คำชี้แจง ให้ผู้เรียนทุกคนทำการทดลองตามใบงานการทดลองที่ 8 เรื่องงานโปรแกรมควบคุมดีซีมอเตอร์ ตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีทักษะการปฏิบัติงานโปรแกรมควบคุมดีซีมอเตอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม (เพื่อให้ผู้เรียน.....)

1. สามารถใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมภาษา C เบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ บอร์ด Arduino UNO R3 เบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถประกอบและทดสอบวงจรควบคุมดีซีมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมดีซีมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด Arduino UNO R3 เบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง
6. มีกิจนิสัยในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม การทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.	โปรแกรม Arduino IDE 1.8.4 หรือสูงกว่า	1	โปรแกรม
2.	สาย USB สำหรับ Arduino Uno R3	1	เส้น
3.	ชุดทดลอง Arduino Uno R3 พร้อมสายต่อวงจร	1	ชุด
4.	เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา	1	เครื่อง
5.	แผงต่อวงจร	1	ตัว
6.	มัลติมิเตอร์	1	ตัว
7.	เครื่องมือประจำตัว	1	ชุด

ข้อห้ามและข้อควรระวัง

1. ไม่เล่นและหยอกล้อกันในเวลาปฏิบัติงาน
2. ควรระวังไม่วางบอร์ด Arduino Uno R3 หรือชีลต่างๆ บนโต๊ะโลหะหรือที่วางที่เป็นโลหะ เพราะอาจเกิดการลัดวงจรของภาคจ่ายไฟได้
3. ไม่ควรต่อสายต่อวงจรในบอร์ด Arduino Uno R3 ทิ้งไว้ ควรถอดสายต่อวงจรออกให้หมด เพราะผล การทดลองอาจเกิดการผิดพลาดไม่เป็นไปตามทฤษฎีได้
4. ไม่ควรถอดสายสายโหลด USB เข้าออกตลอดเวลา เพราะอาจทำให้ภาคจ่ายไฟของบอร์ด Arduino Uno R3 เสียหายได้
5. ควรระวังเครื่องมือและอุปกรณ์เสียหายจากการปฏิบัติงานไม่ถูกต้องตามขั้นตอนและไม่ปลอดภัย

PATTAYA TECH

ทฤษฎี

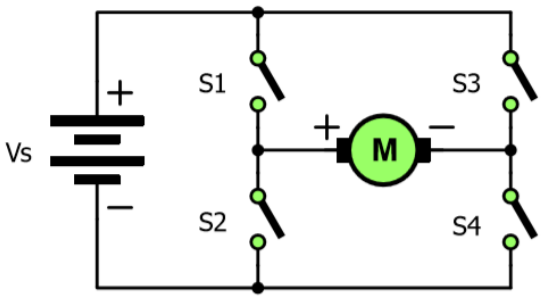
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) เป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกล เมื่อได้รับการป้อนพลังงานไฟฟ้าที่เป็นไฟฟ้ากระแสตรงจะทำให้แกนของมอเตอร์หมุนแต่เนื่องจากการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต้องการกระแสไฟฟ้าในปริมาณสูงกว่าความสามารถที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะจ่ายโดยตรงได้ จึงจำเป็นที่จะต้องมีวงจรขับมอเตอร์โดยเฉพาะเพื่อทำหน้าที่ขับมอเตอร์ให้ทำงานได้ตามต้องการ

รูปที่ 8.1 แสดงตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กแบบปกติ

รูปที่ 8.2 แสดงตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กแบบที่มีชุดเฟืองทดรอบ

