	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9	
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์		
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่	
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์	71	

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนทุกคนทำการทดลองตามใบงานการทดลองที่ 9 เรื่องงานโปรแกรมควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์ตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน

### จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีทักษะการปฏิบัติงานโปรแกรมควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์

### จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม (เพื่อให้ผู้เรียน.....)


1. สามารถใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมภาษา C เบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ บอร์ด Arduino UNO R3 เบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถประกอบและทดสอบวงจรควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด Arduino UNO R3 เบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง
6. มีทัศนคติในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม 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

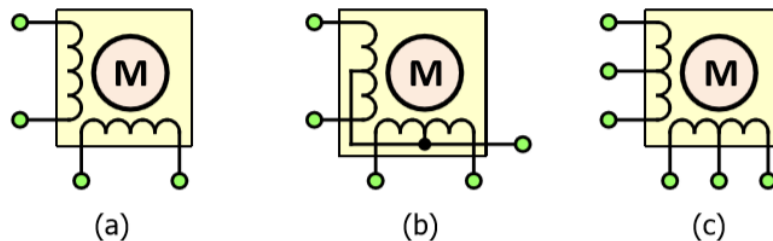
1. ไม่เล่นและหยอกล้อกันในเวลาปฏิบัติงาน
2. ควรระวังไม่วางบอร์ด Arduino Uno R3 หรือซีลต่างๆ บนโต๊ะโลหะหรือที่วางที่เป็นโลหะเพราะอาจเกิดการลัดวงจรของภาคจ่ายไฟได้
3. ไม่ควรต่อสายต่อวงจรในบอร์ด Arduino Uno R3 ทิ้งไว้ ควรถอดสายต่อวงจรออกให้หมด เพราะผล การทดลองอาจเกิดการผิดพลาดไม่เป็นไปตามทฤษฎีได้
4. ไม่ควรถอดสายสายไหลต USB เข้าออกตลอดเวลา เพราะอาจทำให้ภาคจ่ายไฟของบอร์ด Arduino Uno R3 เสียหายได้
5. ควรระวังเครื่องมือและอุปกรณ์เสียหายจากการปฏิบัติงานไม่ถูกต้องตามขั้นตอนและไม่ปลอดภัย

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์	
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์	72

## ทฤษฎี


สแต็ปเปอร์มอเตอร์หรือที่บางคนเรียกว่าสแต็ปป์มอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ทำงานโดยอาศัยพลังงานจากไฟฟ้ากระแสตรงเช่นเดียวกับมอเตอร์กระแสตรง แต่มีความแตกต่างจากมอเตอร์กระแสตรงที่เมื่อป้อนไฟให้กับสแต็ปเปอร์มอเตอร์จะขยับเพียงเล็กน้อยเพื่อเข้าสแต็ป ในขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทั่วไปจะหมุนรอบที่ยังมีพลังงานจ่ายให้แก่ตัวมัน ทั้งนี้เป็นเพราะโครงสร้างของสแต็ปเปอร์มอเตอร์นั่นเอง โดยสแต็ปเปอร์มอเตอร์มีด้วยกัน 2 แบบคือ

1. Bipolar เป็นสแต็ปเปอร์มอเตอร์ที่มีขดลวด 2 ขดมีสายไฟให้ต่อใช้งาน 4 เส้นดังรูปที่ 9.1 (a)
2. Unipolar เป็นสแต็ปเปอร์มอเตอร์ที่มีขดลวด 4 ขด (2 ขดแบบมีแท็ปกลาง) โดยมี 2 แบบ
  - 2.1 แบบมีสายไฟให้ต่อใช้งาน 5 เส้น ดังรูปที่ 9.1 (b)
  - 2.2 แบบมีสายไฟให้ต่อใช้งาน 6 เส้น ดังรูปที่ 9.1 (c)

