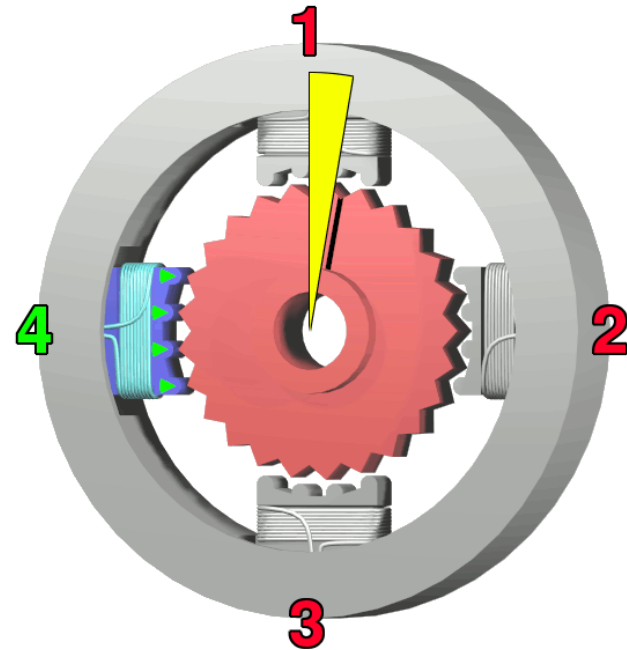
The top electromagnet (1) is turned on, attracting the nearest teeth of a gear-shaped iron rotor. With the teeth aligned to electromagnet 1, they will be slightly offset from electromagnet 2



The top electromagnet (1) is turned off, and the right electromagnet (2) is energized, pulling the nearest teeth slightly to the right. This results in a rotation of  $3.6^\circ$  in this example.



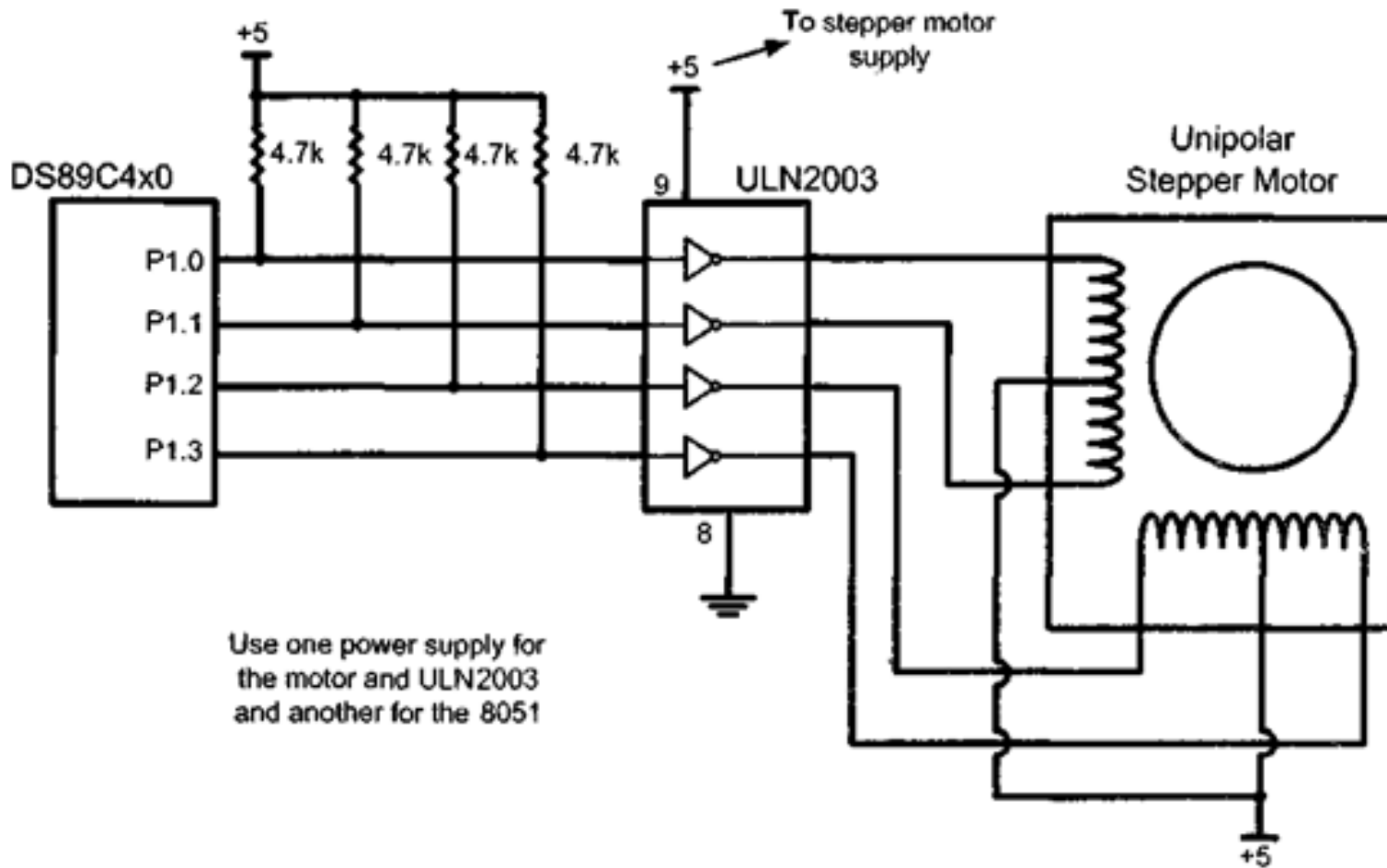
The bottom electromagnet (3) is energized; another  $3.6^\circ$  rotation occurs.



