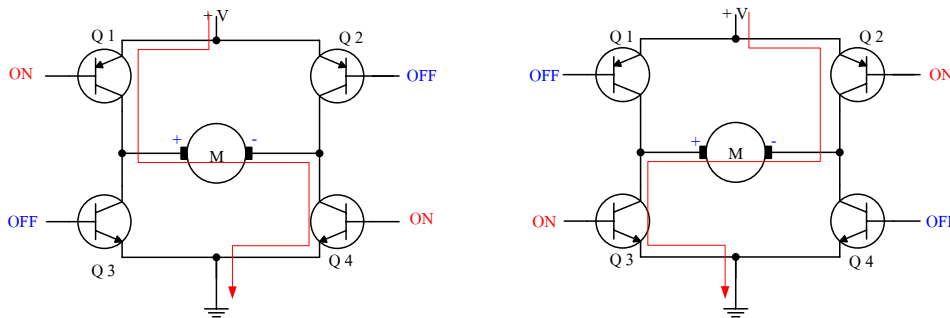


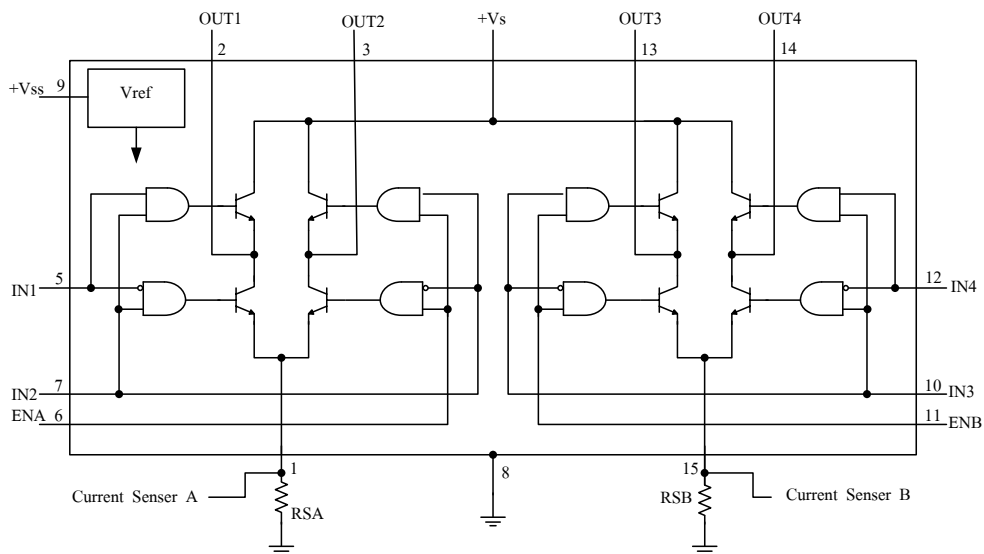
วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ H-bridge



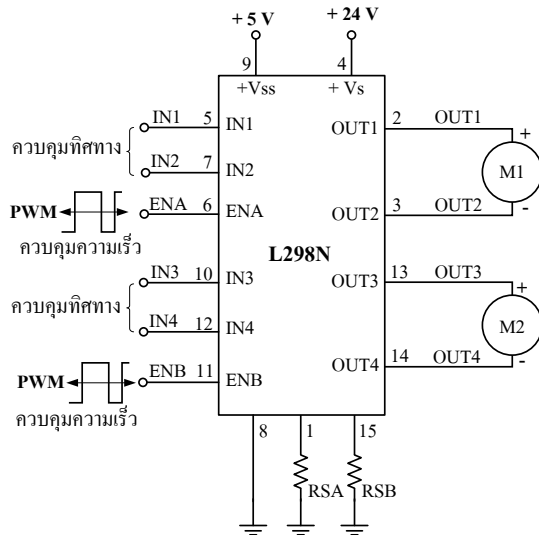
รูปที่ 5.1 แสดงการกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์



รูปที่ 5.2 แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรถับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง





รูปที่ 5.3 แสดงโครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ L298N

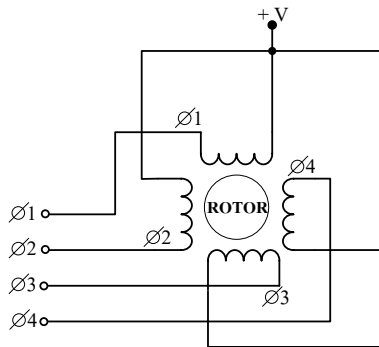


รูปที่ 5.4 แสดงการควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยใช้วิธี PWM