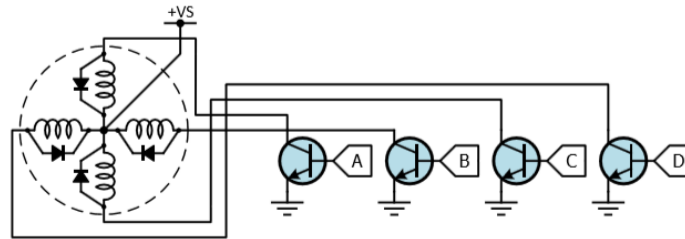


รูปที่ 9.1 แสดงโครงสร้างสแต็ปเปอร์ Bipolar และ Unipolar

ใบงานนี้เลือกใช้สแต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ Unipolar ซึ่งมีขดลวดอยู่ในจำนวน 4 ขด (ที่จริงเป็น 2 ขดที่มีจุดแท็ปกลาง) โดยจำนวนรอบของขดลวดทั้ง 4 ขดจะมีค่าความต้านทานเท่ากัน ดังนั้นก่อนใช้งานต้องทำการหาตำแหน่งสายที่ใช้งานว่าเป็นสายตำแหน่งใดของขดลวด ค่าความต้านทานของขดลวดของสแต็ปเปอร์มอเตอร์ที่มีสายต่อแบบ 5 เส้นเมื่อวัดค่าความต้านทานของสายทุกเส้นจะสามารถอ่านค่าได้ทุกเส้นนั้นหมายความว่าทุกเส้นเชื่อมต่อถึงกันและมีสายไฟเพียงเส้นเดียวเท่านั้นที่วัดค่าความต้านทานเทียบกับเส้นอื่น ๆ แล้วมีค่าความต้านทานที่วัดได้ในแต่ละเส้นเท่ากันทั้งหมด สายไฟเส้นนั้น เป็นสายร่วม นำสายร่วมต่อกับไฟบวก 5 โวลต์ นำสายไฟเส้นที่เหลือต่อลงกราวด์ครั้งละเส้นเรียงกัน โดยสลับกันไปมา จนกว่าสแต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนไปทางด้านเดียวกัน สำหรับสแต็ปเปอร์มอเตอร์ ที่มีสายต่อแบบ 6 เส้น เมื่อทำการวัดค่าความต้านทานจะมีเพียง 3 เส้น 2 ขดที่วัดแล้วอ่านค่าความต้านทานได้ และในแต่ละขุดจะมีเส้นเดียวที่มีสายร่วม โดยเมื่อวัดค่าความต้านทานของสายร่วมกับสายเส้นอื่น จะมีค่าความต้านทานเท่ากัน เมื่อนำมาใช้งานจะต้องนำสายร่วมทั้ง 2 เส้นของทั้ง 2 ขุดมาต่อร่วมกัน (แบบ 5 เส้นต่อไว้แล้วภายในตัวมอเตอร์) สำหรับวงจรขับต้องใช้วงจรขับที่ออกแบบมาสำหรับขับขดลวด

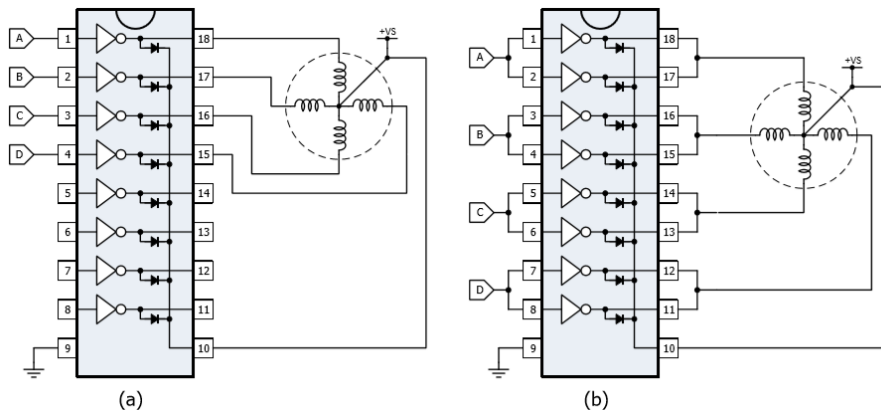
	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์	
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์	73

