

## Điều khiển động cơ bước

### 1. Giới thiệu

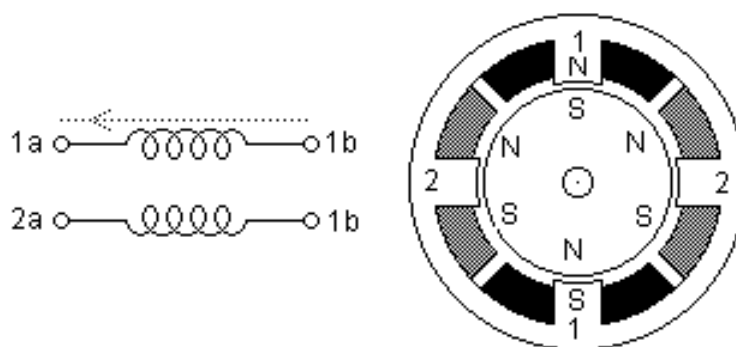
Động cơ bước là loại động cơ được sử dụng rộng rãi trong điều khiển và đo lường: máy in, máy CNC, máy bơm ... Một số đặc tính nổi trội của động cơ bước: không sử dụng chổi than, không phụ thuộc vào tải, điều khiển vị trí vòng hở, khả năng điều khiển vị trí chính xác, đáp ứng nhanh.

Về cơ bản có thể chia động cơ bước làm 3 loại:

- Động cơ bước từ trở thay đổi.
- Động cơ bước nam châm vĩnh cửu.
- Động cơ bước hỗn hợp.

Động cơ bước nam châm vĩnh cửu lại chia ra làm 3 loại: động cơ bước đơn cực, động cơ bước lưỡng cực, động cơ bước vừa đơn cực vừa lưỡng cực. Trong bài này, chúng ta sẽ tìm hiểu về cách điều khiển **động cơ bước lưỡng cực**.

Động cơ bước lưỡng cực bao gồm 2 cuộn dây và 4 đầu dây dẫn ra ngoài. Ưu điểm của động cơ bước lưỡng cực so với động cơ bước đơn cực là dòng điện sẽ chạy trong toàn bộ cuộn dây so với chỉ chạy trong nửa cuộn dây của động cơ bước đơn cực. Vì thế động cơ bước lưỡng cực sẽ cho momen cao hơn so với động cơ bước đơn cực cùng loại. Tuy nhiên nhược điểm là mạch điều khiển sẽ phức tạp hơn.



Hình 1: Động cơ bước lưỡng cực

Dòng điện trong cuộn dây của một động cơ bước là dòng điện 2 chiều tùy thuộc vào việc ta thay đổi cực ở 2 đầu cuộn dây. Một mạch cầu H được sử dụng cho nhiệm vụ này.

Có 3 cách điều khiển động cơ bước: một bước (full-step), nửa bước (half-step) và vi bước (micro-step).

Ở chế độ điều khiển một bước ta có thể cấp điện áp vào 2 đầu cuộn dây theo 1 trong 2 cách như hình 2. Trong đó “+” là cấp điện áp dương, “-” là cấp điện áp âm, và “0” là không cấp điện áp.

Terminal 1a:	+	0	-	0	+	0	-	0	+	0	-	0
Terminal 1b:	-	0	+	0	-	0	+	0	-	0	+	0
Terminal 2a:	0	+	0	-	0	+	0	-	0	+	0	-
Terminal 2b:	0	-	0	+	0	-	0	+	0	-	0	+
time —>												
Terminal 1a:	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
Terminal 1b:	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+
Terminal 2a:	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-
Terminal 2b:	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+
time —>												