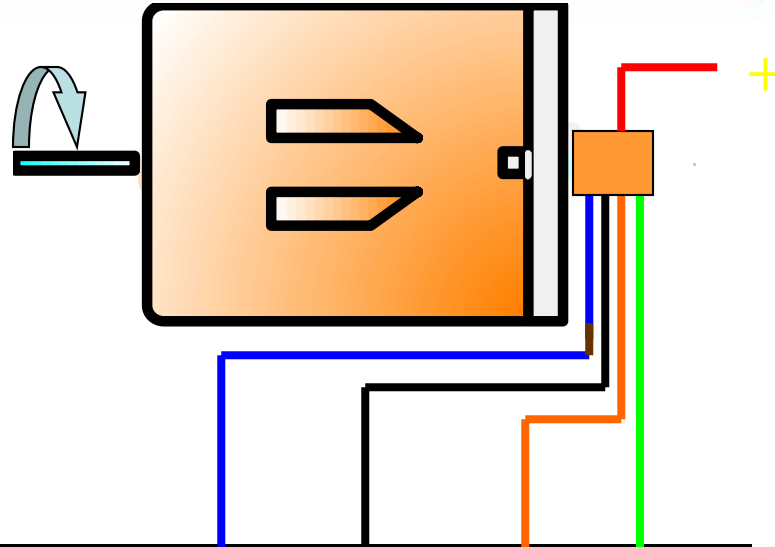
The left electromagnet (4) is enabled, rotating again by  $3.6^\circ$ . When the top electromagnet (1) is again enabled, the teeth in the sprocket will have rotated by one tooth position; since there are 25 teeth, it will take 100 steps to make a full rotation in this example.



# Diagram Elektrik Motor Steper



# Control sequence to turn a stepper motor



CW



<b>Step 1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Step 2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Step 3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Step 4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

CCW



# Rangkaian driver motor Stepper



Motor Stepper memiliki beberapa kebutuhan standar yang harus dipenuhi agar dapat bekerja dengan baik.

Kebutuhan itu antara lain:

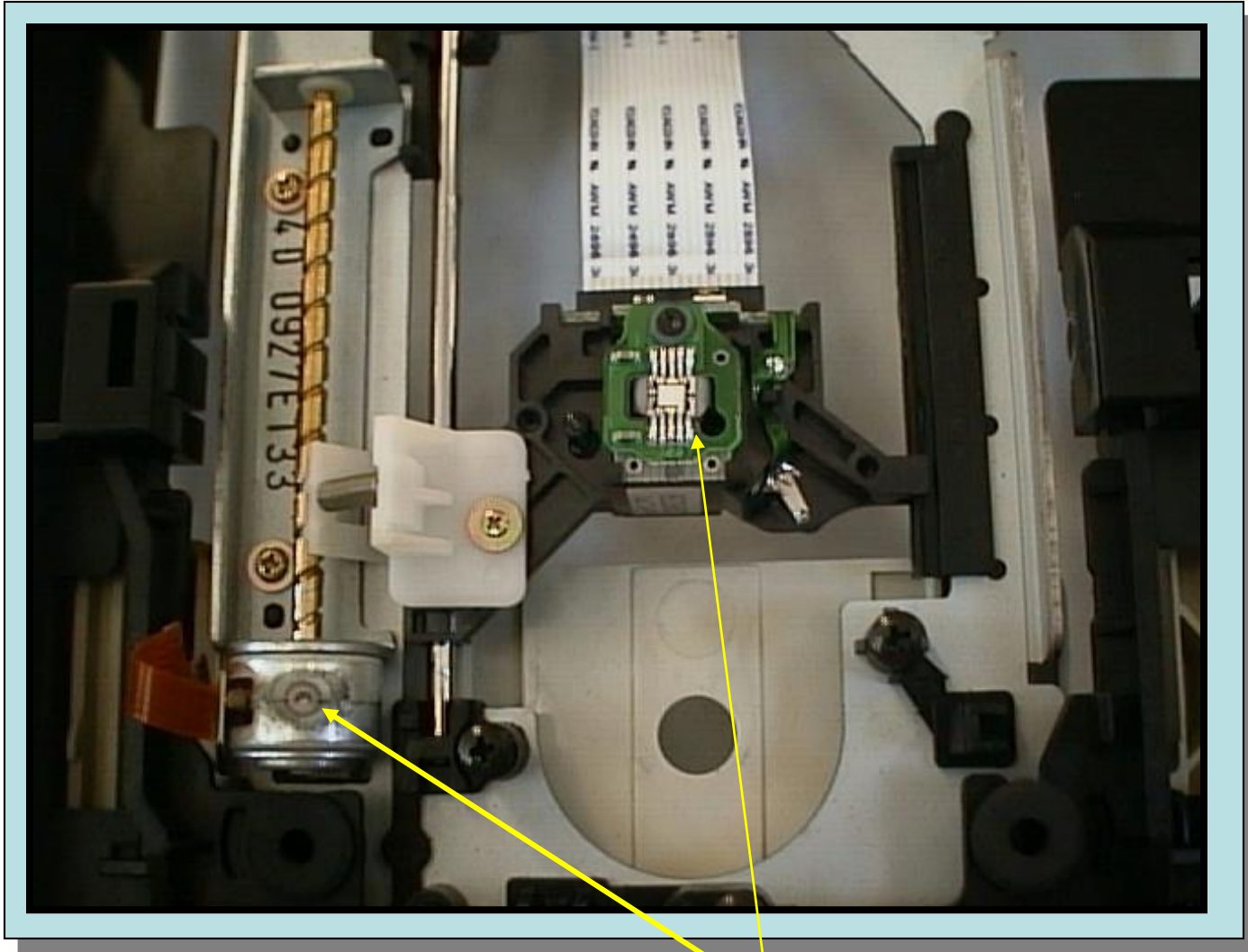
1. Tegangan/arus yang memadai untuk setiap lilitan pada langkah tiap Step.
2. Lama pemberian tegangan/arus untuk setiap langkah atau Step. Hal itu diperlukan untuk memberikan waktu yang cukup bagi torsi untuk memindah posisi kutub tadi ke posisi yang paling dekat dengan kutub stator (lilitan).
3. Kebutuhan ini berbeda-beda untuk setiap tipe motor Stepper. Makin singkat waktu (delay) pemberian tegangan/arus yang dibutuhkan, makin tinggi kecepatan maksimum motor Stepper tersebut dapat dioperasikan.