เช่นเดียวกับวงจรขั้วรีเลย์โดยวงจรต้องมีไดโอดต่อคร่อมขดลวดเพื่อใช้ขจัดแรงดันย้อนกลับ (Back EMF) ที่เกิดขึ้นเมื่อทรานซิสเตอร์หยุดนำกระแส วงจรเป็นดังรูปที่ 9.2




รูปที่ 9.2 แสดงวงจรขั้วสแต็ปเปอร์มอเตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์

ในทางปฏิบัติสามารถใช้ไอซีที่เป็นทรานซิสเตอร์อาร์เรย์อยู่ในแทนการใช้ทรานซิสเตอร์ได้ โดยไอซีนี้มีวงจรภายในเป็นวงจรทรานซิสเตอร์จำนวนหลายชุด ได้แก่เบอร์ ULN2003, ULN2803 ซึ่งเบอร์ ULN2003 มีวงจรทรานซิสเตอร์ภายใน 7 ชุด และเบอร์ ULN2803 มี 8 ชุดโดยในแต่ละชุดเป็นวงจรทรานซิสเตอร์ที่มีการจัดวงจรภายในเป็นแบบวงจรทรานซิสเตอร์ที่ต่อแบบดาร์ลิงตัน ซึ่งสามารถขับโหลดกระแสสูงโดยใช้กระแสเบสต่ำ (ลอจิกที่ป้อนเข้ามาทางอินพุท) จากลักษณะการทำงานของวงจรในแต่ละชุดจะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับวงจรนี้ที่แสดงในวงจรดิจิทัล สำหรับการขับสแต็ปเปอร์มอเตอร์จะใช้งานเพียง 4 ชุดเท่านั้นดังรูปที่ 9.3 (a) ในกรณีที่ต้องการขับสแต็ปเปอร์มอเตอร์ที่มีกำลังมากเป็นมอเตอร์ที่ต้องการกระแสสูง ซึ่งการขับกระแสสูงสามารถใช้ไอซีเบอร์ ULN2803 มีวงจรทรานซิสเตอร์ 8 ชุด โดยทำการขนานกัน 2 ชุดต่อการขับมอเตอร์ 1 ชุด ดังรูปที่ 9.3 (b) ภายในไอซีมีไดโอดป้องกันแรงดันย้อนกลับ (Back EMF) เตรียมไว้สำหรับโหลดที่เป็นขดลวด ดังนั้นเมื่อใช้งานจริงไม่ต้องต่อไดโอดเพิ่มภายนอก เพียงแต่ต้องต่อขาร่วมของไดโอดเข้ากับแหล่งจ่ายที่เชื่อมเข้าที่จุดร่วมของขดลวด



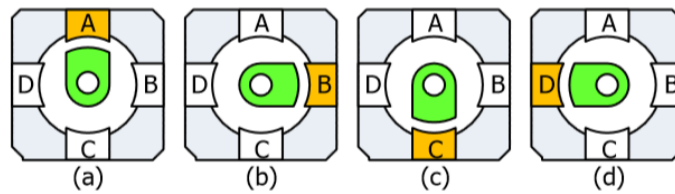
รูปที่ 9.3 แสดงวงจรขั้วสแต็ปเปอร์มอเตอร์แบบใช้ไอซี ULN2803

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์	
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์	74