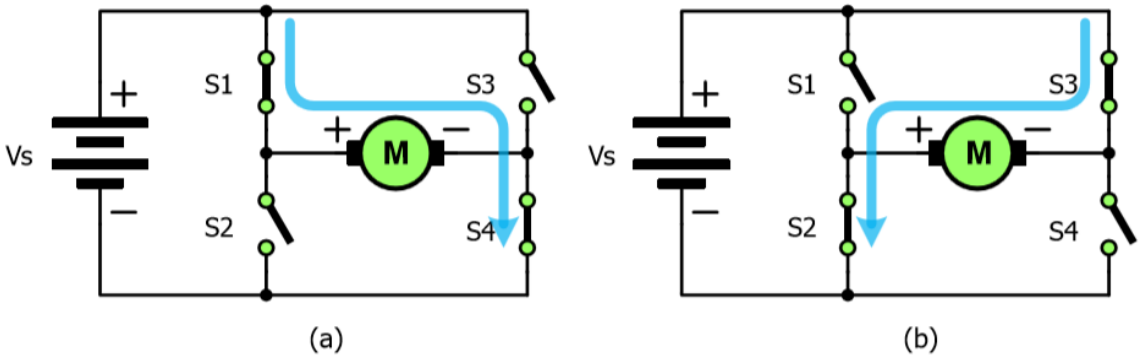
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กจะถูกนำมาใช้ในโครงงานที่มีกลไกการเคลื่อนไหวมีค่าแรงดันไฟฟ้าในการทำงานในช่วง 1.5 โวลต์ถึง 24 โวลต์

การควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นสามารถทำได้ง่ายเพียงป้อนไฟเข้าที่ขั้ว มอเตอร์เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนและเมื่อต้องการให้มอเตอร์หยุดหมุนก็เพียงหยุดการป้อนไฟฟ้าหรือ ถ้าหากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางก็สามารถทำได้โดยการสลับขั้วไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์เพียงเท่านี้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงก็จะสามารถหมุนกลับทิศทางได้ในทันที สำหรับวงจรขับมอเตอร์ที่สามารถควบคุมทิศทางการหมุนได้ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ถูกจัดวางที่มีลักษณะคล้ายตัว H ในภาษาอังกฤษจึงเรียกวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในลักษณะนี้ว่าวงจรขับแบบ H-Bridge ลักษณะของวงจรเป็นดังรูปที่ 8.3



รูปที่ 8.3 แสดงวงจรขับแบบ H-Bridge

จากรูปที่ 8.3 เป็นวงจรขับแบบ H-Bridge ที่ใช้สวิตช์ ในสภาวะแรกเริ่มที่สวิตช์ทุกตัวยังไม่ทำงานมอเตอร์จะไม่ได้รับกระแสไฟฟ้าทำให้มอเตอร์ไม่หมุน เมื่อทำการควบคุมให้สวิตช์ทำงานโดยให้ S1 และ S4 ทำงาน มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา (CW: Clock wise) หากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางโดยให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา (CCW: Counter clock wise) ก็เพียงสลับการทำงานของ สวิตช์โดยให้ S1, S4 ไม่ทำงานและให้สวิตช์ S2, S3 ทำงานแทน การควบคุมดังกล่าวจะมีลักษณะดังรูปที่ 8.4

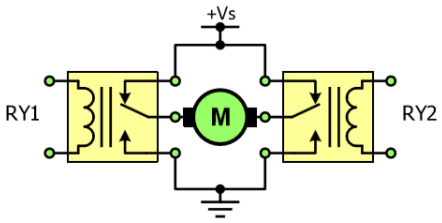


รูปที่ 8.4 แสดงการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ด้วยวงจรขบัแบบ H-Bridge

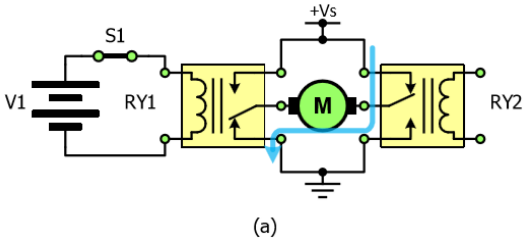
ตารางที่ 8.1 แสดงการควบคุมมอเตอร์ด้วยวงจรขบัแบบ H-Bridge แบบใช้สวิตช์

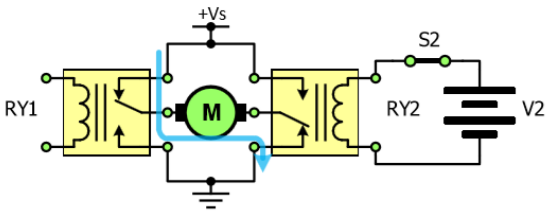
สถานะของสวิตช์				สถานะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
S1	S2	S3	S4	
OFF	OFF	OFF	OFF	ไม่หมุน
ON	OFF	OFF	ON	หมุนตามเขม็นาฬิกา (CW)
OFF	ON	ON	OFF	หมุนทวนเขม็นาฬิกา (CCW)