ตารางที่ 5.1 แสดงการทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์แบบ H bright

INPUT			การทำงานของมอเตอร์
ENA	IN2	IN1	
0	0	0	ไม่หมุน
0	0	1	ไม่หมุน
0	1	0	ไม่หมุน
0	1	1	ไม่หมุน
1	0	0	ไม่หมุน
1	0	1	หมุนตามเข็มนาฬิกา ความเร็วสูงสุด
1	1	0	หมุนทวนเข็มนาฬิกา ความเร็วสูงสุด
1	1	1	หยุดหมุนทันทีทันใด
	0	1	หมุนตามเข็มนาฬิกา ความเร็วขึ้นอยู่กับ PWM
	1	0	หมุนทวนเข็มนาฬิกา ความเร็วขึ้นอยู่กับ PWM

โครงสร้างและการทำงานของ Stepper motor



รูปที่ 5.5 โครงสร้างสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 4 เฟสแบบยูนิโพลาร์

ตารางที่ 5.1 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส หมุนตามเข็มนาฬิกา

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

ตารางที่ 5.2 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส หมุนทวนเข็มนาฬิกา

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0

ตารางที่ 5.3 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส หมุนตามเข็มนาฬิกา

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

ตารางที่ 5.4 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป หมุนทวนเข็มนาฬิกา

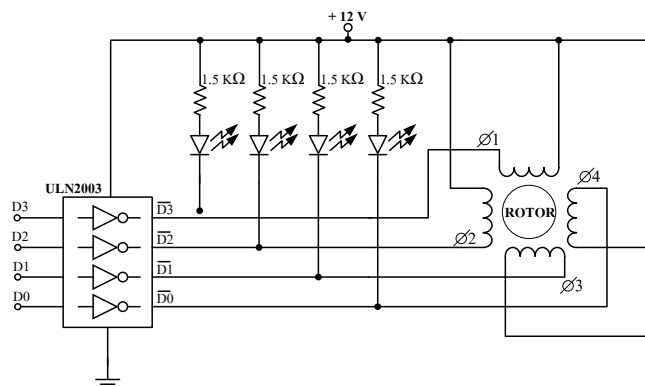
สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	0	0	1	1
2	0	1	1	0
3	1	1	0	0
4	1	0	0	1

ตารางที่ 2.10 การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป หมุนตามเข็มนาฬิกา

สเต็ปที่	1	2	3	4	5	6	7	8
เฟส1	1	1	0	0	0	0	0	1
เฟส2	0	1	1	1	0	0	0	0
เฟส 3	0	0	0	1	1	1	0	0
เฟส 4	0	0	0	0	0	1	1	1

ตารางที่ 2.11 การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป หมุนตามเข็มนาฬิกา

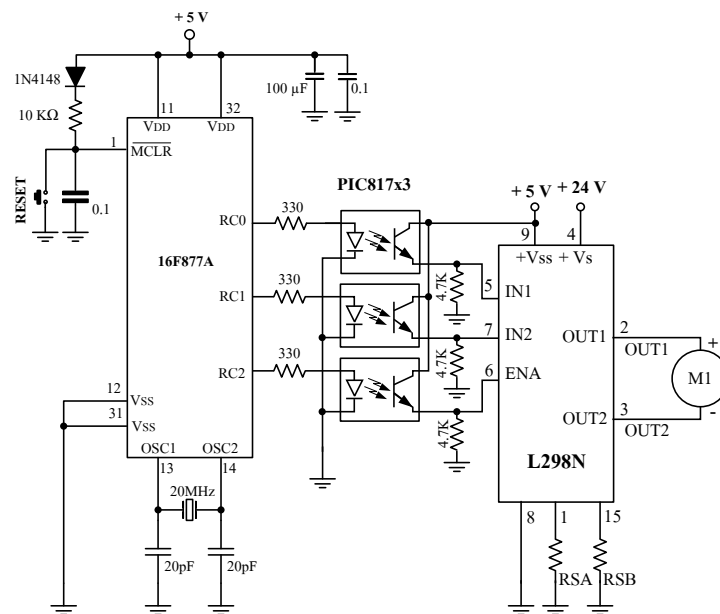
สเต็ปที่	1	2	3	4	5	6	7	8
เฟส 1	0	0	0	0	0	1	1	1
เฟส 2	0	0	0	1	1	1	0	0
เฟส 3	0	1	1	1	0	0	0	0
เฟส 4	1	1	0	0	0	0	0	1