### การขับสแต็ปเปอร์มอเตอร์

การขับสแต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นการขับให้มอเตอร์ขยับไปตามจำนวนสแต็ปที่ต้องการซึ่งคุณสมบัติในการขยับในแต่ละสแต็ปของมอเตอร์มีหลายขนาดให้เลือกใช้งานเช่น 1.8 องศาต่อสแต็ป และ 7.5 องศาต่อสแต็ป การควบคุมการหมุนของมอเตอร์สามารถควบคุมการทำงานได้ 3 แบบ คือ

1. แบบเต็มสแต็ป 1 เฟส (Full step 1 phase) เป็นการขับครั้งละ 1 เฟสเรียงกันไป ทำให้มอเตอร์ หมุนไปครั้งละ 1 สแต็ป ถ้ามอเตอร์มีคุณสมบัติ 1.8 องศาต่อสแต็ปก็จะหมุนไปครั้งละ 1.8 องศา โดยมีขั้นตอนขับเฟสดังรูปที่ 9.4

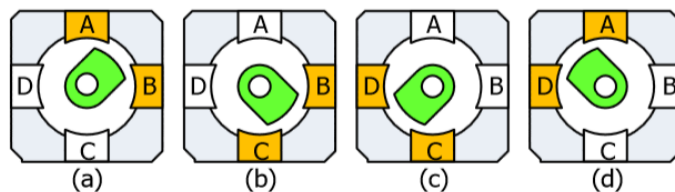


รูปที่ 9.4 แสดงการเคลื่อนที่เมื่อขับมอเตอร์แบบเต็มสแต็ป 1 เฟส


ตารางที่ 9.1 รูปแบบการกระตุ้นขดลวดของมอเตอร์แบบเต็มสแต็ป 1 เฟส

สแต็ปที่	ขดลวด A	ขดลวด B	ขดลวด C	ขดลวด D	รูปที่ 9.4
1	ON	OFF	OFF	OFF	(a)
2	OFF	ON	OFF	OFF	(b)
3	OFF	OFF	ON	OFF	(c)
4	OFF	OFF	OFF	ON	(d)

2. แบบเต็มสแต็ป 2 เฟส (Full step 2 phase) เป็นการขับครั้งละ 2 เฟส โดยมีคุณสมบัติที่ดีขึ้นคือ แรงบิดมากขึ้นเนื่องจากการขับครั้งละ 2 เฟส ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กมากขึ้นนั่นเอง แต่มุมในการหมุน จะมีค่าเท่ากับกับแบบเต็มสแต็ป 1 เฟส โดยมีขั้นตอนขับเฟสดังรูปที่ 9.5



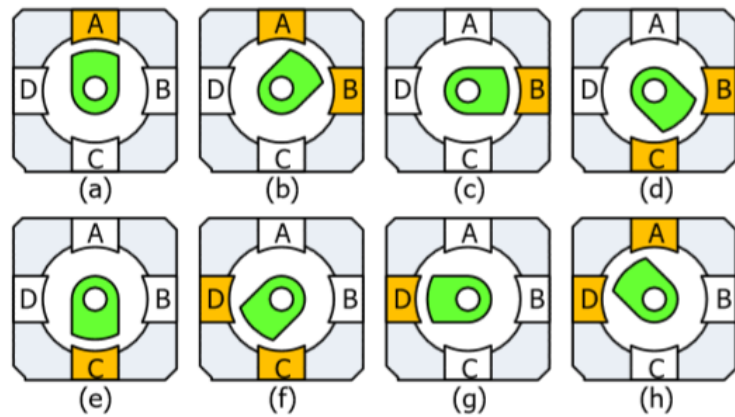
รูปที่ 9.5 แสดงการเคลื่อนที่เมื่อขับมอเตอร์แบบเต็มสแต็ป 2 เฟส

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9	
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์		
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่	75
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์		

