หน่วยที่ 10

Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

สาระการเรียนรู้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
2. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วย Arduino
3. การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงด้วย Arduino
4. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยไอซี L293D

จุดประสงค์การเรียนรู้

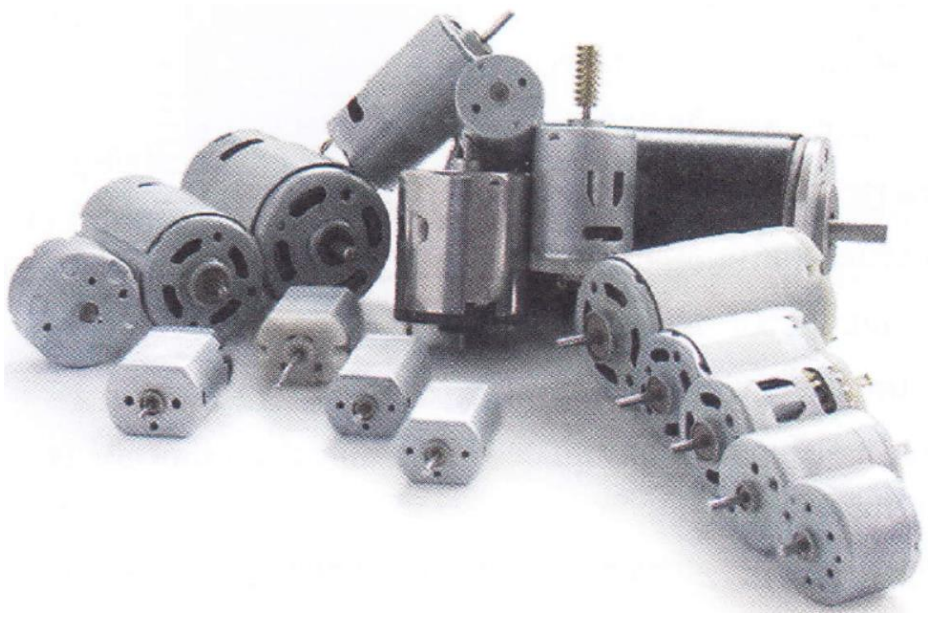
1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการต่อใช้งาน Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
2. เพื่อให้มีทักษะในการเขียนโปรแกรม Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
3. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการใช้วัสดุ อุปกรณ์บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายการต่อใช้งาน Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
2. สามารถเขียนโปรแกรม Arduino ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
3. เตรียมความพร้อมด้านวัสดุ อุปกรณ์สอดคล้องกับงานได้อย่างถูกต้อง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือ ดี.ซี.มอเตอร์ (D.C. Motor) เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนจาก พลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โดยปกติมีขั้วต่อไฟฟ้าอยู่สองขั้ว คือ ขั้วบวกและขั้วลบ เมื่อต่อขั้ว ไฟฟ้าทั้งสองเข้าแบตเตอรี่โดยตรงมอเตอร์จะหมุนไปทางหนึ่ง แต่ถ้าสลับขั้วต่อไฟฟ้ากับแบตเตอรี่ มอเตอร์จะหมุนในทิศทางตรงกันข้าม โดยทั่วไปมักพบเห็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้แก่ หุ่นยนต์, เครื่องเล่น DVD, รถบังคับวิทยุ, รถจักรยานไฟฟ้า เป็นต้น ในบท นี้เป็นการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มาควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แต่พอร์ตของ Arduino สามารถจ่ายกระแสได้ไม่เกิน 40 มิลลิแอมป์ (mA.) ดังนั้นกรณีที่ต้องการควบคุมมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงจึงไม่สามารถทำได้ ซึ่งการควบคุมต้องนำพอร์ตของ Arduino ต่อร่วมกับ อุปกรณ์ขับกระแสสูง ๆ แทน เช่น ทรานซิสเตอร์ เฟต ไอซีขับมอเตอร์

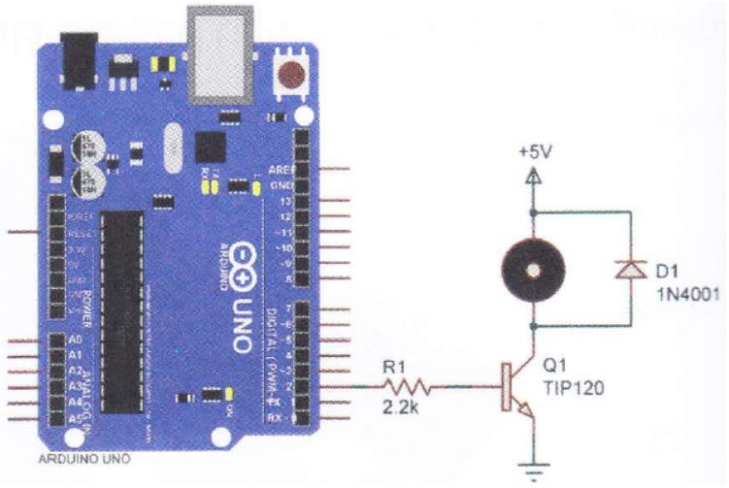


รูปที่ 10.1 ตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (92: http://www.commex.eu/ru/micromotors.html)

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วย Arduino

พอร์ตดิจิตอลของ Arduino สามารถจ่ายกระแสได้ 40 มิลลิแอมป์ (mA.) ที่แรงดัน 5 โวลต์ (V.) เท่านั้น ซึ่งมอเตอร์ส่วนใหญ่ต้องการกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้ามากกว่าที่พอร์ตของ Arduino ดังนั้นการทำงานจึงต้องใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์แบบดิจิตอลเพื่อช่วยให้ Arduino สามารถ ควบคุมโหลดที่มีความต้องการแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้นได้ จากรูปที่ 10.2 เป็นวงจรควบคุมมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรงด้วย Arduino โดยใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP120 ซึ่งสามารถรับค่าแรงดันได้ถึง 60 โวลต์ (V.) และจ่ายกระแสสูงสุดได้ 5 แอมป์ (A.)

จากวงจรรูปที่ 10.2 ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์ให้หมุน และหยุดหมุนหรือ ON – OFF จากวงจรใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN เบอร์ TIP120 โดยขาเบส (B) ของทรานซิสเตอร์นำมาต่อที่พอร์ตดิจิตอล ขา 2 ขาคอลเลกเตอร์ (C) ต่อกับมอเตอร์ และ ขาอีมิตเตอร์ (E) ต่อลงกราวนด์ เมื่อพอร์ตดิจิตอลขา 2 ของ Arduino ส่งลอจิก “1” มา ที่ขาเบส (B) ของทรานซิสเตอร์ ทำให้ ทรานซิสเตอร์นำกระแสส่งผลให้มอเตอร์หมุน แต่ถ้า Arduino ส่งลอจิก “0” มาที่ขาเบส (B) ของทรานซิสเตอร์ทำให้ทรานซิสเตอร์ วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วย Arduino ทันที



รูปที่ 10.2 หยุดนำกระแสและส่งผลให้มอเตอร์หยุดหมุน

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสแกนคีย์ (Scan key)

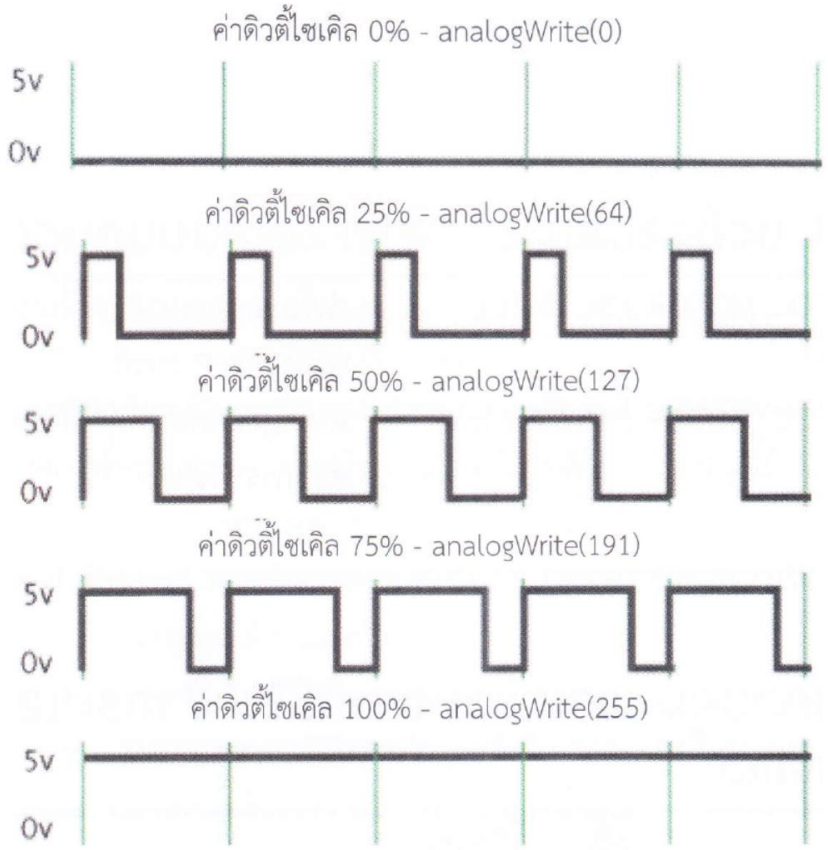
```
#define DC MOTOR PIN 2                    // กำหนดตัวแปร DC MOTOR PIN ต่อที่พอร์ตดิจิตอลขา 2
void setup() {
        pinMode( DC MOTOR PIN, OUTPUT);  // เซตพอร์ตดิจิตอลขา 2 ให้เป็นพอร์ตเอาต์พุต
}

void loop() {
        digitalWrite( DC MOTOR_PIN, HIGH);   // ส่งข้อมูลออกเอาต์พุตเป็นลอจิก “1”
        delay( 2000);                        // หน่วงเวลา 2 วินาที
        digitalWrite( DC MOTOR PIN, LOW);    // ส่งข้อมูลออกเอาต์พุตเป็นลอจิก “0”
        while( 1 );                          // หยุดการทำงาน
}
```

การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วย Arduino

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 ในพอร์ตดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต มี PWM output จำนวน 6 พอร์ต ได้แก่ พอร์ต 3, 5, 6, 9, 10 และ 11 จากวงจรรูปที่ 10.3 เป็นรูปแบบ สัญญาณพัลส์วิดธ์มอดูเลชัน โดยใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อนำมาควบคุมความเร็วมอเตอร์ ส่วนวงจรรูปที่ 10.4 ต่อสวิตช์ SW1 กับพอร์ตดิจิตอลที่ขา 4 และต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ที่พอร์ตดิจิตอลขา 3 ในการ เขียนโปรแกรมควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีคำสั่งเพื่อใช้ในการควบคุมความเร็ว ดังนี้

คำสั่ง analogWrite);

เป็นคำสั่งสำหรับเขียนค่าอนาล็อก (PWM wave) ในพอร์ตเอาต์พุตที่ต้องการ สามารถนำไปใช้ ในการควบคุมความสว่างของหลอดแอลอีดี (LED) หรือควบคุมความเร็วมอเตอร์ คำสั่ง analogWrite() นี้เป็นการสร้างลูกคลื่นรูปสี่เหลี่ยมอย่างต่อเนื่องซึ่งมีรอบการทำงานตามที่กำหนดไว้ สัญญาณ ทัสส์วิตมอดูเลชัน (Pulse Width Modulation : PWM) เพื่อใช้ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์ มีลักษณะของสัญญาณเป็นตามรูปที่ 10.3 ซึ่งถ้ากำหนดค่าอนาล็อกเท่ากับ 0 มอเตอร์จะไม่หมุน ถ้ากำหนดค่าอนาล็อกเท่ากับ 127 มอเตอร์จะหมุนด้วยความเร็วครึ่งหนึ่งของความเร็วมอเตอร์ และ ถ้ากำหนดค่าอนาล็อกเท่ากับ 255 มอเตอร์จะหมุนด้วยความเร็วสูงสุด



รูปที่ 10.3 รูปแบบสัญญาณพัลส์วิดธ์มอดูเลชัน

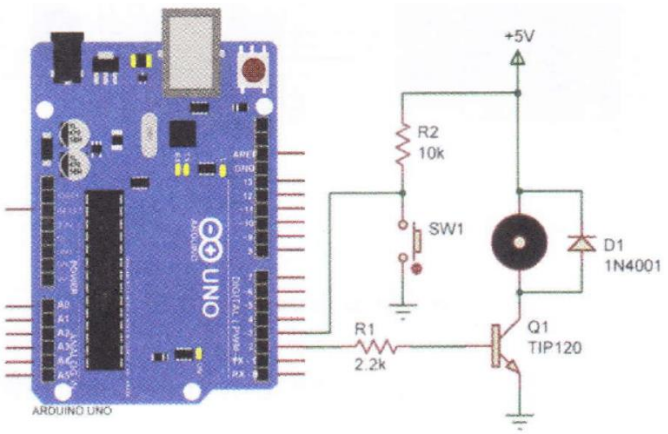
รูปแบบคำสั่ง

analogWrite(ตำแหน่งพอร์ต, ค่า PWM มีค่าตั้งแต่ 0 - 255)

ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการเขียนค่าอนาล็อกที่พอร์ตดิจิตอลขา 2 ของบอร์ด Arduino ต้องใช้ คำสั่ง analogWrite(2, 127);

ตัวอย่างโปรแกรม

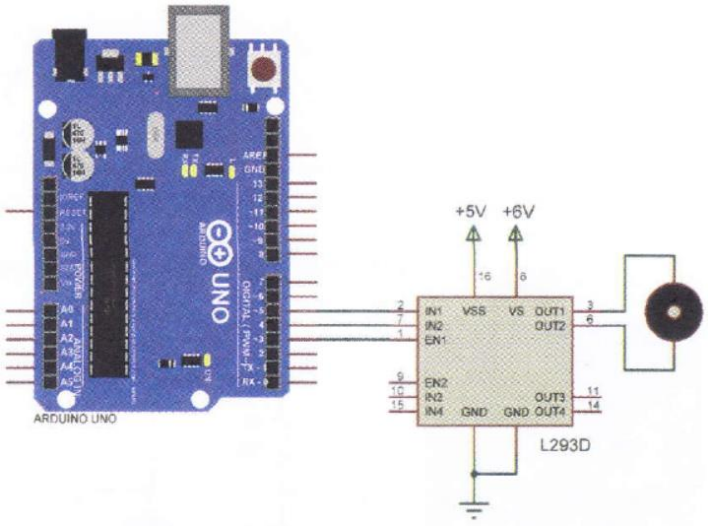
```
int pushButton = 3;                    // กำหนดตัวแปร pushButton ต่อที่พอร์ตดิจิตอลขา 3
int motorControl = 2;                  // กำหนดตัวแปร motorControl ต่อที่พอร์ตดิจิตอลขา 2
void setup() {
        pinMode(pushButton, INPUT);    // เซตพอร์ตดิจิตอลขา 3 ให้เป็นพอร์ตอินพุต
        pinMode(motorControl, OUTPUT); // เซตพอร์ตดิจิตอลขา 2 ให้เป็นพอร์ตเอาต์พุต
}

void loop() {
        if(digitalRead(push Button) == LOW) {      // รอการกดสวิตซ์ pushButton
                for(int x = 0; x <= 255; x++) {    // กำหนดตัวแปร x มีค่า 0-255 เพิ่มค่า x ครั้งละ 1
                        analogWrite(motorControl, x); // มอเตอร์หมุนจากช้าไปเร็ว
                        delay(50);                 // หน่วงเวลา 0.05 วินาที
                        }
                for(int x = 255; x>= 0; x--) {     // กำหนดตัวแปร x มีค่า 0-255 ลดค่า x ครั้งละ 1
                        analogWrite(motorControl, x); // มอเตอร์หมุนจากเร็วมาช้า
                        delay(50);                 // หน่วงเวลา 0.05 วินาที
                        }
                }
        delay(1);                                  // หน่วงเวลา 0.001 วินาที
}
```



รูปที่ 10.4 วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงด้วย Arduino

การต่อใช้งาน Arduino กับไอซี L293D ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ไอซี L293D เป็นไอซีขับมอเตอร์ได้ทั้งหมด 2 ตัว โดยมอเตอร์ต้องกินกระแสไม่เกิน 600 มิลลิ แอมป์ (mA.) มีขาสำหรับต่อใช้งานทั้งหมด 16 ขา สามารถควบคุมมอเตอร์ให้หมุนไป-กลับได้ และมี ขาอีนาเบิล (EN) ใช้สำหรับการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ จากวงจรรูปที่ 10.5 เป็นวงจรการต่อ ใช้งาน Arduino กับไอซีควบคุมมอเตอร์เบอร์ L293D ที่พอร์ตดิจิตอลขา 4 และ 5 ต่อที่ขาอินพุตขา | IN1 และ IN2 ใช้สำหรับควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ส่วนพอร์ตดิจิตอลขา 3 ต่อเข้าที่ขา EN1 ใช้สำหรับการปรับความเร็วของมอเตอร์ ขา 16 ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์ร่วมกับไฟเลี้ยง Arduino ขา 8 ต่อไฟเลี้ยงของมอเตอร์ เช่น มอเตอร์ใช้แรงดันไฟฟ้า +6 โวลต์ VS นำไปต่อแรงดันไฟฟ้า +6 โวลต์ ขา 4, 5, 12, 13 ต่อลงกราวนด์ และขา OUT1, OUT2 ต่อกับมอเตอร์



รูปที่ 10.5 การต่อใช้งาน Arduino กับไอซี L293D

```
int speedPin = 3;                    // กำหนดตัวแปร speedPin ต่อที่พอร์ตดิจิตอลขา 3
int motor1APin = 4;                  // กำหนดตัวแปร motor1APin ต่อที่พอร์ตดิจิตอลขา 4
int motor2APin = 5;                  // กำหนดตัวแปร motor2APin ต่อที่พอร์ตดิจิตอลขา 5
int speed_value_motor1;              // กำหนดตัวแปร speed value motor1

void setup() {
        pinMode(speedPin, OUTPUT);       // เซตพอร์ตดิจิตอลขา 3 ให้เป็นพอร์ตเอาต์พุต
        pinMode(motor1APin, OUTPUT);     // เซตพอร์ตดิจิตอลขา 4 ให้เป็นพอร์ตเอาต์พุต
        pinMode(motor2APin, OUTPUT);     // เซตพอร์ตดิจิตอลขา 5 ให้เป็นพอร์ตเอาต์พุต
}
```

```
void loop() {
        digitalWrite(motor1APin, LOW);          // ส่งข้อมูลออกเอาต์พุตเป็นลอจิก "0"
        digitalWrite(motor2APin, HIGH);         // ส่งข้อมูลออกเอาต์พุตเป็นลอจิก "1"
        speed_value_motor1 = 125;               // กำหนดความเร็วของมอเตอร์มีค่าตั้งแต่ 0-255
        analogWrite(speedPin, speed_value_motor1);          // มอเตอร์หมุนตามความเร็วที่กำหนด
}
```

สรุป

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือ ดี.ซี.มอเตอร์ (D.C. Motor) เป็น เครื่องกลชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล มีขั้วต่อไฟฟ้าอยู่สองขั้วคือ ขั้วบวก และขั้วลบ เมื่อต่อขั้วไฟฟ้าทั้งสองเข้าแบตเตอรี่โดยตรงทำให้มอเตอร์หมุน การควบคุมการทำงานของ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำได้โดยการสลับขั้วแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ ส่วนการควบคุม ความเร็วสามารถทำได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์วิดธ์มอดูเลชัน (Pulse Width Modulation : PWM) เข้าวงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ใช้ คำสั่ง analogWrite () เพื่อปรับความเร็วมอเตอร์โดยส่งสัญญาณออกที่พอร์ตดิจิตอล