Hình 2: Chế độ điều khiển một bước

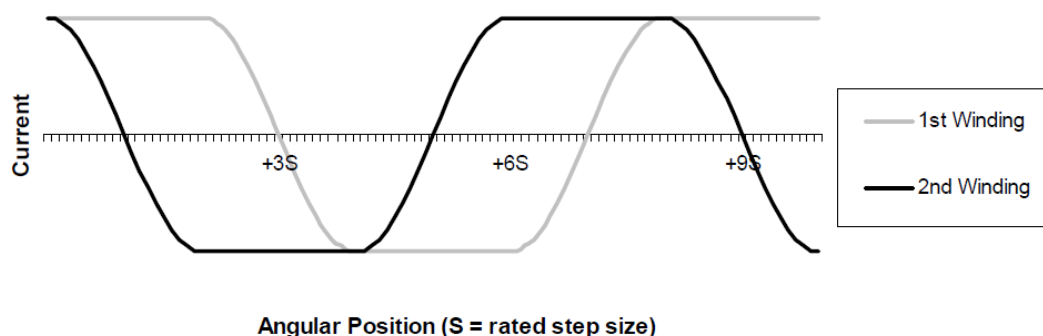
Ở chế độ điều khiển nửa bước, chúng ta có thể điều khiển được góc với độ phân giải bằng một nửa của chế độ một bước bằng cách kết hợp 2 phương pháp điều khiển một bước lại. Hình 3 thể hiện cách điều khiển ở chế độ nửa bước.

Terminal 1a:	+	+	0	-	-	-	0	+	+	+	0	-	-	-	0	+	+	+	0	-	-	-	0	+
Terminal 1b:	-	-	0	+	+	+	0	-	-	-	0	+	+	+	0	-	-	-	0	+	+	+	0	-
Terminal 2a:	0	+	+	+	0	-	-	-	0	+	+	+	0	-	-	-	0	+	+	+	0	-	-	-
Terminal 2b:	0	-	-	-	0	+	+	+	0	-	-	-	0	+	+	+	0	-	-	-	0	+	+	+
time —>																								

Hình 3: Chế độ điều khiển nửa bước

Điều khiển ở chế độ một bước và nửa bước sẽ làm cho chuyển động của động cơ không được mịn, đặc biệt là ở tốc độ thấp. Để khắc phục điều này, người ta sử dụng chế độ điều khiển vi bước. Chế độ vi bước cũng sẽ làm tăng độ phân giải của động cơ bước, có thể lên đến 32 lần.

Nguyên lý làm việc của chế độ vi bước là thay đổi dòng làm việc của 2 cuộn dây. Điều này đạt được bằng cách điều khiển áp đặt vào 2 cuộn dây thông qua hiệu chỉnh hệ số duty cycle của các module PWM. Biểu đồ cấp xung được thể hiện như hình 4.



Hình 4: Chế độ điều khiển vi bước

- **Mục tiêu bài thí nghiệm**

- Tiến hành điều khiển động cơ bước ở các chế độ: một bước, nửa bước, và vi bước.
- Thực hiện đảo chiều quay động cơ.
- Thực hiện thay đổi vận tốc động cơ.
- Điều khiển động cơ theo một góc mong muốn.

## **2. Thiết bị thực hành/thí nghiệm:**

### **2.1 Thành phần:**

- Kit PICDEM Mechatronics: động cơ bước, biến trở, nút nhấn.
- Mạch nạp.
- Dây bus, giắc cắm 2 chân, tua vít.

### **2.2 Sơ lược đặc tính thiết bị:**

Biến trở: Giá trị điện trở có thể điều chỉnh được trong quá trình hoạt động.

Nút nhấn: Đóng, mở dòng điện đi qua.

Động cơ bước: gồm có 4 dây ra là nâu, cam, đỏ và vàng.

Dây bus: được sử dụng để kết nối các chân cắm với nhau.