ตารางที่ 9.2 แสดงรูปแบบการกระตุ้นขดลวดของมอเตอร์แบบเต็มสเต็ป 2 เฟส

สเต็ปที่	ขดลวด A	ขดลวด B	ขดลวด C	ขดลวด D	รูปที่ 9.5
1	ON	ON	OFF	OFF	(a)
2	OFF	ON	ON	OFF	(b)
3	OFF	OFF	ON	ON	(c)
4	ON	OFF	OFF	ON	(d)


3. แบบครึ่งสเต็ป (Haft step) เป็นการควบคุมให้มอเตอร์หมุนไปครึ่งละครึ่งของสเต็ป ดังนั้นหาก มอเตอร์มีคุณสมบัติ 1.8 องศาต่อสเต็ปก็จะมีครึ่งสเต็ป 0.9 องศาทำได้ตำแหน่งที่เที่ยงตรงมากขึ้นเมื่อนำไปประยุกต์ใช้งานวิธีการขับจะใช้การผสมกันระหว่างแบบเต็มสเต็ป 1 เฟสกับแบบเต็มสเต็ป 2 เฟส ซึ่งมีขั้นตอนขับเฟสดังรูปที่ 9.6



รูปที่ 9.6 แสดงการเคลื่อนที่เมื่อขับมอเตอร์แบบครึ่งสเต็ป

ตารางที่ 9.3 แสดงรูปแบบการกระตุ้นขดลวดของมอเตอร์แบบครึ่งสเต็ป

สเต็ปที่	ขดลวด A	ขดลวด B	ขดลวด C	ขดลวด D	รูปที่ 9.6
1	ON	OFF	OFF	OFF	(a)
2	ON	ON	OFF	OFF	(b)
3	OFF	ON	OFF	OFF	(c)
4	OFF	ON	ON	OFF	(d)
5	OFF	OFF	ON	OFF	(e)
6	OFF	OFF	ON	ON	(f)
7	OFF	OFF	OFF	ON	(g)
8	ON	OFF	OFF	ON	(h)

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์	
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์	76

### ฟังก์ชัน Arduino ที่ใช้งานในใบงานการทดลอง

1. ฟังก์ชันกำหนดโหมดการทำงานให้กับขาพอร์ต โดยสามารถกำหนดได้ทั้งขาดีจิทัลโดยใส่เพียงตัวเลขของขา (0, 1, 2,...13) และขาแอนาล็อกที่ต้องการให้ทำงานในโหมดดีจิทัลแต่ การใส่ขาต้องใส่ A นำหน้าซึ่งใช้ได้เฉพาะ A0, A1,...A5 ส่วนขา A6 และ A7 ไม่สามารถใช้งานในโหมดดีจิทัลได้ รูปแบบของฟังก์ชันเป็นดังนี้

`pinMode(pin,mode);`

pin : หมายเลขขาที่ต้องการเซตโหมด, mode : INPUT, OUTPUT, INPUT\_PULLUP

2. ฟังก์ชันส่งค่าลอจิกดีจิทัลไปยังขาพอร์ต ค่า HIGH เป็นการส่งลอจิก 1 และค่า LOW เป็นการส่งลอจิก 0 ออกไปยังขาพอร์ต ฟังก์ชันนี้จะทำงานได้ต้องมีการใช้ฟังก์ชัน `pinMode` ก่อน รูปแบบของฟังก์ชันเป็นดังนี้

`digitalWrite(pin,value);`

pin : หมายเลขขาที่ต้องการเขียนลอจิกออกพอร์ต ,value : HIGH หรือ LOW

3. ฟังก์ชันหน่วงเวลาหรือฟังก์ชันหยุดค้าง การใช้งานสามารถกำหนดตัวเลขของเวลาที่ ต้องการหยุดค้าง ตัวเลขที่ใส่เป็นตัวเลขของเวลาหน่วยเป็นมิลลิวินาที ตัวเลขของเวลาที่ใส่ ได้สูงสุดคือ 4,294,967,295 ซึ่งเป็นขนาดของตัวแปร unsigned long รูปแบบของฟังก์ชันเป็นดังนี้