**Ditinjau dari arus yang dihasilkan , output port dari suatu sistem minimum CPU/mikrokontroler belum memenuhi syarat untuk dihubungkan langsung dengan motor Stepper.**

**Untuk itu perlu dilengkapi dengan suatu rangkaian driver untuk mengemudikan motor Stepper dengan level tegangan +5V / +12V.**

**Pada contoh berikut motor Stepper ( 5 Volt ) menggunakan rangkaian driver berupa IC ULN 2065B yang berfungsi sebagai penguat karena di dalamnya terdapat rangkaian Transistor tipe Darlington. Serta ditambah dengan 4 resistor masing-masing sebesar 1 K.**

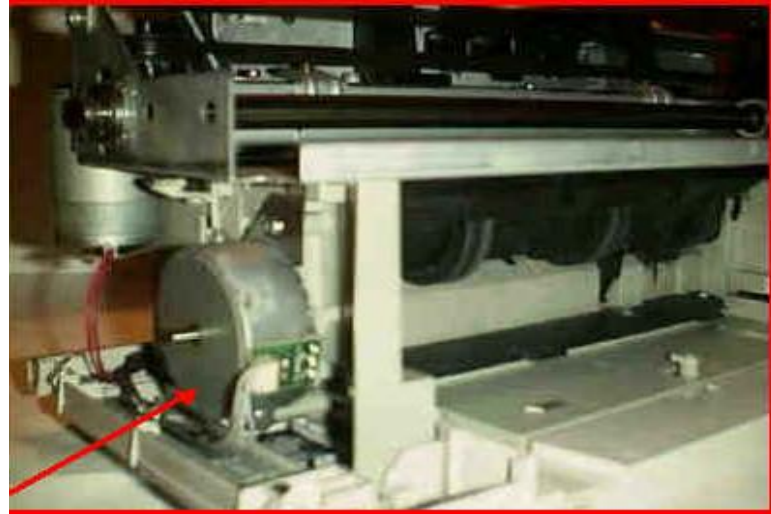
# Stepper motor applications



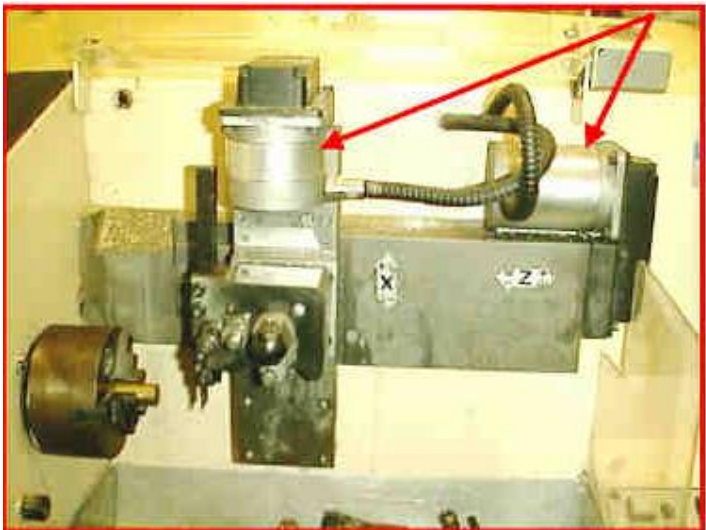
**Stepping Motor to move read-write head**