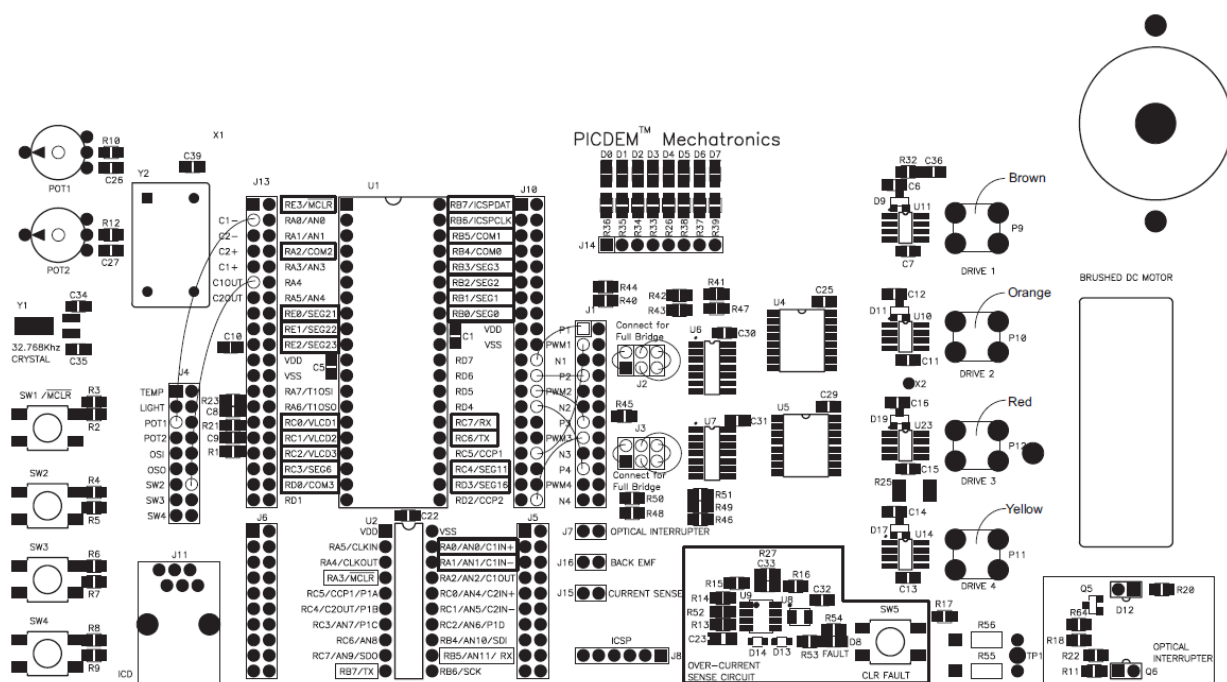
## **3. Nội dung thực hành, thí nghiệm**