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

4. ฟังก์ชันกำหนดความเร็วในการสื่อสารทางพอร์ตอนุกรม รูปแบบของฟังก์ชันเป็นดังนี้


`Serial.begin(speed);` speed: ตัวเลขของอัตราเร็วในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

5. ฟังก์ชันส่งข้อมูลออกพอร์ต เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรมหรือพิมพ์ข้อมูลออกทางพอร์ตเพื่อแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์เมื่อพิมพ์เสร็จตัวเคอร์เซอร์จะรออยู่ที่ท้ายสิ่งที่พิมพ์นั้น ๆ รูปแบบของฟังก์ชันเป็นดังนี้

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

6. ฟังก์ชันส่งข้อมูลออกพอร์ต คล้ายกับฟังก์ชัน `Serial.print` ต่างกันตรงที่เมื่อพิมพ์เสร็จตัวเคอร์เซอร์จะขึ้นบรรทัดใหม่ ดังนั้นเมื่อส่งพิมพ์ครั้งถัดไปข้อมูลที่ปรากฏจะอยู่ที่บรรทัดใหม่ แทนที่จะต่อท้ายเหมือนกับฟังก์ชัน `Serial.print` รูปแบบของฟังก์ชันเป็นดังนี้

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

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9	
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์		
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่	
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์	77	

7. ฟังก์ชันอ่านสัญญาณแอนาล็อก เป็นฟังก์ชันที่อ่านสัญญาณแอนาล็อกที่ปรากฏอยู่ที่ขาพอร์ตแอนาล็อกที่ต้องการอ่านนั้น ๆ ค่าที่อ่านได้จะอยู่ในช่วง 0-1023 สำหรับแรงดันของสัญญาณ แอนาล็อกที่ 0-5V ดังนั้น ต้องใช้ตัวแปรที่เป็น int สำหรับเก็บค่าที่อ่านได้ รูปแบบของฟังก์ชันเป็นดังนี้

`analogRead(pin);` pin: ขาพอร์ตแอนาล็อกที่ต้องการอ่านค่าสัญญาณแอนาล็อก

8. ฟังก์ชันแปลงช่วงตัวเลข เป็นฟังก์ชันทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงค่าที่ได้รับจากตัวแปรจากช่วงตัวเลขระหว่างค่าหนึ่งถึงอีกค่าหนึ่งไปสู่ช่วงตัวเลขใหม่ที่ต้องการ

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

value : ตัวแปรที่ต้องการอ่านค่านำมาเปลี่ยนช่วงตัวเลข

fromLow : ตัวเลขสเกลต่ำสุดของค่าจากตัวแปร


fromHigh : ตัวเลขสเกลสูงสุดของค่าจากตัวแปร

toLow : ตัวเลขสเกลต่ำสุดของค่าที่ต้องการเปลี่ยนไป

toHigh : ตัวเลขสเกลสูงสุดของค่าที่ต้องการเปลี่ยนไป

[ที่มา:ครูประภาส สุวรรณเพชร,เอกสารประกอบการอบรม เรียนรู้และลองเล่น Arduino เบื้องต้น (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) ,หน้าที่ 184-188.]