วงจรขับมอเตอร์ที่เป็นลักษณะ H-Bridge สามารถเปลี่ยนจากการใช้สวิตช์มาเป็นรีเลย์โดยใช้รีเลย์ที่เป็นชนิด SPDT (Single pole double throw) ดังรูปที่ 8.5 และการควบคุมทิศทางการหมุนเป็น ดังรูป 8.6



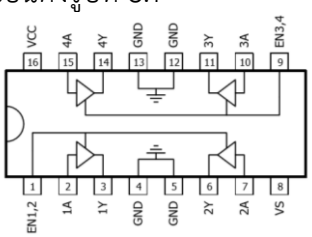
รูปที่ 8.5 แสดงวงจรขับมอเตอร์แบบ H-Bridge ที่ใช้รีเลย์





รูปที่ 8.6 แสดงการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ด้วยวงจรขับแบบ H-Bridge ที่ใช้รีเลย์

การใช้งานจริงมีไอซีที่ถูกออกแบบมาเพื่อการนี้โดยเฉพาะมีคุณสมบัติเป็นวงจรขับแบบ H-Bridge ในกรณีที่ใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กที่ใช้กระแสไม่เกิน 600 มิลลิแอมป์จะใช้ไอซีเบอร์ L293D แต่หากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงใช้กระแสสูงเกินค่าดังกล่าวแต่ไม่เกิน 4 แอมป์จะต้องใช้ไอซีเบอร์ L298 ในใบงานนี้ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ L293D ในการทดลองโดยโครงสร้างของไอซีเป็นดังรูปที่ 8.7



รูปที่ 8.7 แสดงโครงสร้างไอซีขับมอเตอร์กระแสตรงขนาดเล็กเบอร์ L293D

ฟังก์ชั่น Arduino ที่ใช้งานในใบงานการทดลอง

1. **ฟังก์ชั่นกำหนดโหมดการทำงานให้กับขาพอร์ต** โดยสามารถกำหนดได้ทั้งขาดิจิทัลโดยใส่เพียงตัวเลขของขา (0, 1, 2,...13) และขาแอนาลอกที่ต้องการให้ทำงานในโหมดดิจิทัลแต่ การใส่ขาต้องใส่ A นำ หน้าซึ่งใช้ได้เฉพาะ A0, A1,...A5 ส่วนขา A6 และ A7 ไม่สามารถใช้งานในโหมดดิจิทัลได้ รูปแบบของฟังก์ชั่นเป็นดังนี้

pinMode(pin,mode);

pin : หมายเลขขาที่ต้องการเซตโหมด,mode : INPUT, OUTPUT, INPUT_PULLUP

2. **ฟังก์ชั่นส่งค่าลอจิกดิจิทัลไปยังขาพอร์ต** ค่า HIGH เป็นการส่งลอจิก 1 และค่า LOW เป็นการ ส่งลอจิก 0 ออกไปยังขาพอร์ต ฟังก์ชั่นนี้จะทำงานได้ต้องมีการใช้ฟังก์ชั่น pinMode ก่อน รูปแบบของฟังก์ชั่นเป็นดังนี้

digitalWrite(pin,value);

pin : หมายเลขขาที่ต้องการเขียนลอจิกออกพอร์ต ,value : HIGH หรือ LOW

3. **ฟังก์ชั่นหน่วงเวลาหรือฟังก์ชั่นหยุดค้าง** การใช้งานสามารถกำหนดตัวเลขของเวลาที่ต้องการหยุดค้าง ตัวเลขที่ใส่เป็นตัวเลขของเวลาหน่วยเป็นมิลลิวินาที ตัวเลขของเวลาที่ใส่ ได้สูงสุดคือ 4,294,967,295 ซึ่งเป็นขนาดของตัวแปร unsigned long รูปแบบของฟังก์ชั่นเป็นดังนี้

Delay(ms); ms : ตัวเลขที่หยุดค้างของเวลาหน่วยมิลลิวินาที (unsigned long)