### **3.1 Thời lượng:** 3 tiết cho mỗi nhóm sinh viên.

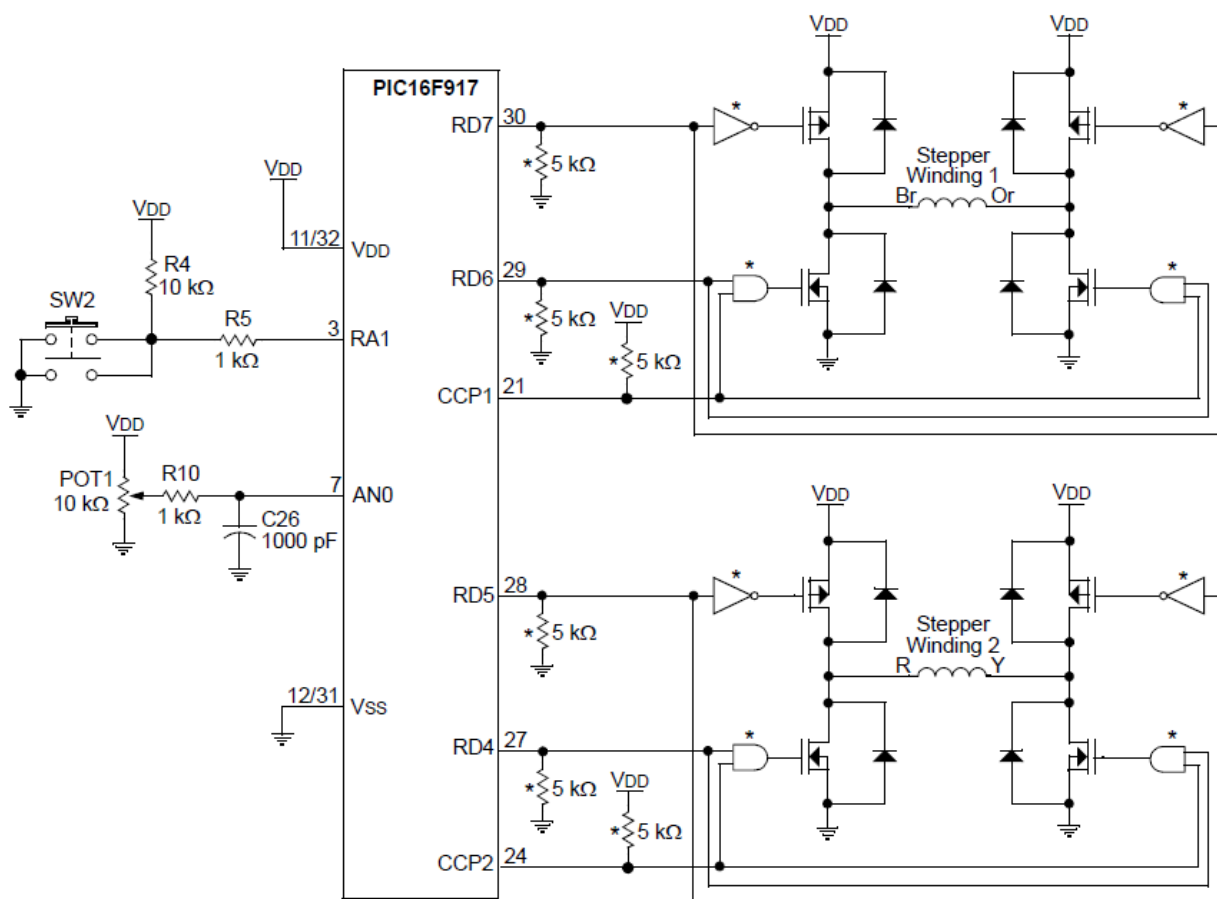
### **3.2 Nối dây**

- ✓ AN0 (J13) nối với POT1 (J4).
- ✓ RA4 (J13) nối với SW2 (J4).
- ✓ RD7 (J10) nối với P1 (J1).
- ✓ RD6 (J10) nối với P2 (J1).
- ✓ RD5 (J10) nối với P3 (J1).
- ✓ RD4 (J10) nối với P4 (J1).
- ✓ CCP1 (J10) nối với PWM1 (J1).
- ✓ CCP2 (J10) nối với PWM3 (J1).
- ✓ Đặt 3 jumper (2 chân) tại J2 (Connect for Full-Bridge).
- ✓ Đặt 3 jumper (2 chân) tại J3 (Connect for Full-Bridge).
- ✓ Kết nối dây màu NÂU của động cơ bước với Drive 1 (P9).
- ✓ Kết nối dây màu CAM của động cơ bước với Drive 2 (P10).
- ✓ Kết nối dây màu ĐỎ của động cơ bước với Drive 3 (P12).
- ✓ Kết nối dây màu VÀNG của động cơ bước với Drive 4 (P11).
- ✓ Kết nối jumper giữa chân giữa và chân phải của JP8.

Sơ đồ nối dây được thể hiện trong hình 5 và hình 6.



Hình 5: Sơ đồ nối dây trong KIT



Hình 6: Sơ đồ nối dây giữa VĐK và mạch cầu H

### 3.3 Nội dung thí nghiệm

#### Buổi 1

1. Lập trình điều khiển động cơ bước ở chế độ một bước (full-step)?

2. Sử dụng biến trở để thay đổi tốc độ động cơ?
3. Sử dụng 2 nút nhấn để đảo chiều quay động cơ?
4. Điều khiển động cơ quay một góc cho trước ( $45^0$ ,  $90^0$ ,  $180^0$ ,  $360^0$ )?

### **Buổi 2**

1. Lập trình điều khiển động cơ bước ở chế độ nửa bước (half-step)?
2. Sử dụng biến trở để thay đổi tốc độ động cơ?
3. Sử dụng 2 nút nhấn để đảo chiều động cơ?
4. Điều khiển động cơ quay một góc cho trước ( $45^0$ ,  $90^0$ ,  $180^0$ ,  $360^0$ )?