# Stepper motor applications

Paper feeder on printers

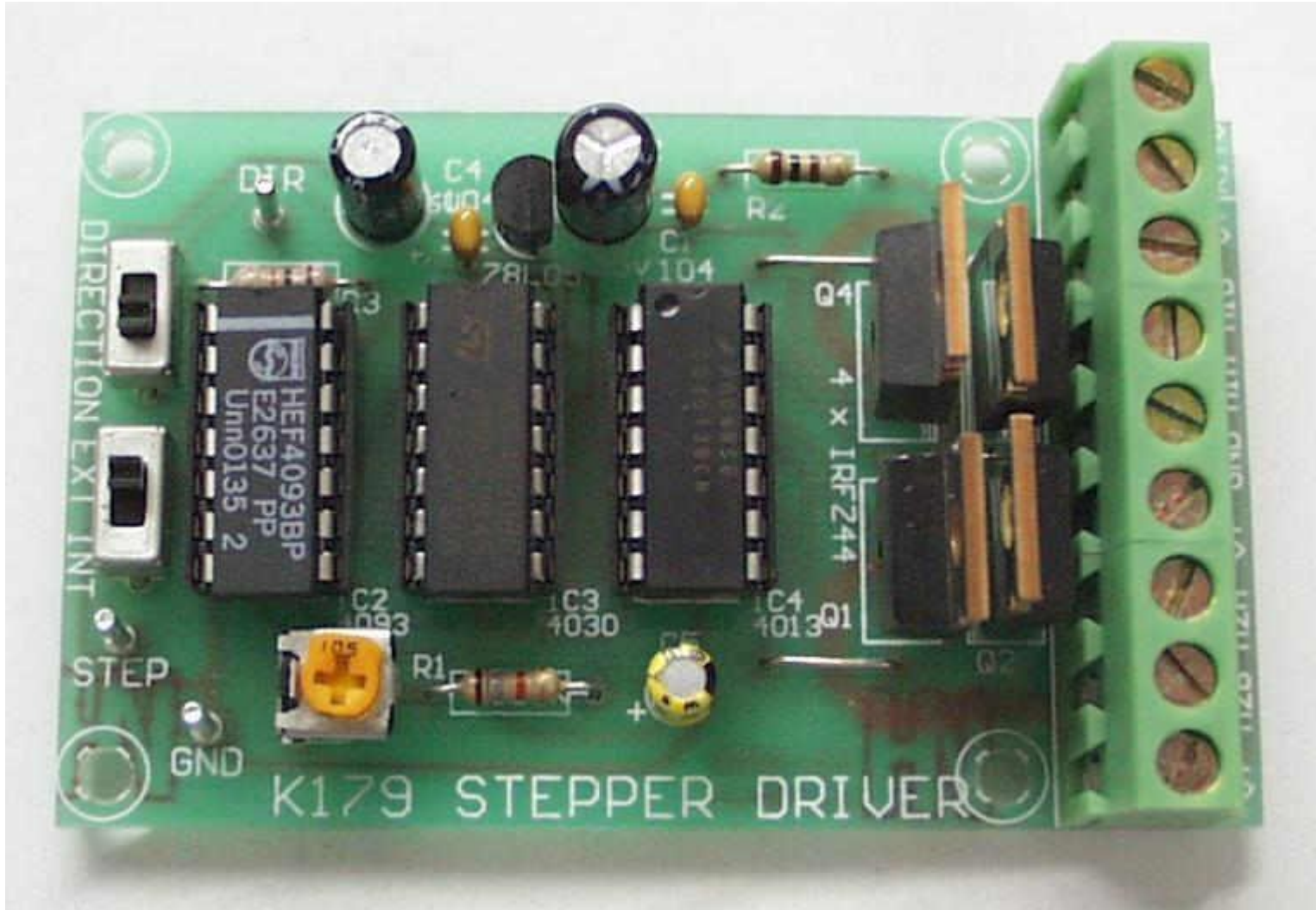


Stepper motors

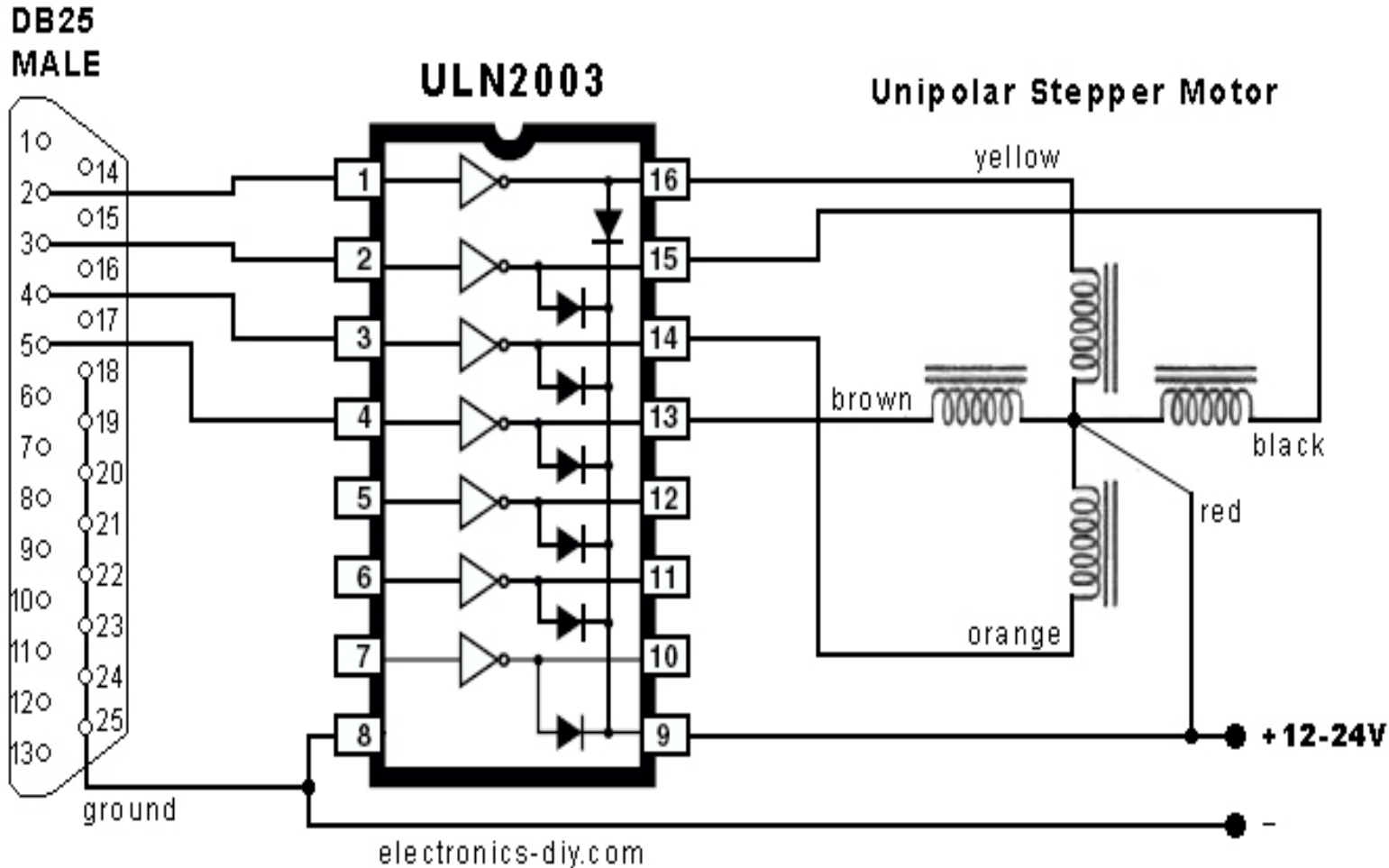


CNC lathes

# Rangkaian motor Stepper menggunakan rangkaian FET



# Rangkaian motor Stepper menggunakan rangkaian Transistor Tipe Darlington di dalam IC ULN 2003





# Formasi Double Active Bit untuk Mode putaran Full Step ( untuk putar CW )

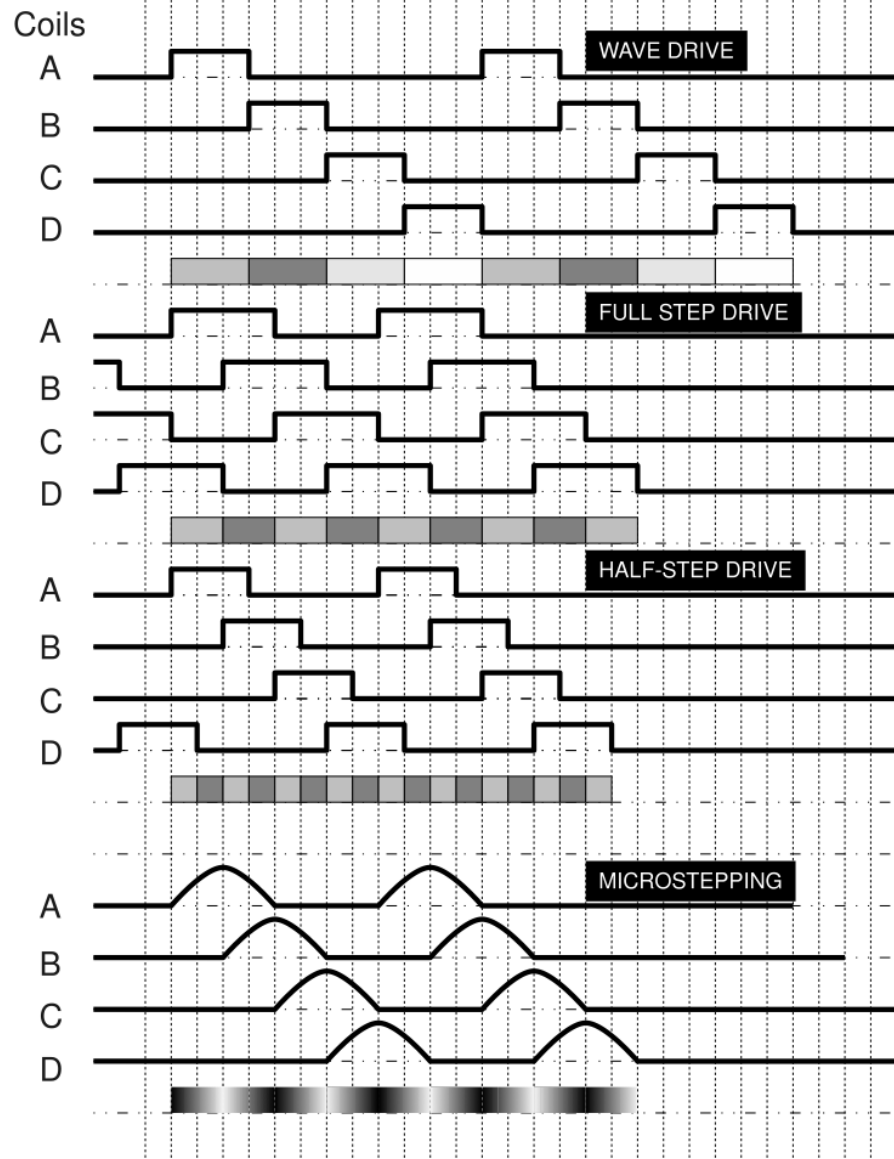
Step ke	Full Step ( double active bits )					HEX
1	1	1	0	0		- 0C
2	0	1	1	0		- 06
3	0	0	1	1		- 03
4	1	0	0	1		- 09

***Berulang ke step 1***

# Teknik Pengendalian



Unipolar motor





# Formasi putaran Half Step ( untuk putar CCW )

```
#include <mega128.h>
#include <delay.h>
#include <math.h>

void main(void)
{
    int i,a;

    PORTA=0xff;
    DDRA=0xff;

    while (1)
    {
        for (i=0;i<=3;i++)
        {a=pow(2,i);
        PORTA=~a;
        delay_ms(500);}
    }
}
```

# Formasi putaran Half Step ( *untuk putar CW* )



```
#include <mega128.h>
#include <delay.h>
#include <math.h>

void main(void)
{
    int i,a;

    PORTA=0xff;
    DDRA=0xff;

    while (1)
    {
        for (i=0;i<=3;i++)
        {a=pow(2,i);
        PORTA=a;
        delay_ms(500);}
    }
}
```



# Formasi putaran Half Step ( untuk putar CW) – menggunakan metode lookup Table

```
#include <mega128.h>
#include <delay.h>

void main(void)
{

    unsigned char led[8] = {0x08,0x0c,0x04,0x06,0x02,0x03,0x01,0x09};
    int a;

    PORTA=0x00;
    DDRA=0xFF;

    while (1)
    {
        for (a=0;a<=7;a++)
        {
            PORTA = led[a];
            delay_ms(1000);
        }
    }
}
```



# Formasi putaran Full Step – Double Active Bits ( *untuk putar CW* ) – metode lookup Table

```
#include <mega128.h>
#include <delay.h>

void main(void)
{

    unsigned char led[4] = {0x0C,0x06,0x03,0x09};
    int a;

    PORTA=0x00;
    DDRA=0xFF;

    while (1)
    {
        for (a=0;a<=3;a++)
        {
            PORTA = led[a];
            delay_ms(100);
        }
    }
}
```

---

Buat program untuk menggerakkan putaran motor stepper

Apabila menekan tombol CW pada keypad untuk arah putaran CW

Apabila menekan tombol CCW pada keypad untuk arah putaran CCW