4. **ฟังก์ชั่นกำหนดความเร็วในการสื่อสารทางพอร์ตอนุกรม** รูปแบบของฟังก์ชั่นเป็นดังนี้

Serial.begin(speed); speed: ตัวเลขของอัตราเร็วในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

5. **ฟังก์ชั่นส่งข้อมูลออกพอร์ต** เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรมหรือพิมพ์ข้อมูลออกทางพอร์ตเพื่อแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์เมื่อพิมพ์เสร็จตัวเคอร์เซอร์จะรออยู่ที่ท้ายสิ่งที่พิมพ์นั้น ๆ รูปแบบของฟังก์ชั่นเป็นดังนี้

Serial.print(val); Serial.print(val, format);

6. **ฟังก์ชั่นส่งข้อมูลออกพอร์ต** คล้ายกับฟังก์ชั่น Serial.print ต่างกันตรงที่เมื่อพิมพ์เสร็จตัวเคอร์เซอร์จะขึ้นมารอยังบรรทัดใหม่ ดังนั้นเมื่อสั่งพิมพ์ครั้งถัดไปข้อมูลที่ปรากฏจะอยู่ที่บรรทัดใหม่แทนที่จะต่อท้ายเหมือนกับฟังก์ชั่น Serial.print รูปแบบของฟังก์ชั่นเป็นดังนี้

Serial.println(val); Serial.println(val, format);

7. **ฟังก์ชั่นอ่านสัญญาณแอนาลอก** เป็นฟังก์ชั่นที่อ่านสัญญาณแอนาลอกที่ปรากฏอยู่ที่ขาพอร์ต แอนาลอกที่ต้องการอ่านนั้น ๆ ค่าที่อ่านได้จะอยู่ในช่วง 0-1023 สำหรับแรงดันของสัญญาณแอนาลอกที่ 0-5V ดังนั้น ต้องใช้ตัวแปรที่เป็น int สำหรับเก็บค่าที่อ่านได้ รูปแบบของฟังก์ชั่นเป็นดังนี้

analogRead(pin); pin: ขาพอร์ตแอนาลอกที่ต้องการอ่านค่าสัญญาณแอนาลอก

8. **ฟังก์ชั่นให้ขาพอร์ตส่งสัญญาณ PWM** เป็นฟังก์ชั่นที่ให้ขาพอร์ตดิจิทัลขา 3, 5, 6, 9, 10 และ 11 (ซึ่งเป็นขาที่ส่งสัญญาณ PWM ได้) ส่งสัญญาณ PWM ออกตามค่าดิวตี้ไซเคิลที่กำหนดด้วยความถี่ 490 Hz

analogWrite(pin, value)

pin : ขาพอร์ตดิจิทัลที่ต้องการส่งสัญญาณ PWM

value : ค่าดิวตี้ไซเคิลที่อยู่ระหว่าง 0 ถึง 255

9. **ฟังก์ชั่นแปลงช่วงตัวเลข** เป็นฟังก์ชั่นทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงค่าที่ได้รับจากตัวแปรจากช่วงตัวเลขระหว่างค่าหนึ่งถึงอีกค่าหนึ่งไปสู่ช่วงตัวเลขใหม่ที่ต้องการ

map(value, fromLow, fromHigh, toLow, toHigh)

value : ตัวแปรที่ต้องการอ่านค่านำมาเปลี่ยนช่วงตัวเลข

fromLow : ตัวเลขสเกลล่างสุดของค่าจากตัวแปร

fromHigh : ตัวเลขสเกลสูงสุดของค่าจากตัวแปร

toLow : ตัวเลขสเกลล่างสุดของค่าที่ต้องการเปลี่ยนไป

toHigh : ตัวเลขสเกลสูงสุดของค่าที่ต้องการเปลี่ยนไป

[ที่มา:ครูประภาส สุวรรณเพชร,**เอกสารประกอบการอบรม เรียนรู้และลองเล่น Arduino เบื้องต้น (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1)** ,หน้าที่ 172-176.]

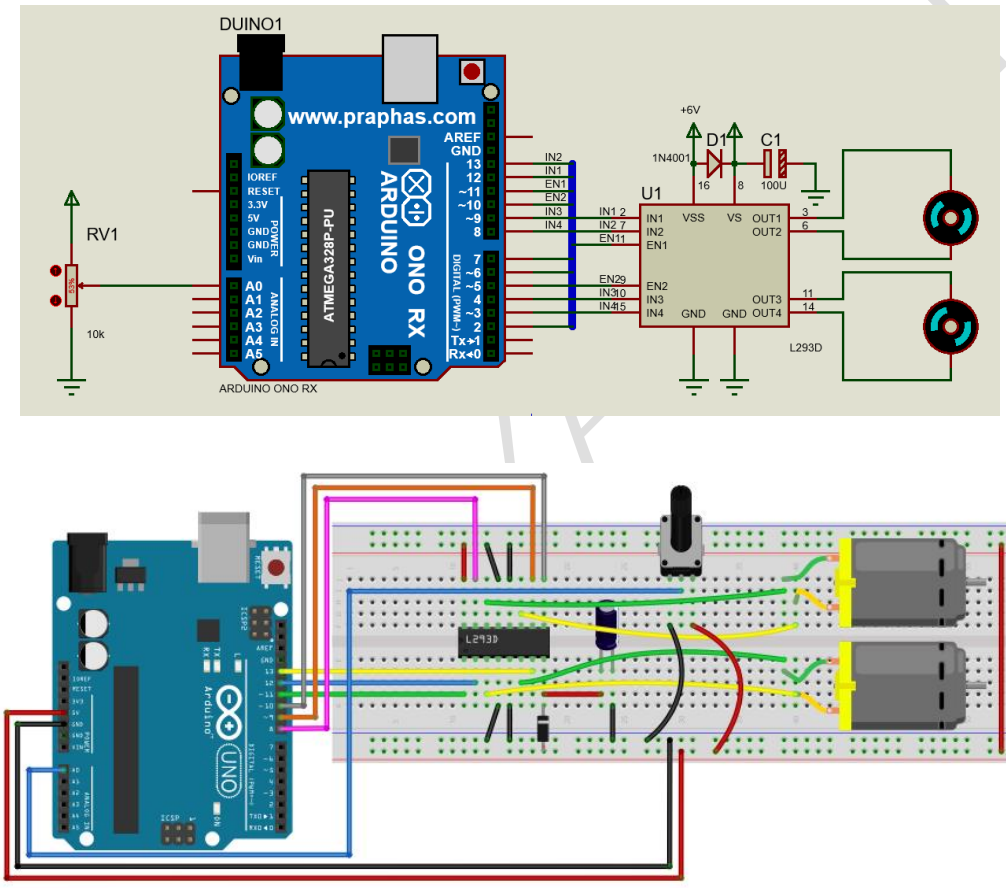
PATTAYA TECH

ลำดับขั้นการทดลอง

ตอนที่ 1 โปรแกรมควบคุมการทำงานของดีซีมอเตอร์ด้วยไอซี L293D

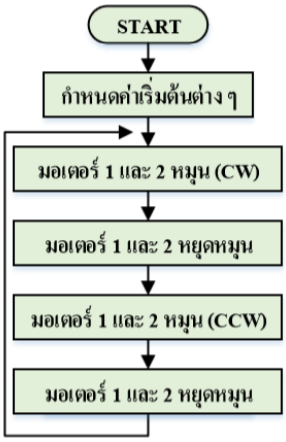
แนวคิดการเรียนรู้ คือ เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของดีซีมอเตอร์โดยควบคุมทิศทางการหมุนให้มีทั้งหมุนตามเข็มนาฬิกา (CW) ทวนเข็มนาฬิกา (CCW) และหยุดหมุน การกลับทิศทางการหมุนจะต้องมีการสั่งให้หยุดหมุนก่อนช่วงเวลาหนึ่งเพื่อไม่ให้เกิดกระแสสูงกว่าปกติที่เกิดจากการต้านทิศทางการหมุน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ประกอบวงจรควบคุมการทำงานของดีซีมอเตอร์โดยใช้บอรด Arduino UNO R3 ดังรูปที่ 8.8



รูปที่ 8.8 แสดงการต่อวงจรควบคุมการทำงานของดีซีมอเตอร์ด้วยไอซี L293D

2. เปิดโปรแกรม Arduino IDE จากนั้นพิมพ์โค้ดโปรแกรมควบคุมการทำงานของดีซีมอเตอร์ด้วยไอซี L293D ตามรูปที่ 8.9 ดังต่อไปนี้



(ก) ผังงาน

Lab8-1

```
#define EN1 11
#define EN2 10
#define IN1 12
#define IN2 13
#define IN3 9
#define IN4 8
void AllStop(void);
void setup()
{
  pinMode(EN1,OUTPUT);pinMode(EN2,OUTPUT);
  pinMode(IN1,OUTPUT);pinMode(IN2,OUTPUT);
  pinMode(IN3,OUTPUT);pinMode(IN4,OUTPUT);
  digitalWrite(EN1,HIGH);digitalWrite(EN2,HIGH);
  AllStop();
}
void loop()
{
  digitalWrite(IN1,LOW);digitalWrite(IN2,HIGH);delay(3000);
  digitalWrite(IN3,LOW);digitalWrite(IN4,HIGH);delay(2000);
  AllStop();
  digitalWrite(IN1,HIGH);digitalWrite(IN2,LOW);delay(3000);
  digitalWrite(IN3,HIGH);digitalWrite(IN4,LOW);delay(2000);
  AllStop();
}
void AllStop(void)
{
  digitalWrite(IN1,LOW);digitalWrite(IN2,LOW);
  digitalWrite(IN3,LOW);digitalWrite(IN4,LOW);
  delay(250);
}
```

(ข) โค้ดโปรแกรม

รูปที่ 8.9 แสดงโปรแกรมควบคุมการทำงานของดีซีมอเตอร์ด้วยไอซี L293D

3. บันทึกไฟล์โค้ด ชื่อ Lab8-1
4. ทำการ Compile โค้ด Lab8-1
5. เชื่อมต่อสาย USB กับ บอร์ด Arduino Uno R3

6. Upload โปรแกรม Lab8-1 ลงบอรด Arduino UNO R3
7. สังเกตวงจรการทำงานและบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. คำถามท้ายการทดลองตอนที่ 1 จากโค้ดโปรแกรม Lab8-1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

8.1. บรรทัดที่ 1-2 ทำหน้าที่.....

.....

8.2. บรรทัดที่ 3-6 ทำหน้าที่.....

.....

8.3. บรรทัดที่ 10-12 ทำหน้าที่.....

.....

8.4. บรรทัดที่ 16-24 ทำหน้าที่.....

.....

.....

.....

8.5. บรรทัดที่ 25-30 ทำหน้าที่.....

.....

.....

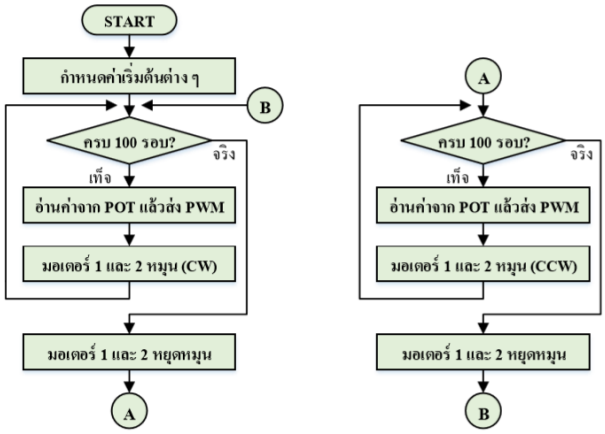
.....

ตอนที่ 2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของดีซีมอเตอร์ด้วยไอซี L293D ควบคุมความเร็วด้วยโพเทนธิโอมิเตอร์

แนวคิดการเรียนรู้ คือ เขียนโปรแกรมควบคุมการหมุนของมอเตอร์ที่มีการหมุนทั้งทิศทางตามเข็มและทวนเข็ม นาฬิกาโดยสามารถปรับความเร็วของการหมุนด้วย PWM ได้โดยใช้โพเทนธิโอมิเตอร์ต่อเข้าพอร์ตรับสัญญาณแอนาลอกเป็นตัวปรับความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

9. พิมพ์โค้ดโปรแกรมโปรแกรมควบคุมการทำงานของดีซีมอเตอร์ด้วยไอซี L293D ควบคุมความเร็วด้วยโพเทนธิโอมิเตอร์ ตามรูปที่ 8.10 ดังต่อไปนี้

PATTAYATECH



(ก) ผังงาน

Lab8-2 §

```
int EN1=11,EN2=10,IN1=12,IN2=13,IN3=9,IN4=8;
#define POT A0
void AllStop(void);
void setup()
{
  pinMode(EN1,OUTPUT);pinMode(EN2,OUTPUT);
  pinMode(IN1,OUTPUT);pinMode(IN2,OUTPUT);
  pinMode(IN3,OUTPUT);pinMode(IN4,OUTPUT);
  AllStop();
}
void loop()
{
  int PWM;
  for(int i=0;i<100;i++)
  {
    PWM=analogRead(POT);
    PWM=map(PWM,0,1023,50,255);
    analogWrite(EN1,PWM);analogWrite(EN2,PWM);
    digitalWrite(IN1,LOW);digitalWrite(IN2,HIGH);delay(30);
    digitalWrite(IN3,LOW);digitalWrite(IN4,HIGH);delay(20);
  }
  AllStop();
  for(int i=0;i<100;i++)
  {
    PWM=analogRead(POT);
    PWM=map(PWM,0,1023,50,255);
    analogWrite(EN1,PWM);analogWrite(EN2,PWM);
    digitalWrite(IN1,HIGH);digitalWrite(IN2,LOW);delay(30);
    digitalWrite(IN3,HIGH);digitalWrite(IN4,LOW);delay(20);
  }
  AllStop();
}
void AllStop(void)
{
  digitalWrite(IN1,LOW);digitalWrite(IN2,LOW);
  digitalWrite(IN3,LOW);digitalWrite(IN4,LOW);
  delay(250);
}
```

(ข) โค้ดโปรแกรม

รูปที่ 8.10 แสดงการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของดีซีมอเตอร์ด้วยไอซี L293D

10. บันทึกไฟล์โค้ด ชื่อ Lab8-2
11. ทำการ Compile โค้ด Lab8-2
12. เชื่อมต่อสาย USB กับ บอร์ด Arduino Uno R3
13. Upload โปรแกรม Lab8-2 ลงบอรด Arduino UNO R3
14. สังเกตวงจรการทำงานและบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

15. คำถามท้ายการทดลองตอนที่ 2 จากโค้ดโปรแกรม Lab8-2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

15.1. บรรทัดที่ 1 ทำหน้าที่.....

15.2. บรรทัดที่ 4-10 ทำหน้าที่.....

15.3. บรรทัดที่ 14-21 ทำหน้าที่.....

15.4. บรรทัดที่ 23-30 ทำหน้าที่.....

.....

15.5. บรรทัดที่ 33-38 ทำหน้าที่.....

.....

ตอนที่ 3 งานที่มอบหมาย

เขียนโปรแกรมควบคุมการหมุนโดยให้สามารถปรับความเร็วของการหมุนของมอเตอร์ในแต่ละตัวได้อย่างอิสระด้วยโพเทนธิโอมิเตอร์ 2 ตัว โดยโพเทนธิโอมิเตอร์ตัวที่ 1 ให้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ตัวที่ 1 และโพเทนธิโอมิเตอร์ตัวที่ 2 ให้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ตัวที่ 2 วงจรที่ใช้ทดลองให้ใช้วงจรที่ 8.7 โดยเพิ่มโพเทนธิโอมิเตอร์ตัวที่ 2 เข้าขา A1 โดยมีเงื่อนไขดังนี้ดังนี้

16. จงเขียนผังงานจากงานที่มอบหมาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

17. พิมพ์โค้ดโปรแกรมตามผังงานในข้อที่ 16
18. บันทึกไฟล์โค้ด ชื่อ Lab8-3
19. ทำการ Compile โค้ด Lab8-3
20. เชื่อมต่อสาย USB กับ บอร์ด Arduino Uno R3

PATTAYA TECH

21. Upload โปรแกรม Lab8-3 ลงบอรด Arduino UNO R3
22. สังเกตวงจรการทำงานและบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

23. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PATTAYATECH