### **Buổi 3**

1. Lập trình điều khiển động cơ bước ở chế độ vi bước (micro-step)?
2. Sử dụng biến trở để thay đổi tốc độ động cơ?
3. Sử dụng 2 nút nhấn để đảo chiều động cơ?
4. Điều khiển động cơ quay một góc cho trước ( $45^0$ ,  $90^0$ ,  $180^0$ ,  $360^0$ )?

## **4. Tài liệu tham khảo**

- [1] PICDEM™ Mechatronics Demonstration Board User's Guide.  
 [2] Datasheet của vi điều khiển PIC16F917.

## **5. Sample Code**

```
#include <16F917.h>
#use delay(clock=8000000)
#byte PORTD = 0x08
int16 timer=0;

void Full_Step()
{
    output_high(PIN_D7);
    output_low(PIN_D6);
    output_low(PIN_D5);
    output_low(PIN_D4);
    delay_ms(timer);

    output_low(PIN_D7);
    output_low(PIN_D6);
    output_high(PIN_D5);
    output_low(PIN_D4);
}
```

```

    delay_ms(timer);

    output_low(PIN_D7);
    output_high(PIN_D6);
    output_low(PIN_D5);
    output_low(PIN_D4);
    delay_ms(timer);

    output_low(PIN_D7);
    output_low(PIN_D6);
    output_low(PIN_D5);
    output_high(PIN_D4);
    delay_ms(timer);
}

void main()
{
    set_tris_d(0x00);
    enable_interrupts(GLOBAL);
    enable_interrupts(INT_EXT);
    setup_timer_2(T2_div_by_16,255,1);
    setup_ccp2(ccp_pwm);
    setup_ccp1(ccp_pwm);
    delay_us(10);
    PORTD = 0;
    timer = 500;
    set_pwm2_duty(1000);
    set_pwm1_duty(1000);

    while(TRUE)
    {
        Full_Step();
    }
}

```

## **6. Kết quả thực hành, thí nghiệm:**

### **6.1. Câu hỏi:**

**Câu 1:** Giải thích nguyên lý hoạt động của động cơ bước ở chế độ một bước (full-step)? Khi động cơ quay một bước thì ứng với góc quay bao nhiêu? Trong 2 phương pháp cấp xung ở chế độ full-step, phương pháp nào cho momen của động cơ cao hơn?

Trả lời:

**Câu 2:** Giải thích nguyên lý hoạt động của động cơ bước ở chế độ nửa bước (half-step)?

Trả lời:

**Câu 3:** Giải thích nguyên lý hoạt động của động cơ bước ở chế độ vi bước (micro-step)?

Trả lời:

**Câu 4:** Nêu ưu điểm của phương pháp điều khiển vi bước so với 2 chế độ nửa bước và một bước?

Trả lời:

## 6.2. Đánh giá mạch logic đã được đấu dây:

### Buổi 1: Điều khiển Full-step

Không chạy ☐

Chạy không hoàn chỉnh ☐

Chạy tốt ☐

Ý kiến khác: .....  
.....

### Buổi 2: Điều khiển Half-step

Không chạy ☐

Chạy không hoàn chỉnh ☐

Chạy tốt ☐

Ý kiến khác: .....  
.....

### Buổi 3: Điều khiển Micro-step

Không chạy ☐

Chạy không hoàn chỉnh ☐

Chạy tốt ☐

Ý kiến khác: .....  
.....

Họ và tên sinh viên:..... MSSV:..... Nhóm:.....

Họ và tên sinh viên:..... MSSV:..... Nhóm:.....

Họ và tên sinh viên:..... MSSV:..... Nhóm:.....

Họ và tên sinh viên:..... MSSV:..... Nhóm:.....

Họ và tên sinh viên:..... MSSV:..... Nhóm:.....

Họ và tên sinh viên:..... MSSV:..... Nhóm:.....