รูปที่ 5.6 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์โดยใช้ไอซีเบอร์ ULN2003

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรในชุดทดลองดังรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 วงจรการทดลองของข้อที่ 1 การควบคุม DC motor

2. เขียนโปรแกรมข้างล่างลงในคอมพิวเตอร์ แล้วบันทึกเป็นชื่อ MOTOR1.pbp

```
@ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
```

```
DEFINE OSC 20
```

```
TRISC = %00000000
```

```
I VAR BYTE
```

```
PORTC = 0
```

```
ADCON1 = 7
```

```
MAIN:   FOR I = 1 TO 10
```

```
        PORTC.0 = 1
```

```
        PORTC.1 = 0
```

```
        PORTC.2 = 1
```

```
        PAUSE 1000
```

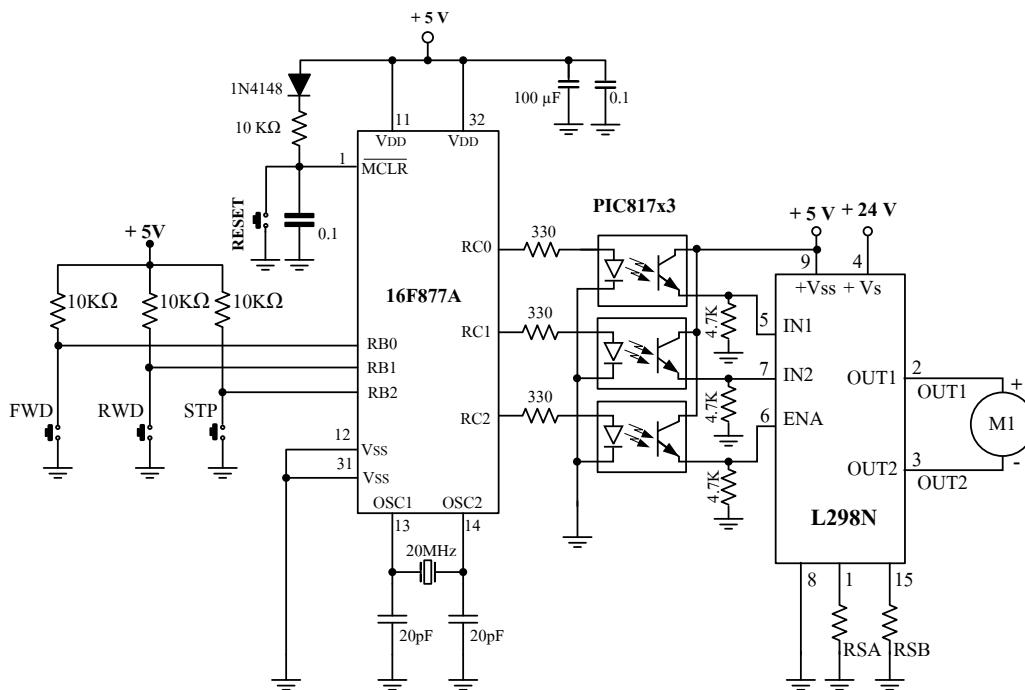
```
    NEXT I
```

```

PORTC = 0
PAUSE 1000
FOR I = 1 TO 10
    PORTC.0 = 0
    PORTC.1 = 1
    PORTC.2 = 1
PAUSE 1000
NEXT I
PORTC = 0
PAUSE 1000
GOTO MAIN
END

```

3. ต่อวงจรตามรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 วงจรการทดลองของข้อที่ 3 อ่านการสวิตช์เพื่อควบคุม DC motor