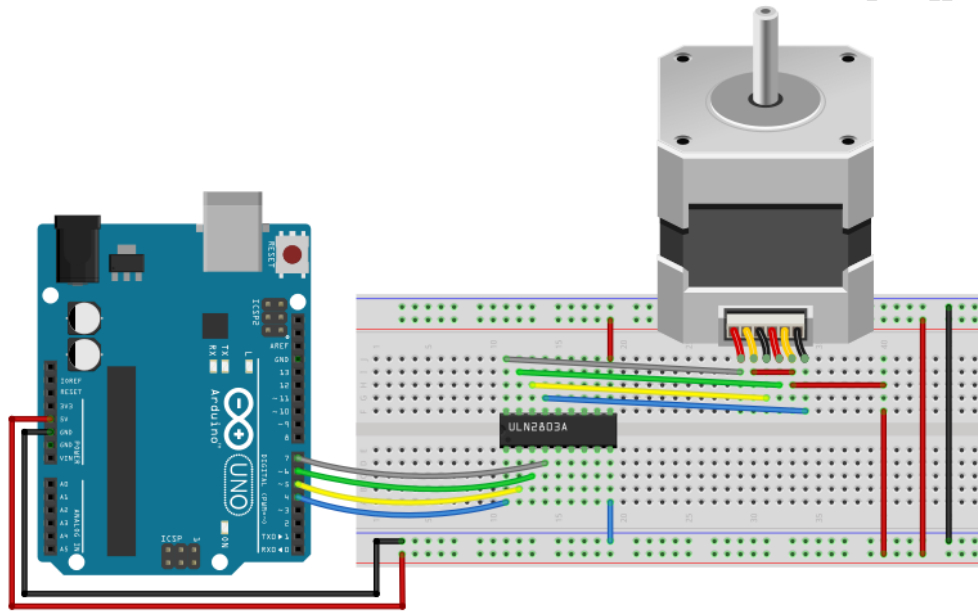
	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์	
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์	78

ลำดับขั้นการทดลอง

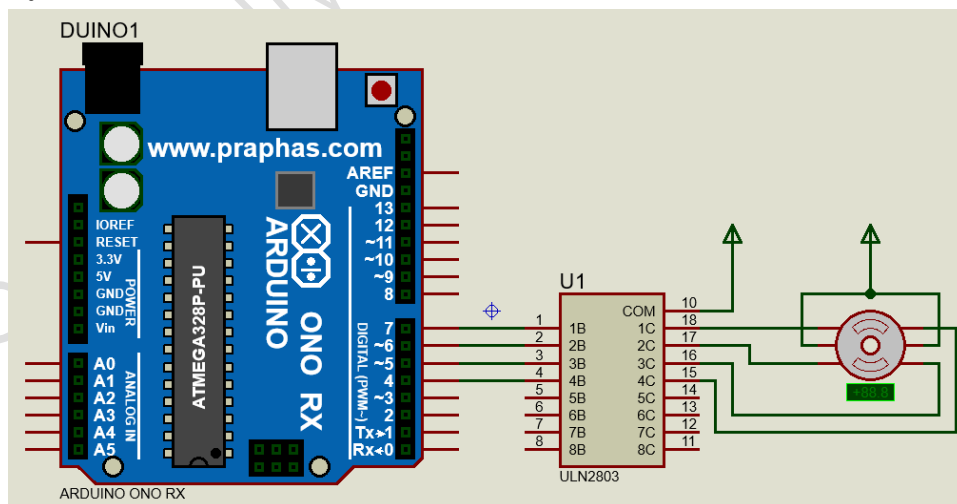
ตอนที่ 1 โปรแกรมควบคุมการทำงานของสแต็ปเปอร์มอเตอร์

แนวคิดการเรียนรู้ คือ เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของสแต็ปเปอร์มอเตอร์โดยให้หมุนในทิศทางเดียวเป็น จำนวน 360 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ประกอบวงจรควบคุมการทำงานของสแต็ปเปอร์มอเตอร์โดยใช้บอร์ด Arduino UNO R3 ดังรูปที่ 9.7




รูปที่ 9.7 แสดงการต่อลงบอร์ดทดลองวงจรควบคุมการทำงานของสแต็ปเปอร์มอเตอร์

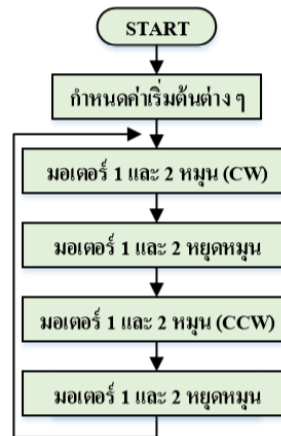


รูปที่ 9.8 แสดงการต่อวงจรทดลองในโปรแกรมจำลองการทำงานของสแต็ปเปอร์มอเตอร์



	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์	
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์	79