4. เขียนโปรแกรมข้างล่างลงในคอมพิวเตอรื แล้วบันทึกเป็นชื่อ MOTOR2.pbp

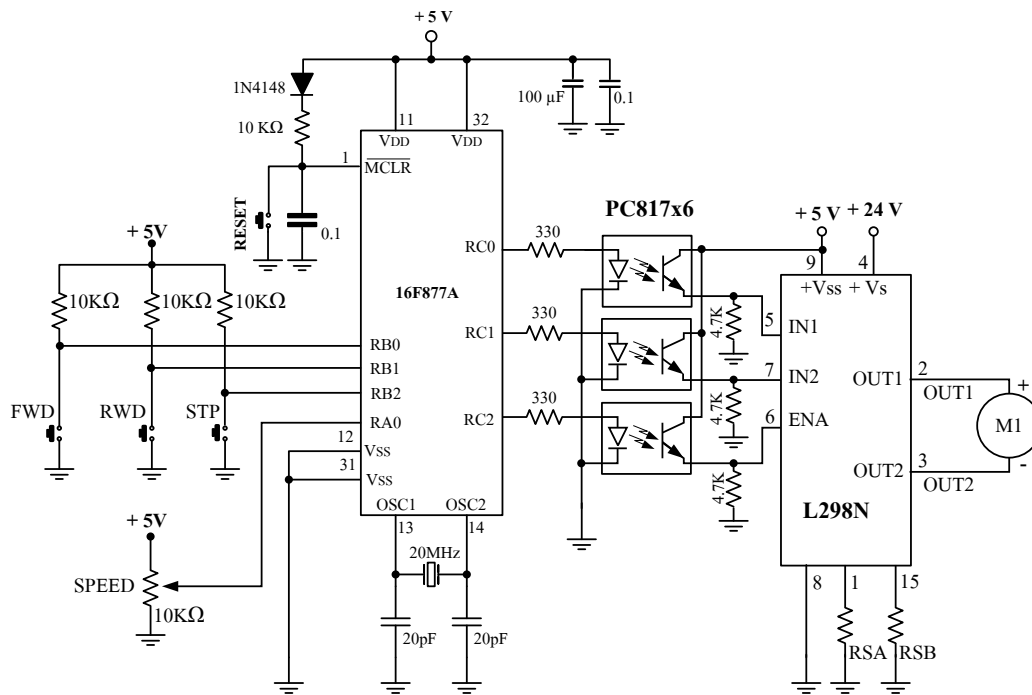
```

@ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
DEFINE OSC 20
TRISB = $FF

```

```
TRISC = $00
FWD VAR PORTB.0
RWD VAR PORTB.1
STP VAR PORTB.2
PORTC = 0
ADCON1 = 7
MAIN: IF (FWD = 0) AND (RWD = 1) AND (STP = 1) THEN GOSUB FW
      IF (FWD = 1) AND (RWD = 0) AND (STP = 1) THEN GOSUB RW
      IF (FWD = 1) AND (RWD = 1) AND (STP = 0) THEN GOSUB STP
      IF (FWD = 0) AND (RWD = 0) THEN GOSUB STP
      IF (STP = 0) THEN GOSUB STP
      GOTO MAIN
      END
FW:   PORTC = $05
      PAUSE 100
      RETURN
RW:   PORTC = $06
      PAUSE 100
      RETURN
STP:  PORTC = $00
      PAUSE 100
      RETURN
```

5. ตัวอย่างวงจรตามรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 วงจรการทดลองของข้อที่ 5 อ่านการสวิตช์และอนาล็อกเพื่อควบคุม DC motor

6. เขียนโปรแกรมข้างล่างลงในคอมพิวเตอร์ แล้วบันทึกเป็นชื่อ MOTOR3.pbp

```
@ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
```

```
DEFINE OSC 20
```

```
TRISA = %111111
```

```
TRISB = $FF
```

```
TRISC = $00
```

```
FWD VAR PORTB.0
```

```
RWD VAR PORTB.1
```

```
STP VAR PORTB.2
```

```
DUTY VAR BYTE
```

```
SPEED VAR BYTE
```

```
PORTC = 0
```

```
ADCON1 = 14
```

```
MAIN: GOSUB CHK_SW
```

```
GOTO MAIN
```

```
END
```

```
CHK_SW: IF (FWD = 0) AND (RWD = 1) AND (STP = 1) THEN GOSUB FW
```



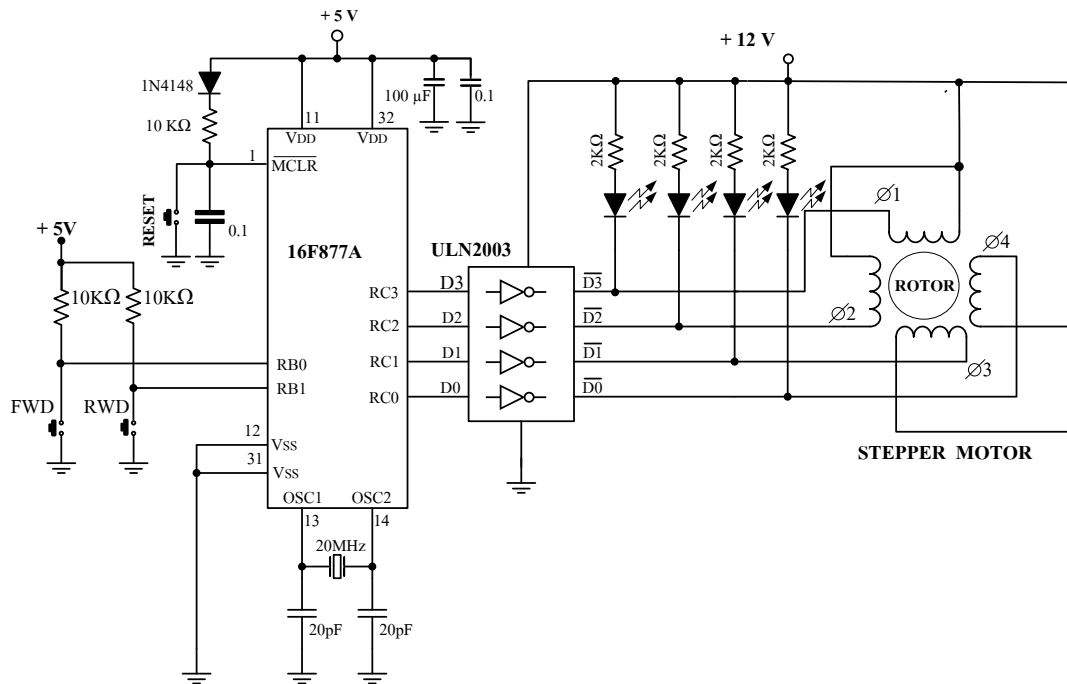
```
IF (FWD = 1) AND (RWD = 0) AND (STP = 1) THEN GOSUB RW
IF (FWD = 1) AND (RWD = 1) AND (STP = 0) THEN GOSUB STP
IF (FWD = 0) AND (RWD = 0) THEN GOSUB STP
IF (STP = 0) THEN GOSUB STP
RETURN
```

```
FW:  PORTC.0 = 1
      PORTC.1 = 0
      ADCIN 0, SPEED
      DUTY = SPEED
      HPWM 1, DUTY , 1000
      IF (FWD = 0) OR (RWD = 0) OR (STP = 0) THEN GOTO MAIN
      GOTO FW
```

```
RW:  PORTC.0 = 0
      PORTC.1 = 1
      ADCIN 0, SPEED
      DUTY = SPEED
      HPWM 1, DUTY , 1000
      IF (FWD = 0) OR (RWD = 0) OR (STP = 0) THEN GOTO MAIN
      GOTO RW
```

```
STP:  PORTC.0 = 0
      PORTC.1 = 0
      HPWM 1, 0 , 1000
      GOTO MAIN
```

7. ต่อวงจรตามรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 วงจรการทดลองของข้อที่ 7 การควบคุม Stepper motor

8. เขียนโปรแกรมด้านล่างลงในคอมพิวเตอร์ (เป็นการขับแบบ 1 เฟส พูลสเต็มป์) แล้วบันทึกเป็นชื่อ STEPPER1.pbp

```

@ DEVICE PIC16F877A, HS_OSC, LVP_OFF, BOD_OFF, WDT_OFF
DEFINE OSC 20
TRISB = $FF
TRISC = $00
SW1 VAR PORTB.0
SW2 VAR PORTB.1
N VAR BYTE
M VAR BYTE
PORTC = 0
ADCON1 = 7
MAIN: GOSUB CHK_SW
GOTO MAIN
END
CHK_SW: IF (SW1 = 0) AND (SW2 = 1) THEN GOSUB FW
    
```

```

IF (SW1 = 1) AND (SW2 = 0) THEN GOSUB RW
IF (SW1 = 0) AND (SW2 = 0) THEN GOSUB STP
RETURN
FW:  N = 1
L1:  LOOKUP N,[%1000,%0100,%0010,%0001],PORTC
      PAUSE 300
      N = N+1
      IF (FWD = 0) OR (RWD = 0) THEN GOTO MAIN
      IF N > 4 THEN
          GOTO FW
      ELSE
          GOTO L1
      RETURN
RW:  N = 1
L2:  LOOKUP N,[%0001,%0010,%0100,%1000],PORTC
      PAUSE 300
      N = N+1
      IF (FWD = 0) OR (RWD = 0) THEN GOTO MAIN
      IF N > 4 THEN
          GOTO RW
      ELSE
          GOTO L2
      RETURN
STP:  PORTC = $00
      PAUSE 100
      GOTO MAIN

```

9. เขียนโปรแกรมข้างล่างลงในคอมพิวเตอร์(เป็นการขับแบบ 2 เฟส ฟูลสเต็ป) แล้วบันทึกเป็นชื่อ STEPPER2.pbp

```

@ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
DEFINE OSC 20
TRISB = $FF

```

```

TRISC = $00
SW1 VAR PORTB.0
SW2 VAR PORTB.1
N VAR BYTE
M VAR BYTE
PORTC = 0
ADCON1 = 7
MAIN: GOSUB CHK_SW
      GOTO MAIN
      END
CHK_SW:   IF (SW1 = 0) AND (SW2 = 1) THEN GOSUB FW
          IF (SW1 = 1) AND (SW2 = 0) THEN GOSUB RW
          IF (SW1 = 0) AND (SW2 = 0) THEN GOSUB STP
          RETURN
FW:      N = 1
L1:      LOOKUP N,[%1100,%0110,%0011,%1001],PORTC
          PAUSE 300
          N = N+1
          IF (FWD = 0) OR (RWD = 0) THEN GOTO MAIN
          IF N > 4 THEN
              GOTO FW
          ELSE
              GOTO L1
          RETURN
RW:      N = 1
L2:      LOOKUP N,[%1001,%0011,%0110,%1100],PORTC
          PAUSE 300
          N = N+1
          IF (FWD = 0) OR (RWD = 0) THEN GOTO MAIN
          IF N > 4 THEN
              GOTO RW
          ELSE

```

```

        GOTO L2
    RETURN
STP:   PORTC = $00
        PAUSE 100
        GOTO MAIN

```

10. เขียนโปรแกรมข้างล่างลงในคอมพิวเตอร้ (ฮาร์ดฟลลเต้ป) แล้วบันทึกเป็นชื่อ STEPPER3.pbp

```

@ DEVICE PIC16F877A,HS_OSC,LVP_OFF,BOD_OFF,WDT_OFF
DEFINE OSC 20
TRISB = $FF
TRISC = $00
SW1 VAR PORTB.0
SW2 VAR PORTB.1
N VAR BYTE
M VAR BYTE
PORTC = 0
ADCON1 = 7
MAIN: GOSUB CHK_SW
        GOTO MAIN
        END
CHK_SW:   IF (SW1 = 0) AND (SW2 = 1) THEN GOSUB FW
          IF (SW1 = 1) AND (SW2 = 0) THEN GOSUB RW
          IF (SW1 = 0) AND (SW2 = 0) THEN GOSUB STP
          RETURN
FW:   N = 1
L1:   LOOKUP N,[%1000,%1100,%0100,%0110,%0010,%0011,%0001,%1001],PORTC
        PAUSE 300
        N = N+1
        IF (FWD = 0) OR (RWD = 0) THEN GOTO MAIN
        IF N > 8 THEN
            GOTO FW

```

```
        ELSE
            GOTO L1
        RETURN
RW:     N = 1
L2:     LOOKUP N,[%1001,%0001,%0011,%0010,%0110,%0100,%1100,%1000],PORTC
        PAUSE 300
        N = N+1
        IF (FWD = 0) OR (RWD = 0) THEN GOTO MAIN
        IF N > 8 THEN
            GOTO RW
        ELSE
            GOTO L2
        RETURN
STP:    PORTC = $00
        PAUSE 100
        GOTO MAIN
```