2. เปิดโปรแกรม Arduino IDE จากนั้นพิมพ์โค้ดโปรแกรมการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ตามรูปที่ 9.9 ดังต่อไปนี้




(ก) ผังงาน

#### Lab9-1

```

1 #define phaseA 4
2 #define phaseB 5
3 #define phaseC 6
4 #define phaseD 7
5 char PinCon[] = {phaseA, phaseB, phaseC, phaseD};
6 byte pattern[]={
7     0B1000,
8     0B0100,
9     0B0010,
10    0B0001};
11 void send2port(byte data);
12 void setup()
13 {
14     for(char i=0;i<4;i++)
15     {
16         pinMode(PinCon[i], OUTPUT);
17     }
18 }
19 void loop()
20 {
21     for(int j=0;j<50;j++)
22     {

```

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์	
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์	80

```

23     for(char i=0;i<4;i++)
24     {
25         send2port(pattern[i]);
26         delay(55);
27     }
28 }
29 send2port(0B0000);
30 while(1);
31 }
32 void send2port(byte data)
33 {
34     digitalWrite(PinCon[0], (data & 1 )? HIGH:LOW);
35     digitalWrite(PinCon[1], (data & 2 )? HIGH:LOW);
36     digitalWrite(PinCon[2], (data & 4 )? HIGH:LOW);
37     digitalWrite(PinCon[3], (data & 8 )? HIGH:LOW);
38 }

```

(ข) โค้ดโปรแกรม

รูปที่ 9.9 แสดงโปรแกรมการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

3. บันทึกไฟล์โค้ด ชื่อ Lab9-1
4. ทำการ Compile โค้ด Lab9-1
5. เชื่อมต่อสาย USB กับบอร์ด Arduino Uno R3
6. Upload โปรแกรม Lab9-1 ลงบอร์ด Arduino UNO R3
7. สังเกตวงจรการทำงานและบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

.....

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์	
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์	81

8. คำถามท้ายการทดลองตอนที่ 1 จากโค้ดโปรแกรม Lab9-1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

8.1. บรรทัดที่ 1-4 ทำหน้าที่.....

.....

8.2. บรรทัดที่ 6-10 ทำหน้าที่.....

.....

8.3. บรรทัดที่ 14-17 ทำหน้าที่.....

.....

8.4. บรรทัดที่ 21-28 ทำหน้าที่.....

.....

8.5. บรรทัดที่ 33-38 ทำหน้าที่.....

.....

**ตอนที่ 2** งานที่มอบหมาย

เขียนโปรแกรมควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ โดยให้มีการหมุนทวนเข็มและตาม เข็ม นาฬิกาในองศาที่กำหนดขึ้นเอง วงจรที่ใช้ทดลองให้ใช้วงจรที่ 9.7 โดยมีเงื่อนไขดังนี้

9. จงเขียนผังงานจากงานที่มอบหมาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

.....

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานการทดลองที่ 9	
	ชื่อวิชา	ไมโครคอนโทรลเลอร์		
	รหัสวิชา	2105-2105	หน้าที่	
	ชื่องาน	งานโปรแกรมควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์	82	

10. พิมพ์โค้ดโปรแกรมตามผังงานในข้อที่ 9
11. บันทึกไฟล์โค้ด ชื่อ Lab9-2
12. ทำการ Compile โค้ด Lab9-2
13. เชื่อมต่อสาย USB กับ บอร์ด Arduino Uno R3
14. Upload โปรแกรม Lab9-2 ลงบอร์ด Arduino UNO R3
15. สังเกตวงจรการทำงานและบันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง