ระบบควบคุมการปลูกพืชไร้ดินแบบหมุน

Rotating Hydroponics Control System

โดย
นายทรงดล แสนติ๊บคำ
นายธีรัช อนุกูลพันธ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ระบบควบคุมการปลูกพืชไร้ดินแบบหมุน
Rotating Hydroponics Control System

โดย

นายทรงดล แสนติ๊บคำ 57010502

นายธีธัช อนุกูลพันธ์ 57010623

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.สิรภพ ตู้ประกาย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

2514 KMITL ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว (....................) อาจารย์ที่ปรึกษา 18/5/61 วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

2514 KMITL ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว (....................) กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน 18/05/61 วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมการปลูกพืชไร้ดินแบบหมุน

ROTATING HYDROPONICS CONTROL SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายทรงดล แสนติ๊บคำ 57010502
2. นายธีธัช อนุกูลพันธ์ 57010623

.... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(ผศ.ดร.สิรภพ ตู้ประกาย)

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับการสนับสนุนและความร่วมมือจากหลายฝ่าย บุคคลแรกที่มีส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้คือ ผศ.ดร.สิรภพ ตู้ประกาย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ให้คำปรึกษา คำแนะนำและแนวทางในการแก้ไขปัญหาของโครงงานนี้มาโดยตลอด รวมถึงสนับสนุนสถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ในการทดลอง ทำให้การสร้าง และการทดลองสำเร็จผ่านไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัว ผู้ที่คอยสนับสนุน ให้กำลังใจ และรับฟังปัญหาพร้อมให้คำปรึกษาเสมอมา ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายทรงดล แสนติ๊บคำ

นายธีธัช อนุกูลพันธ์

ผู้จัดทำ

ระบบควบคุมการปลูกพืชไร้ดินแบบหมุน

ROTATING HYDROPONICS CONTROL SYSTEM

โดย นายทรงดล แสนติ๊บคำ 57010502

นายธีธัช อนุกูลพันธ์ 57010623

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สิรภพ ตู้ประกาย

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ศึกษา การออกแบบ การสร้าง การทดสอบ และแสดงผล ระบบควมคุมการปลูกพืชไร้ดินแบบหมุน เพื่อสร้างระบบที่สะดวกในการควบคุมและตรวจสอบสภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยพืชที่นำมาทดลองมี 2 ชนิด คือ เรดโอ๊ค และกรีนโอ๊ค การออกแบบเครื่องปลูกใช้แปลงปลูกแบบหมุนได้ซึ่งจะใช้มอเตอร์ควบคุมการหมุนล้อจักรยานแทนแปลงการปลูกแบบเดิมทำให้ประหยัดเนื้อที่ในการปลูกและทำให้รากได้สัมผัสกับน้ำและอากาศได้อย่างเหมาะสม ในส่วนของเครื่องปลูกสามารถกำหนดระดับความสูงของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิของอากาศ และเวลาในการเปิดปิดไฟ ผ่านการสั่งการจากปุ่มกดหรือ WEB BROWSER ที่จะรับส่งข้อมูลกับไมโครคอนโทรเลอร์ ใช้เซนเซอร์ HC-SR04 วัดค่าระดับความสูงของน้ำ DS18B20 วัดค่าอุณหภูมิน้ำ และ DHT11 วัดค่าอุณหภูมิอากาศ เพื่อกำหนดการทำงานของพัดลม ปั้มน้ำ และใช้หลอดไฟ LED แล้วนำมาประมวลผลแสดงค่าข้อมูลผ่านหน้าจอ LCD และ WEB BROWSER ได้

ABSTRACT

This project is studied about design, creating, testing and display rotating hydroponics control system to create a system that is easy to control and monitor the environment for hydroponic planting. Two types of testing plants is red oaks and green oaks. To design the planting plots, use a motor controls wheel rotation instead traditional plots, because it saves space in the planting and makes the roots in contact with water and air properly. In this system can set the water level, air temperature, water temperature and time to turn on/off the LED lights by data transmission from a web browser via microcontroller. Using the HC-SR04 sensor to measures the water level, DS18B20 sensor to measures the water temperature and the DHT11 sensor to measures the air temperature. To determine the operation of the air fans, water pump and LED bulbs, which are suitable for growing plants that are experimental. And show the value of each variable on LCD display and webpage.

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		IV
สารบัญรูป		VI
สารบัญตาราง		IX
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 ไฮโดรโปนิกส์	3
	2.2 คลื่นอัลตร้าโซนิค (ULTRA-SONIC WAVE)	6
	2.3 ARDUINO IDE	10
	2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์	10
	2.5 SOLENOID	13
	2.6 โมดูลแอลซีดี	19
	2.7 โมดูลแป้นพิมพ์ (KEYPAD MODULE)	20
	2.8 RELAY SWITCH	22
	2.9 โมดูลวัดอุณหภูมิน้ำ	23
	2.10 โมดูลนาฬิกาแบบเวลาจริง RTC REAL TIME CLOCK	28
	2.11 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	28
	2.12 ปั๊มรีดท่อ	31
	2.13 NETPIE	32

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**34**
	3.1 การออกแบบ	34
	3.1.1 การตั้งค่าการเปิดปิดไฟ	34
	3.1.2 การทำงานในการควบคุมอุณหภูมิของน้ำ	37
	3.1.3 การตั้งค่าการเปิดปิดมอเตอร์	38
	3.1.4 การทำงานการสั่งจ่ายสารละลายปุ๋ย	41
	3.1.5 การสั่งงานเปิดและปิดวาร์ลน้ำและปั๊มน้ำ	45
	3.1.6 การส่งข้อมูลไปแสดงผลใน NETPIE FREEBOARD	50
	3.1.7 การออกแบบชิ้นงาน	51
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	53
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	53
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**54**
	4.1 ผลการจัดเก็บค่าอุณหภูมิของอากาศ	54
	4.2 ผลการจัดเก็บค่าอุณหภูมิของน้ำ	56
	4.3 ผลการจัดเก็บค่าระดับน้ำ	57
	4.4 ผลการจัดเก็บความสูงของต้นผักสลัด	59
	4.5 การแสดงผลการทำงานของระบบผ่านเว็บไซต์	62
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**63**
	5.1 สรุปผล	63
	5.2 ข้อเสนอแนะ	63
บรรณานุกรม		64
ภาคผนวก		66

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	บล็อกไดอะแกรมรวมของโครงงาน	2
2.1	การปลูกผักไฮไดรโปนิกส์	3
2.2	การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์แบบ DFT	5
2.3	การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT	5
2.4	คลื่นอัลตร้าโซนิค	7
2.5	เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค	8
2.6	การทำงานของเซ็นเซอร์เพื่อใช้วัดระยะทาง	9
2.7	ไดอะแกรมการทำงานของเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค	9
2.8	ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA 328P	12
2.9	ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด	14
2.10	ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล	14
2.11	การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก	15
2.12	การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง	15
2.13	โครงสร้างของโซลีนอยด์วาล์ว	16
2.14	SOLENOID COIL ขณะที่ไม่มีการจ่ายไฟ	17
2.15	SOLENOID COIL ขณะที่มีการจ่ายไฟ	17
2.16	หน้าที่พื้นฐานของวาล์ว	17
2.17	การทำงานของวาล์วแบบ NC	18
2.18	การทำงานของวาล์วแบบ NO	18
2.19	โมดูลแอลซีดีขนาด 20 X 4	19
2.20	โมดูล I^2C SERIAL INTERFACE BOARD	19
2.21	โมดูลแป้นพิมพ์ KEYPAD 4X3	20
2.22	โครงสร้างของ KEYPAD 4X3	21
2.23	สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าของรีเลย์	22

2.24 รีเลย์ในสาวะปกติและสภาวะจ่ายไฟ 23
2.25 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11 23
2.26 โมดูถวัดอุณหภูมิน้ำ 24
2.27 แผนที่หน่วยความจำ SCRATCHPAD ของ DS1820 26
2.28 DS3231 MODULE 28
2.29 ส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 29
2.30 การทำงานของมอเตอร์ 30
2.31 การทำงานของปั๊มรีดท่อ 31
3.1 แผนผังการทำงานการตั้งค่าการเปิดปิดไฟของอาร์ดูโน่ 34
3.2 แผนผังการทำงานการตั้งค่าการเปิดปิดไฟจาก NETPIE 35
3.3 แผนผังการทำงานการตั้งค่าการเปิดปิดไฟจาก NODEMCU 36
3.4 แผนผังการทำงานการควบคุมอุณหภูมิน้ำ 37
3.5 แผนผังการทำงานของการเปิดปิดมอเตอร์ผ่านอาร์ดูโน่ 38
3.6 แผนผังการทำงานของการเปิดปิดมอเตอร์ผ่าน NETPIE 39
3.7 แผนผังการทำงานการตั้งค่าการเปิดปิดมอเตอร์ไฟจาก NODEMCU 40
3.8 แผนผังการทำงานการสั่งจ่ายสารละลายปุ๋ยจาก NETPIE 41
3.9 แผนผังการทำงานการสั่งจ่ายสารละลายปุ๋ยจากอาร์ดูโน่ 41
3.10 แผนผังการทำงานการจ่ายสารละลายปุ๋ย 42
3.11 แผนผังการทำงานการสั่งจ่ายสารละลายกรดไนตริกจากอาร์ดูโน่ 43
3.12 แผนผังการทำงานการสั่งจ่ายสารละลายกรดไนตริกจาก NETPIE 43
3.13 แผนผังการทำงานการจ่ายสารละลายปุ๋ย 44
3.14 แผนผังการทำงานการสั่งงานเปิดและปิดวาร์ลของ NETPIE 45
3.15 แผนผังการทำงานการสั่งงานเปิดและปิดปั๊มของ NETPIE 46
3.16 แผนผังการทำงานการสั่งงานเปิดและปิดวาร์ลน้ำของอาร์ดูโน่ 47
3.17 แผนผังการทำงานการสั่งงานเปิดและปิดปั๊มของอาร์ดูโน่ 48
3.18 แผนผังการทำงานการเปิดปิดวาร์ลน้ำจาก NODEMCU 49
3.19 แผนผังการทำงานการเปิดปิดปั๊มน้ำจาก NODEMCU 49
3.20 แผนผังการส่งข้อมูลไปแสดงผลใน NETPIE FREEBOARD 50
3.21 การออกแบบในส่วนของแปลงปลูกผัก 51

3.22	การออกแบบในส่วนของตัวถัง	52
3.23	แปลงปลูกผักไร้ดินแบบหมุน	52
4.1	กราฟผถการจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศ	54
4.2	กราฟผลการจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศตั้งแต่วันที่ 23 มีนาคม ถึง 25 มีนาคม	55
4.3	กราฟผลการจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิของน้ำ	56
4.4	กราฟผลการจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศตั้งแต่วันที่ 23 มีนาคม ถึง 25 มีนาคม	57
4.5	กราฟผลการจัดเก็บข้อมูลระดับน้ำตั้งแต่วันที่ 23 มีนาคม ถึง 25 มีนาคม	57
4.6	การเพาะต้นกล้าผักกรีนโอ๊คและผักเรดโอ๊ค	59
4.7	การเพาะต้นกล้าผักเมื่อผ่านไป 7 วัน	59
4.8	การเพาะต้นกล้าผักเมื่อผ่านไป 21 วัน	61
4.9	การแสดงผลผ่านเว็บไซต์	62

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การใช้งานขาต่างๆในการเชื่อมต่อ I2C	20
2.2	สรุปรายละเอียดของชุดคำสั่งสำหรับ DS1820	24
2.3	ลำดับการแปลงค่าข้อมูลและการอ่านค่าอุณหภูมิ	27
4.1	ตารางเก็บค่าอุณหภูมิในวันที่ 24 มีนาคม เวลา 19:57 ถึง 20.02	54
4.2	ตารางเก็บค่าอุณหภูมิของน้ำในวันที่ 24 มีนาคม เวลา 19:57 ถึง 20.02	56
4.3	ตารางแสดงค่าระดับน้ำในวันที่ตั้งแต่วันที่ 24 มีนาคม ถึง 25 มีนาคม	58
4.4	ตารางแสดงค่า EC, PH และความสูงของผัก	60

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการปลูกพืชแบบที่ไม่ใช้ดินหรือเรียกว่าการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์เป็นที่นิยมอย่างมากเนื่องจากการปลูกพืชแบบนี้จะได้ผลผลิตที่สะอาดกว่าการปลูกในดิน ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง สามารถควบคุมโรคในดินได้ง่ายกว่าการปลูกพืชผักในดิน มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ให้ผลผลิตได้เร็วกว่าการปลูกพืชผักในดินอย่างน้อยประมาณ 1-2 สัปดาห์ แต่การปลูกแบบนี้ต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิดและการปลูกแบบทั่วไปที่เห็นกันส่วนมากจะใช้พื้นที่ค่อนข้างมาก

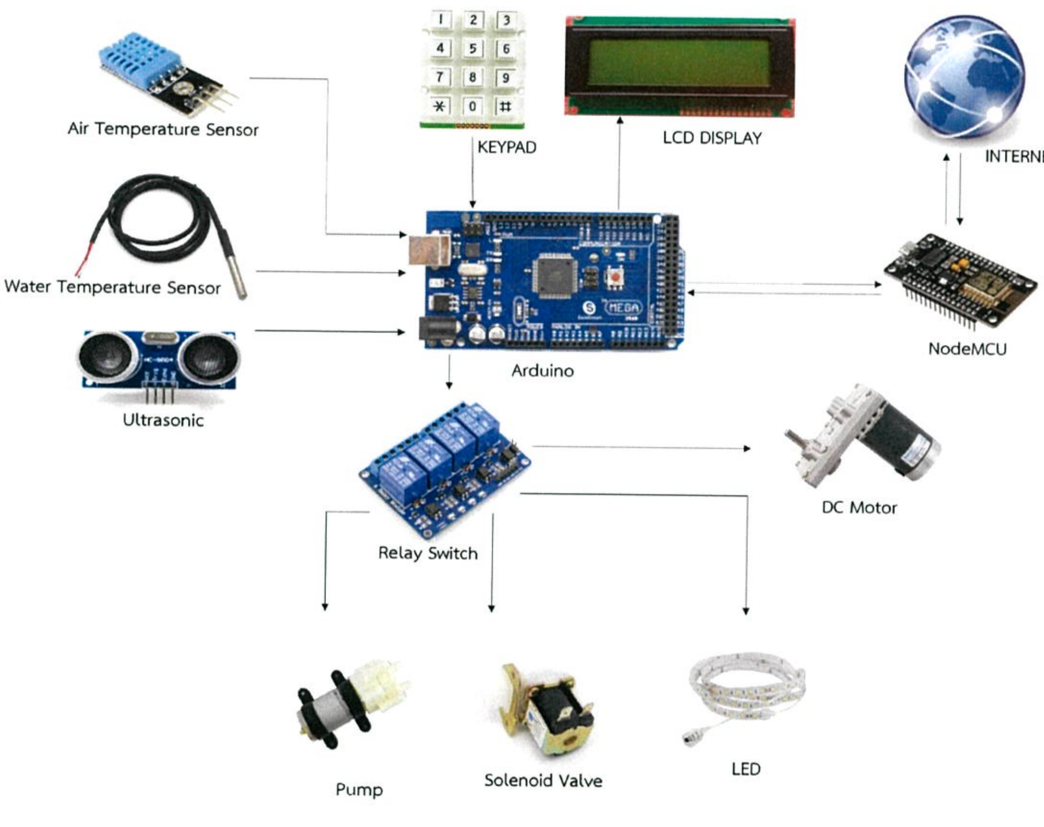
จากปัญหาของการปลูกข้างต้นจึงมีการออกแบบแปลงปลูกพืชไร้ดินที่ใช้พื้นที่ในการปลูกน้อยลง โดยออกแบบแปลงปลูกเป็นแบบกงล้อที่สามารถหมุนได้จากการใช้ล้อจักรยานเพื่อให้รากของพืชหมุนเวียนมารับน้ำและหมุนไปสัมผัสกับอากาศ ซึ่งการปลูกพืชแบบนี้คล้ายกับปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ที่รากของพืชจะต้องสัมผัสกับอากาศโดยใช้การลดระดับน้ำ ในส่วนของการการควบคุมปัจจัยต่างๆ จะแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบอัตโนมัติ กับแบบควบคุมเอง ซึ่งเหมาะกับคนที่อยากปลูกผักแต่ไม่มีเวลาดูแลมากนัก โดยจะใช้เวลาตอนปลูกกับตอนเก็บแค่สองครั้งเท่านั้น ระบบนี้จะดูแลรักษาอุณหภูมิ ระดับน้ำ ค่าความเป็นกรดเบส ค่าความนำไฟฟ้าในสารละลาย การเปิดปิดไฟ ให้เหมาะสำหรับการปลูกพืชช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อสร้างเครื่องปลูกผักที่ประหยัดพื้นที่ใช้สอย
2) เพื่อเรียนรู้และศึกษาเกี่ยวกับการปลูกพืชไร้ดิน
3) เพื่อสร้างเครื่องปลูกผักที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของระบบการปลูกผักแบบหมุน ควบคุมอุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิของอากาศ ควบคุมการทำงานของไฟแอลอีดีที่ให้ความสว่างแก่ผักที่ปลูก ควบคุมการหมุนของแปลงผัก ระบบที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำและอากาศและระบบที่ควบคุมระดับน้ำนั้นจะทำงานอัตโนมัติตามค่าที่เหมาะสมกับพืชที่ปลูก ในส่วนของแปลงที่ใช้ในการปลูกพืชนั้นจะใช้เฟืองเล็กต่อกับโซ่และต่อกับเฟืองใหญ่เพื่อทำให้ตัวแปลงปลูกเกิดการหมุน โดยแสดงค่าอุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิอากาศ และระดับน้ำผ่านหน้าจอ LCD และเว็บไซต์ ซึ่งสามารถแสดงบล็อคไดอะแกรมโดยรวมได้ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมรวมของโครงงาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไฮโดรโปนิกส์

2.1.1 ความหมายของไฮโดรโปนิกส์

ไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแต่ใช้น้ำที่มีธาตุอาหารพืชละลายอยู่ หรือ การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืชทดแทน ซึ่งนับเป็นวิธีการใหม่ในการปลูกพืช โดยเฉพาะการปลูกผักและพืชที่ใช้เป็นอาหาร เนื่องจากประหยัดพื้นที่ และไม่ปนเปื้อนกับสารเคมีต่างๆ ในดิน ให้ได้พืชผักที่สะอาดเป็นอาหาร ปัจจุบันนี้ในเทคนิคการปลูกพืชแบบไร้ดินหลายแบบด้วยกัน

รูปที่ 2.1 การปลูกผักไฮไดรโปนิกส์ [1]

2.1.2 ความแตกต่างระหว่างการปลูกพืชบนดิน และ การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ปกติแล้วพืชและผักจะเติบโตได้ดีถ้าอยู่ในที่ๆเหมาะสม คือมีสภาพอากาศที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ แสงสว่างที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง น้ำ แร่ธาตุ และ อากาศ ซึ่งการปลูกพืชทั่วไปนั้น แม้ว่าดินจะมีแร่ธาตุที่ดีเหมาะสำหรับพืชแล้วนั้น แต่ก็มีข้อเสียคือ ดินจะไม่มีความอุดมสมบูรณ์ตามที่พืชต้องการเสมอ คือดินมักจะคุณสมบัติที่ไม่แน่นอน จึงต้องมีการปรับปรุงดินเสมอ ซึ่งเสียเวลาเป็นอย่างมาก ส่วนการปลูกโดยไม่ใช้ดินนั้น พืชจะได้รับสารละลายแร่ธาตุที่เรียกว่า อาหารพืชหรือปุ๋ย ซึ่งประกอบด้วย ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช โดยพืชสามารถนำไปใช้ได้ในทันที

2.1.3 ระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์

1) NFT (Nutrient Film Technique) คือ การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์โดยให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชเป็นแผ่นบางๆ ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร บนรางปลูกอย่างต่อเนื่อง รางปลูกพืชมีความกว้างตั้งแต่ 5-35 เซนติเมตร ขึ้นกับชนิดของพืชที่ปลูก รางปลูกมีความสูงประมาณ 5 เซนติเมตร ความยาวของรางปลูกตั้งแต่ 5-20 เมตร แต่ไม่ควรเกิน 10 เมตร เพราะจะทำให้เกิดความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนของรางปลูกได้

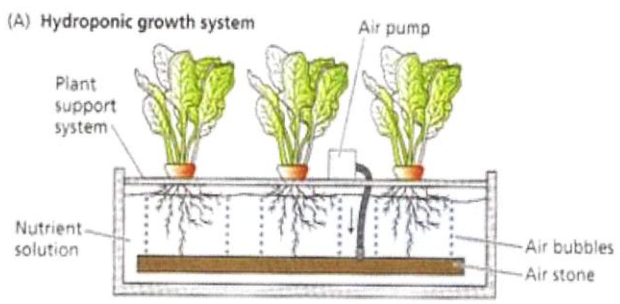
2) NFLT (Nutrient Flow Technique) คือ การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์โดยให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชแบบแผ่นหนาบนรางปลูกอย่างต่อเนื่องที่ระดับความลึกของสารละลายประมาณ 5-10 มิลลิเมตร รากพืชจะได้รับออกซิเจนขณะน้ำไหลผ่าน

3) DFT (Deep Flow Technique) หรือ ระบบไฮโดรโพนิคส์ลอยน้ำ คือ การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์โดยให้รากของพืชแช่อยู่ในสารละลายลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร โดยจะมีการปลูกพืชบนวัสดุที่ลอยน้ำได้เพื่อยึดลำต้นแต่จะปล่อยให้รากเป็นอิสระในน้ำ ระบบนี้เป็นระบบที่มีการหมุนเวียนสารละลายโดยการใช้ปั้มดูดสารละลายจากถังพักขึ้นมาใช้ใหม่ในระบบเพื่อให้เกิดการ หมุนเวียนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับระบบน้ำที่ใช้ในการผลิตผัก ดังรูปที่ 2.2

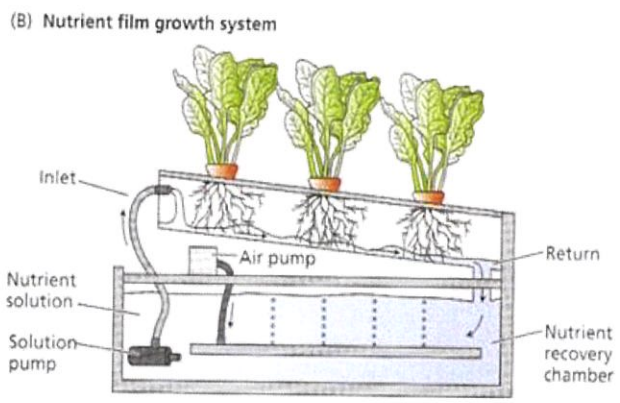
4) DRFT (Dynamic Root Floating Technique) คือ การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์โดยให้รากแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง และให้อากาศไหลวนผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่องที่ระดับความลึกประมาณ 4 เซนติเมตร โดยที่สารละลายธาตุอาหารจะไหลลงสู่ถังบรรจุ จากนั้นจึงไหลเวียนขึ้นไปในถาดปลูกด้วยปั๊มน้ำ ขณะที่สารละลายไหลเวียนขึ้นไปด้านหัวถาดปลูกจะผ่านหัวพ่นอากาศเพื่อเติมอากาศให้สารละลาย และไหลผ่านรากพืชตามถาดปลูกมาสู่ด้านท้าย

ถาดปลูกจะผ่านสะดือปรับน้ำ (Nutrient Level Adjust) ซึ่งทำหน้าที่ปรับระดับความสูงต่ำของสารละลายในถาดปลูก ดังรูปที่ 2.3

5) FAD (Food and Drain) คือ การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ที่มีรูปแบบผสมผสานระว่าง NFT และ DFT เป็นการให้สารละลายธาตุอาหารพืชท่วมภาชนะปลูกและรากพืชอยู่ระยะเวลาหนึ่ง แล้วค่อยๆ ระบายออกระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงให้สารละลายท่วมภาชนะอีกครั้งสลับเช่นนี้เป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง โดยประยุกต์มาจากระบบ NFT คือจะมีการให้พืชได้รับสารละลายที่มีแร่ธาตุ แล้วหมุนเวียนไปรับอากาศ เนื่องจากระบบ NFT จะต้องรับสารละลาย และสัมผัสกับอากาศด้วย และในการควบคุมสภาพแวดล้อมนั้นจะควบคุมค่าความเป็นกรด เบส ค่า EC อุณหภูมิในถังส่งสารละลาย



รูปที่ 2.2 การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์แบบ DFT [1]



รูปที่ 2.3 การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT [1]

2.1.3 ข้อดีของการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน

1) สามารถปลูกพืชได้ตลอดทั้งปี เมื่อทำการปลูกผักรุ่นแรกเสร็จแล้ว สามารถปลูกผักรุ่นต่อไปได้ทันที เนื่องจากปลูกโดยไม่ใช้ดินจึงไม่ต้องมาทำการปรับปรุงดิน เนื่องจากแหล่งอาหารของพืชๆไม่ได้มาจากดิน แต่มาจากสารละลายที่ให้และ การปลูกพืชแบบนี้ไม่ขึ้นกับฤดูกาล เพราะมีการควบคุมสภาพแวดล้อม จึงเป็นสาเหตุที่สามารถปลูกพืชได้ตลอดทั้งปี

2) สามารถปลูกพืชได้แม้มีพื้นที่น้อย การที่อาศัยในหอพัก ในคอนโด หรือที่พักอาศัยที่มีพื้นที่จำกัด ไม่มีพื้นที่ที่จะปลูกผักโดยใช้แปลงขนาดใหญ่ได้ เครื่องปลูกผักจึงเหมาะสมเพราะใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกน้อย

3) พืชเจริญเติบโตได้เร็ว และ ให้ผลผลิตที่ดี เนื่องจากการปลูกพืชในดินนั้นมีการสูญเสียธาตูอาหารไปเป็นจำนวนมาก แต่การปลูกแบบนี้ แร่ธาตุจะสูญเสียไปน้อยมาก เป็นการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตๆได้เร็วกว่าปกติ

4) สามารถควบคุมปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืชได้ เนื่องจากมีการควบคุมปัจจัยต่างๆเช่น ควบคุมแสงสว่าง อุณหภูมิ อากาศ น้ำ แร่ธาตุ ปุ๋ย PH EC ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตไปอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ผลผลิตออกมาดี

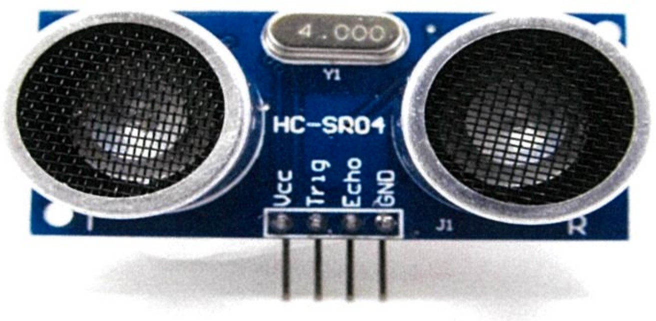
2.2 คลื่นอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic wave)

คลื่นอัลตร้าโซนิค คือ คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงถึงเพียงแค่ประมาณ 15 kHz เท่านั้น ดังนั้นโดยปกติแล้วคำว่าอัลตร้าโซนิคจึงมักจะหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 kHz ขึ้นไป จะสูงขึ้นจนถึงเท่าใดไม่ได้ระบุจำกัดเอาไว้

รูปที่ 2.4 คลื่นอัลตร้าโซนิค

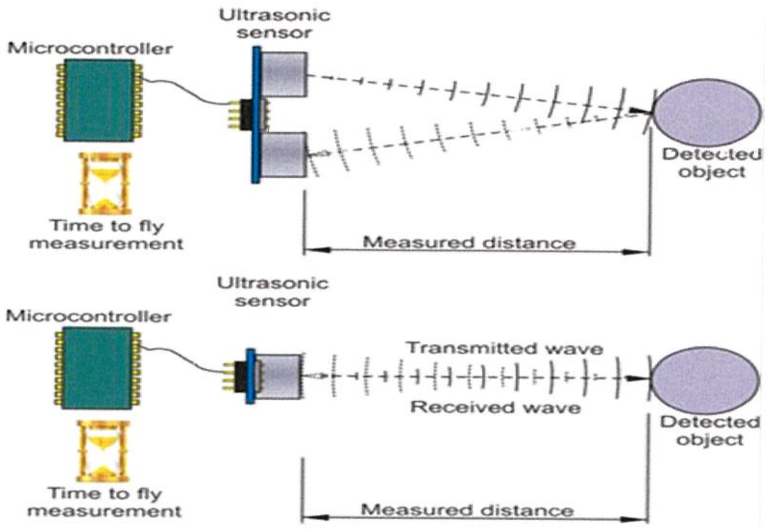
จากรูปที่ 2.4 แสดงการใช้คลื่นอัลต้าโซนิคของค้างคาวที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลตร้าโซนิคมาใช้ เนื่องจากเป็นคลื่นที่มีทิศทางทำให้สามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง เรื่องนี้เป็นคุณสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้นความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิดของตัวกำเนิดเสียงความถี่นั้น เช่น คลื่นความถี่ 300 Hz ในอากาศจะมีความยาวถึงประมาณ 1 เมตร ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่ให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียง โดยทั่วไปมากมายคลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่นแต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตร้าโซนิค อย่างเช่น 40 kHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียงประมาณ 8 มม. เท่านั้นซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มากคลื่นเสียงจะไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบจึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เรียกว่าการมีทิศทางของคลื่นเสียง การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตร้าโซนิคทำให้นำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control) เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic cleaner) โดยให้น้ำสั่นที่ความถี่สูง เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยสังเกตระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเครื่องหาตำแหน่งอวัยวะบางส่วนในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วไหลของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น คลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 kHz เพราะที่ความถี่สูงขึ้นกว่านี้อากาศจะดูดกลืนคลื่นเสียงเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการรัศมีทำการสั้น ๆ ก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 MHz ถึง 10 MHz ขณะที่ความถี่เป็น GHz ก็มีใช้กันในหลายๆ การใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านไม่ใช่อากาศ

2.2.2 เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค และ การใช้วัดระยะทาง



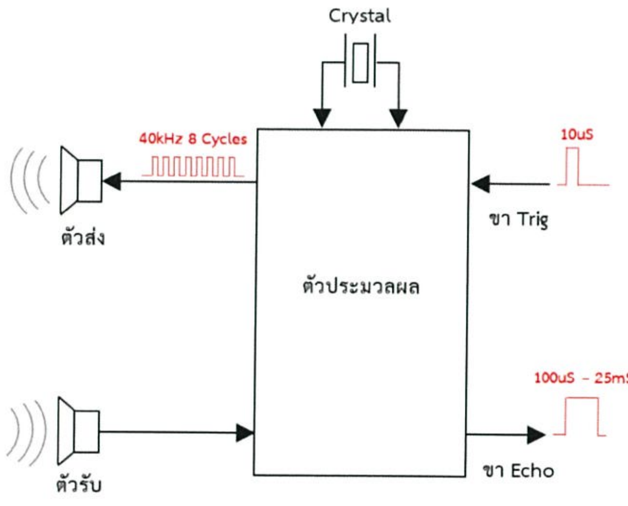
รูปที่ 2.5 เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค [2]

รูปที่ 2.5 เป็นเซนเซอร์วัดระยะทางโดยใช้คลื่นอัลตร้าโซนิค รุ่น SRF04 เป็นแผงวงจรตรวจจับและ วัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิกที่มีความเที่ยงตรงสูง โดยสามารถวัดระยะได้ตั้งแต่ 1 เซนติเมตรจนถึง 4 เมตร โมดูล SRF-04 ให้ผลลัพธ์เป็นค่าความกว้างพัลส์แปรผันกับระยะทางที่ตรวจวัดได้ออกแบบมาให้ต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น โมดูล HC-SR04 ทำงานที่แรงดันประมาณ +5V (4.5V ถึง +5.5V) โดยป้อนให้ขา VCC และ GND โมดูลนี้มีขาสัญญาณดิจิทัล TRIG (อินพุต) และ ECHO (เอาต์พุต) ที่นำไปเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ อย่างเช่น Arduino ในการวัดระยะห่างแต่ละครั้ง จะต้องสร้างสัญญาณแบบ Pulse ที่มีความกว้าง (Pulse Width) อย่างน้อย 10 us ป้อนให้ขา TRIG และหลังจากนั้นให้วัดความกว้างของสัญญาณช่วง HIGH จากขา ECHO ถ้าวัตถุอยู่ใกล้ ความกว้างของสัญญาณ Pulse ที่ได้ก็จะน้อย แต่ถ้าวัตถุอยู่ไกลออกไป ก็จะได้ค่าความกว้างของสัญญาณ Pulse ที่มากขึ้น



รูปที่ 2.6 การทำงานของเซนเซอร์เพื่อใช้วัดระยะทาง [2]

รูปที่ 2.6 แสดงการทำงานของเซนเซอร์เพื่อใช้วัดระยะทางเริ่มต้นจะต้องให้สัญญาณขา Trig มีสถานะทางลอจิกเป็น LOW เสียก่อน จากนั้นจึงเริ่มทริกสัญญาณ โดยให้ขา Trig มีสถานะเป็น HIGH ค้างไว้อย่างน้อย 10 us แล้วจึงปรับสถานะเป็น LOW จากนั้นที่ขา Echo ให้เตรียมรับสัญญาณทริก HIGH กลับมาเมื่อมีการส่งสัญญาณ HIGH กลับมา ให้เริ่มนับเวลาที่สัญญาณเป็น HIGH และเมื่อสัญญาณขา Echo กลับเป็น LOW ให้สิ้นสุดการนับเวลา แล้วจึงนำค่าเวลาที่นับได้ ไปคำนวณอีกที



รูปที่ 2.7 ไดอะแกรมการทำงานของเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค [3]

จากรูปที่ 2.7 แสดงการส่งสัญญาณเข้าไปที่ Trig วงจรภายในจะเริ่มสร้างความถี่ 40 kHz จำนวน 8 ลูกคลื่นออกไป โดยใช้ความถี่จากคลิสตอลเป็นตัวอ้างอิง แล้วตัวส่งที่เปรียบเสมือนลำโพง จะส่งสัญญาณออกไป จากนั้นเมื่อคลื่นวิ่งกลับมาที่ตัวรับ ที่เปรียบเสมือนเป็นไมโครโฟน สัญญาณไฟฟ้าจะผ่านตัวประมวลผล แล้วให้ค่าเอาต์พุตออกมาทางขา Echo จะเห็นว่า แกนหลักของเซ็นเซอร์จะเป็นตัวประมวลผล ซึ่งตัวประมวนผลนี้ในรุ่น HC-SR04 จะใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATtiny24

2.3 Arduino IDE

Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment) เครื่องมือการเขียนโปรแกรมที่มีใช้งานได้กับอาดูโน่ได้ทุกรุ่น โดยภายในจะมีเครื่องมือที่จะเป็นสำหรับติดต่ออาดูโน่ เช่น การค้นหาอาดูโน่ ที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ การเลือกรุ่นอาดูโน่ที่ต่ออยู่เพื่อตรวจสอบว่าขนาดของโปรแกรมที่เขียนหรือไรบรารี่ต่างๆ ซับพอร์ตกับอาดูโน่รุ่นนั้นๆ หรือไม่ อีกทั้งยังมีโปรแกรมติดต่อผ่านซีเรียลโดยตรงสำหรับคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Arduino IDE เป็นโปรแกรมโอเพ่นซอสสามารถนำไปใช้งานได้ทั่วไปสำหรับบอร์ด Arduino นั่นคือโปรแกรมที่เรียกว่า Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ลงบอร์ด โดยขนาดของโปรแกรม Arduino โดยปกติแล้วจะใหญ่กว่าโค้ด AVR ปกติเนื่องจากโค้ด AVR เป็นการเข้าถึงจาก รีจิสเตอร์โดยตรง แต่โค้ด Arduino เข้าถึงผ่านฟังก์ชั่น เพื่อให้สามารถเขียนโค้ดได้ง่าย

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กมีความสามารถที่คล้ายกับระบบคอมพิวเตอร์โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ด้วยกัน

2.4.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega 328P

ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ใช้พลังงานต่ำ มีสถาปัตยกรรม RISC (reduced instruction set computer) ทำให้มีการประมวลผลคำสั่งได้ 1 ล้านคำสั่งต่อวินาที

2.4.1.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

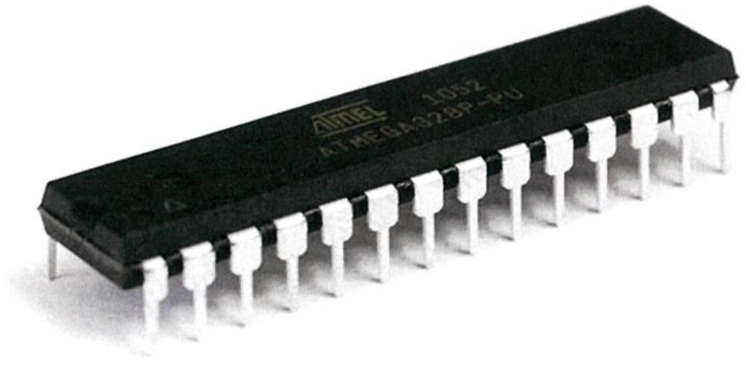
1) หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม

2) ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ แล้วนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต และแสดงผลเช่นการติดสว่างของหลอดไฟเป็นต้น ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

3) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

2.4.1.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega 328P

- มีโครงสร้างภายในแบบ RISC
- มีคำสั่งควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ 130 คำสั่ง
- มีจำนวนรีจิสเตอร์ทั่วไปขนาด 8-bit จำนวน 32 ตัว
- มีหน่วยความจำภายในแบบ EEPROM ขนาด 512 Bytes
- มีหน่วยความจำภายในแบบ SRAM ขนาด 1K Byte
- มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในแบบ Flash ขนาด 8K Bytes มีการโปรแกรมได้แบบ In-System Self-programmable
- ทำงานที่ความถี่ 0 – 4 MHz
- อุปกรณ์สื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมแบบ I^2C
- มีระบบการ Reset แบบอัตโนมัติเมื่อจ่ายไฟเข้าสู่บอร์ด
- มีฟังก์ชั่นตรวจสอบแรงดัน
- มีระบบการขัดจังหวะทั้งภายในและภายนอก
- มีไฟเลี้ยงระหว่าง 1.8 - 2.5 โวลต์ (V)



รูปที่ 2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega 328P [5]

2.4.2 ESP8266

ESP8266 คือโมดูล WiFi ที่มีสามารถโปรแกรมลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป

ESP8266 เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซี ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (flash memory) ในตัว ทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (external flash memory) ในการเก็บโปรแกรมที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้โมดูล ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ

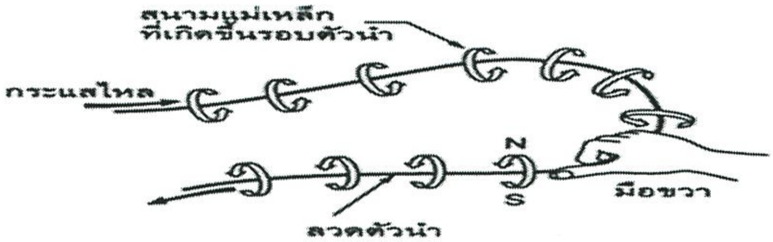
ESP8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V - 3.6V การนำไปใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์อื่นๆที่ใช้แรงดัน 5V ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันมาช่วย เพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย กระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200mA ความถี่คริสตอล 40MHz ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ เช่น LCD ทำให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็ว

2.5 Solenoid

โซลินอยด์เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานจลน์ โซลินอยด์มีลักษณะเป็นขดลวดพันรอบแกนทรงกระบอกภายในแกนจะมีแกนเหล็กที่สามารถเคลื่อนที่ได้เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะเกิดสภาพเสมือนเป็นแม่เหล็ก แกนเหล็กดังกล่าวจึงสามารถเคลื่อนที่ได้

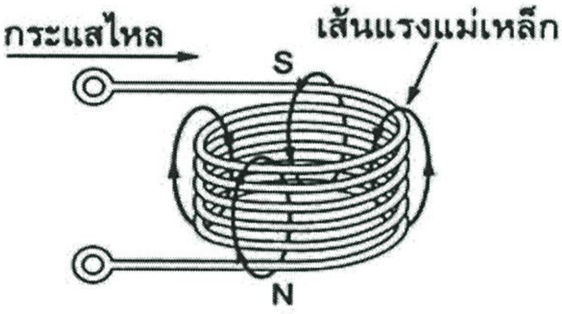
โซลินอยด์มีทั้งชนิดไฟตรงและสลับ ข้อแตกต่างของโซลินอยด์ไฟตรงคือ กระแสที่ไหลในขดลวดจะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งของแกนเหล็ก ขณะที่โซลินอยด์ไฟสลับกระแสจะมีค่าสูงเมื่อแกนเหล็กเคลื่อนที่อยู่ในตำแหน่งนอกขดลวดและจะลดลงเมื่อแกนเหล็กเคลื่อนที่เข้ามาจนสุดขดลวด ดังนั้น จึงต้องใช้โซลินอยด์ไฟสลับอย่างระมัดระวัง โดยอย่าให้แกนเหล็กเคลื่อนที่เกิดการติดขัดขณะทำงาน เพราะอาจทำให้เกิดกระแสจำนวนมากที่ไหลค้างอยู่ทำขดลวดไหม้เสียหายได้

2.5.1หลักการทำงานของโซลินอยด์



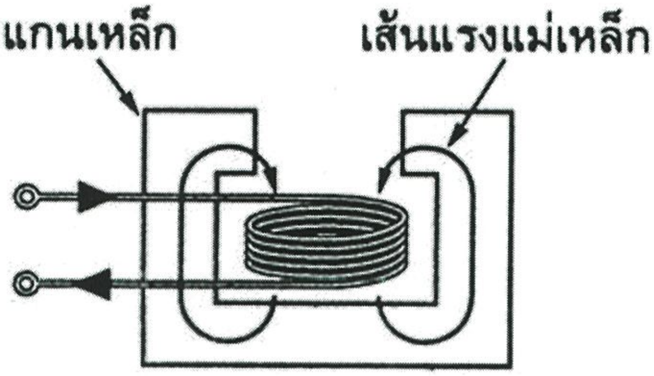
รูปที่ 2.9 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด [7]

จากรูปที่ 2.12 เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำใดๆ ก็ตามจะ เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆตัวนำนั้น และมีกฎมือขวามาให้ดูทิศทางเส้นแรงแม่เหล็ก คือ ถ้าเอามือขวากำรอบเส้นลวด โดยนิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางกระแสไหล นิ้วที่เหลือทั้งหมด (ซึ่งมี 4 นิ้ว และจะหันไปทางเดียวกัน) จะแสดงทิศทางเส้นแรง แม่เหล็กจากขั้วใต้ ไปขั้วเหนือ

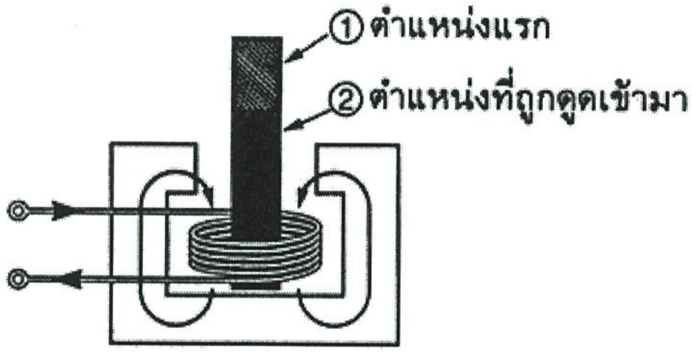


รูปที่ 2.10 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล [7]

จากรูปที่ 2.13 เมื่อเอาเส้นลวดแบบนี้แต่ยาวกว่ามาขดเป็นวงๆ หลายๆ วง ก็จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น ดังรูปที่ 2.14 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะอยู่ใน ทิศทางเสริมกัน และ ก่อกำเนิดเป็นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่ง ซึ่ง พร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆ ขดลวดอาจเป็นอากาศ เส้นแรงแม่เหล็กจึงไม่เข้มข้นมากนัก



รูปที่ 2.11 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก [7]



รูปที่ 2.12 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง [7]

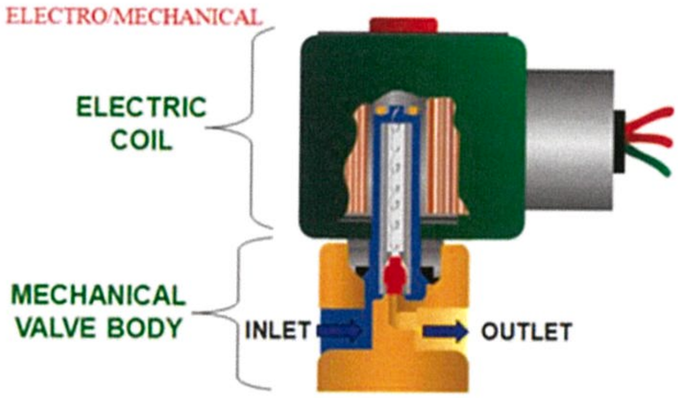
จากรูปที่ 2.14 และ 2.15 เพื่อที่จะไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย จึงใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัว C เข้ามารอบๆขดลวด เพื่อให้สนาม แม่เหล็กมากขึ้นดังรูปที่ 2.13 ถ้าเอาแกนกระทุ้ง (plunger) มาใส่เข้าไปตรงกลางขดลวดในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้งจะถูกดูด ให้ลึกเข้ามาจนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ยิ่งระยะทางใกล้มากเท่าไร แรงดูดก็จะมากขึ้นเท่านั้นในโครงสร้างของโซลินอยด์แบบไฟสลับนั้น จะต้องพันขดลวด shaded coil หรือ แหวน (ring) ซึ่งเป็นลวดพัน รอบแกนเหล็กเพียงรอบเดียว หรือไม่กี่รอบลัดวงจรเอาไว้เลย จุดประสงค์ที่พันไว้เพราะในไฟสลับ กระแสจุลดลงมาเป็นศูนย์ นี้เองทำให้แรงดูดแม่เหล็กลดลง และ ทำให้เกิดเสียงหึ่งๆ ขึ้น และ การดูดก็ไม่แน่นแฟ้น ขดลวดแหวนที่เพิ่มเติมเข้าไปนี้ จะทำ ให้วงจรแม่เหล็กเกิดเป็นสภาพ 2 เฟส คือ แม้

ในขณะที่กระแสเป็นศูนษ์ ก็ตามขดลวดแหวนซึ่งมีกระแสที่เกิดจากการเหนี่ยว นำกับสนามแม่เหล็ก จะยังคงมีแรงแม่เหล็กมาเสริมการดูดในช่วงนี้ได้ แต่ก็จะทำให้เกิดการสูญเสีย (loss) ของความร้อนในขดลวดบ้างเป็นข้อแลกเปลี่ยน

2.5.2 โซลินอยด์วาล์ว

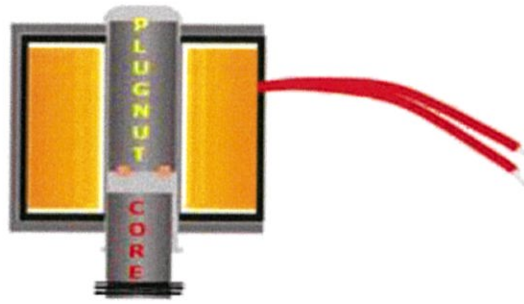
อุปกรณ์ทางอิเล็คโตรแมคเนติคที่ใช้ควบคุมปริมาตรของไหลที่ไหลผ่านท่อ โดยการเปิดหรือปิดที่รู Orifices ของตัววาล์ว

2.5.2.1 โครงสร้างของโซลีนอยด์วาล์ว

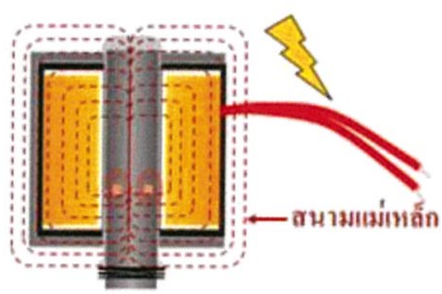


รูปที่ 2.13 โครงสร้างของโซลีนอยด์วาล์ว [7]

จากรูปที่ 2.16 แสดงโครงสร้างของโซลีนอยด์วาล์วเป็นการรวมกันของ 2 รูปแบบการทำงาน คือ SOLENOID - (Electro-magnetic) coil จะเป็นตัวทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กและเหนี่ยวนำให้ plunger เคลื่อนที่ขึ้นลงและVALVE – ตัววาล์วจะมีรู orifice ที่มี disc คอยปิดและเปิดให้ของไหลไหลผ่านวาล์ว



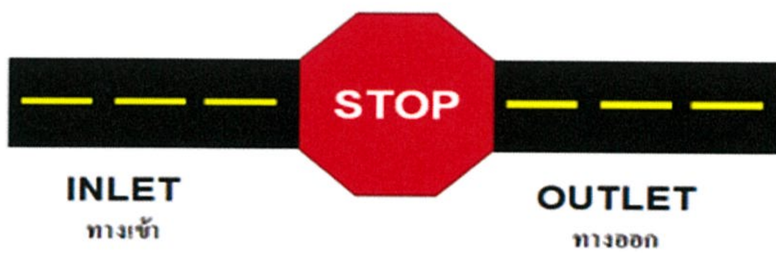
รูปที่ 2.14 SOLENOID COIL ขณะที่ไม่มีการจ่ายไฟ [7]



รูปที่ 2.15 SOLENOID COIL ขณะที่มีการจ่ายไฟ [7]

จากรูปที่ 2.14 และ 2.15 จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อการจ่ายไฟเข้ามาที่ขดลวดแล้วจะเกิดเป็นสนามแม่เหล็ก ดึงแท่งเหล็กขึ้น

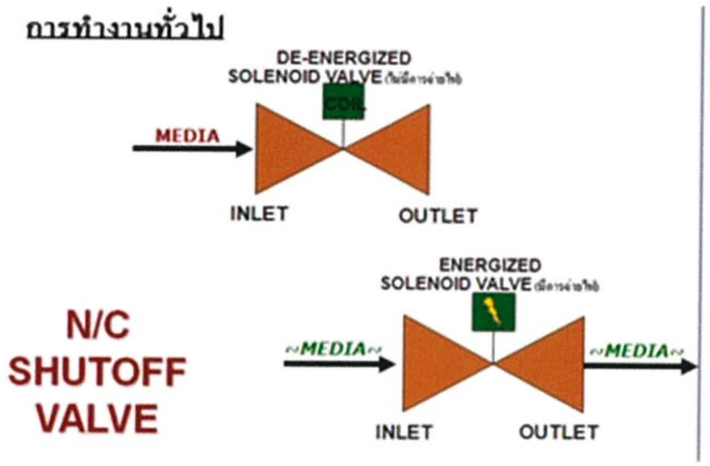
2.5.2.2 หน้าที่พื้นฐานของวาล์ว



รูปที่ 2.16 หน้าที่พื้นฐานของวาล์ว [7]

จากรูปที่ 2.16 วาล์วจะมีทางเข้า1ทาง และออก1ทาง เรียกว่าวาล์ว 2 ทาง การทำงานของวาล์ว 2 ทาง มี 2 แบบคือ

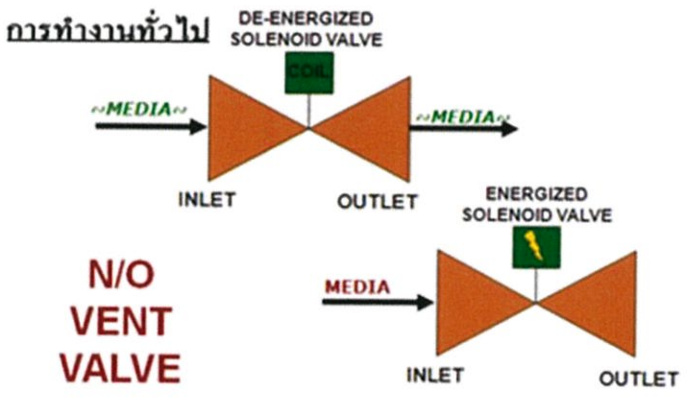
1) NORMALLY CLOSED APPLICATION (NC)



รูปที่ 2.17 การทำงานของวาล์วแบบ NC [7]

จากรูปที่ 2.17 จะเห็นว่าเมื่อไม่มีการจ่ายไฟให้โซลินอยด์วาร์ว MEDIA ไม่สามารถผ่านไปได้ แต่เมื่อมีการจ่ายไฟแล้ว จะเห็นว่า MEDIA จะสามารถผ่านตัววาร์วไปได้

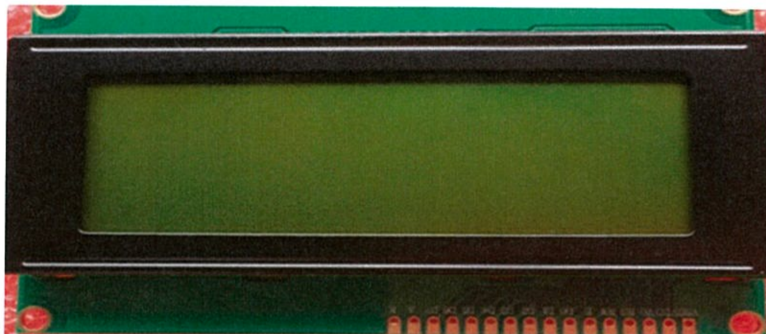
2) NORMALLY OPEN APPLICATION (NO)



รูปที่ 2.18 การทำงานของวาล์วแบบ NO [7]

จากรูปที่ 2.18 จะเห็นว่าเมื่อไม่มีการจ่ายไฟให้โซลินอยด์วาร์ว MEDIA สามารถผ่านไปได้ แต่เมื่อมีการจ่ายไฟแล้วจะเห็นว่า MEDIA ไม่สามารถผ่านตัววาร์วไปได้

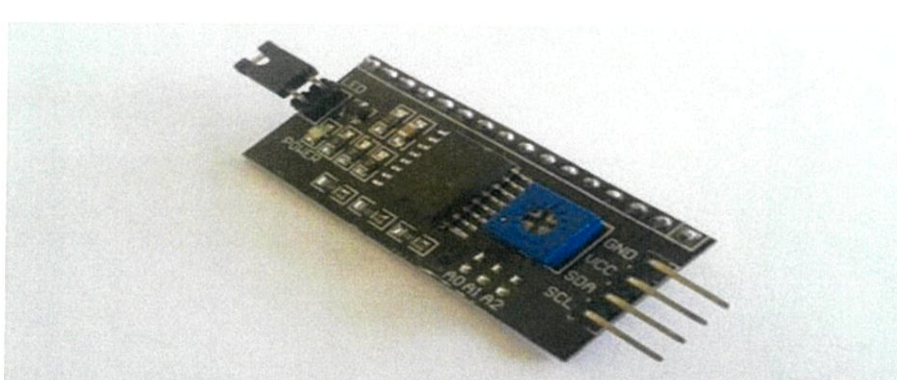
2.6 โมดูลแอลซีดี



รูปที่ 2.19 โมดูลแอลซีดีขนาด 20 x 4 [8]

จากรูปที่ 2.19 คือโมดูลแอลซีดีขนาด 20 x 4 2004 LCD (Yellow Screen) 20x4 LCD with backlight of the LCD screen เป็น Character LCD แสดงผลหน้าจอได้ทั้งหมด 80 ตัวอักษร 4บรรทัด แบ่งเป็นบรรทัดละ 20 ตัวอักษร มีหลอดไฟเป็นแสงสีเขียว

2.6.1 การเชื่อมต่อกับจอ I^2C Character LCD



รูปที่ 2.20 โมดูล I^2C Serial Interface Board [8]

จากรูปที่ 2.20 เป็นการเชื่อมต่อแบบอนุกรม จะใช้งานโมดูล I^2C Serial Interface Board Module มาเชื่อมต่อระหว่าง Arduino กับจอ LCD โดย จอ LCD ที่มีการเชื่อมต่อแบบ I^2C หรือเรียกอีกอย่างว่าการเชื่อมต่อแบบ Serial จะเป็นจอ LCD ธรรมดาทั่วไปที่มาพร้อมกับบอร์ด I^2C Bus และ VR สำหรับปรับความเข้มของจอ ในรูปแบบ I^2C จะใช้ขาในการเชื่อมต่อกับ Microcontroller เพียง 4 ขา (แบบ Parallel ใช้ 16 ขา) ซึ่งทำให้ใช้งานได้ง่ายและสะดวกมาก

ตารางที่ 2.1 การใช้งานขาต่างๆในการเชื่อมต่อ I^2C [8]

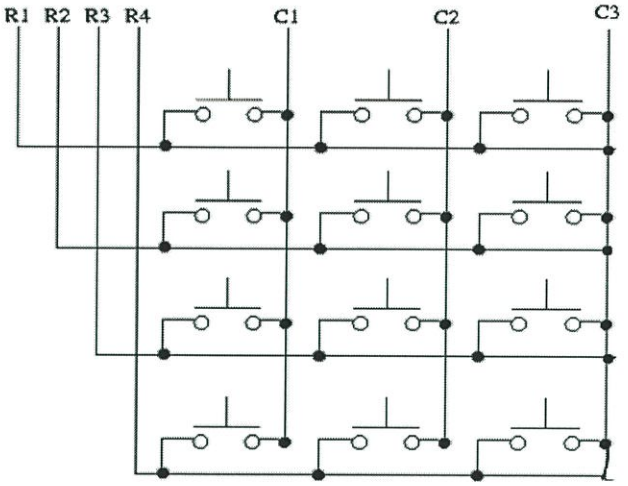
Pin No	Symbol	Description
1	GND	Ground
2	VCC	+5 VDC
3	SDA	Serial Data
4	SCL	Serial Clock

1. GND เป็น Ground ใช้ต่อระหว่าง Ground ของระบบ Microcontroller กับ LCD
2. VCC เป็นไฟเลี้ยงวงจรที่ป้อนให้กับ LCD มีขนาด +5VDC
3. SDA (Serial Data) เป็นขาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล
4. SCL (Serial Clock) เป็นขาสัญญาณนาฬิกาในการรับส่งข้อมูล

2.7 โมดูลแป้นพิมพ์ (Keypad Module)

รูปที่ 2.21 โมดูลแป้นพิมพ์ Keypad 4x3 [9]

จากรูปที่ 2.21 แสดง Keypad 4x3 เป็นการจัดสวิตช์กดติดปล่อยดับจำนวน 12 ปุ่ม ในรูปแบบเมตริกซ์ 4 X 3 โดยจะเป็นปุ่มสำหรับหมายเลข 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และตัวอักษร * และ #

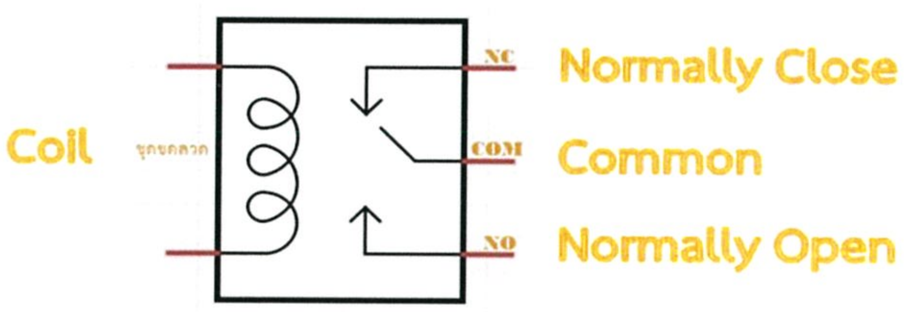


รูปที่ 2.22 โครงสร้างของ Keypad 4x3 [9]

จากรูปที่ 2.22 แสดงโครงสร้างของ Keypad 4x3 จะมีการเชื่อมต่อสายสัญญาณ คือ R1, R2, R3, R4 และ C1, C2, C3 เป็นตัวแทนของแถวและคอลัมน์ตามลำดับโปรแกรมตรวจสอบการกดคีย์โดยวิธีที่เรียกว่าการสแกนคอลัมน์ ในวิธีการนี้ขา R1, R2, R3, R4 กำหนดเป็นสัญญาณเอาต์พุต จะพลัดกันส่งสัญญาณเอาต์พุตลอจิกศูนย์ ครั้งละแถวตามลำดับ ส่วนแถวอื่นๆ ส่งสัญญาณเอาต์พุตลอจิกหนึ่ง ขาสัญญาณคอลัมน์ C1, C2, C3, C4 เป็นขาสัญญาณอินพุตแบบพูลอัพปกติมีสภาวะลอจิกเป็นหนึ่ง ในการตรวจสอบสัญญาณหากคอลัมน์ใดคอลัมน์หนึ่งพบว่ามีลอจิกเป็นศูนย์ จะหมายความว่าปุ่มกดในคอลัมน์ถูกกด ไปเชื่อต่อกับแถวที่สั่งสัญญาณลอจิกศูนย์ออกมา โปรแกรมก็จะนำค่าขาสัญญาณแถวและคอลัมน์นี้ไปเทียบค่าปุ่มกดที่ได้ลงทะเบียนไว้ จากนั้นขั้นตอนเดียวกันถูกนำไปใช้สำหรับแถวตามมาและกระบวนการทั้งหมดจะถูกทำซ้ำ แถว R1, R2, R3 และ R4 มีการเชื่อมต่อเข้ากับขาสัญญาณดิจิตอล 6, 7, 8 และ 9 หมุดของ Arduino UNO ตามลำดับ คอลัมน์ C1, C2, C3 และ C4 มีการเชื่อมต่อไปยังหมุดดิจิตอล 10, 11, 12, 13 ของ Arduino UNO

2.8 Relay switch

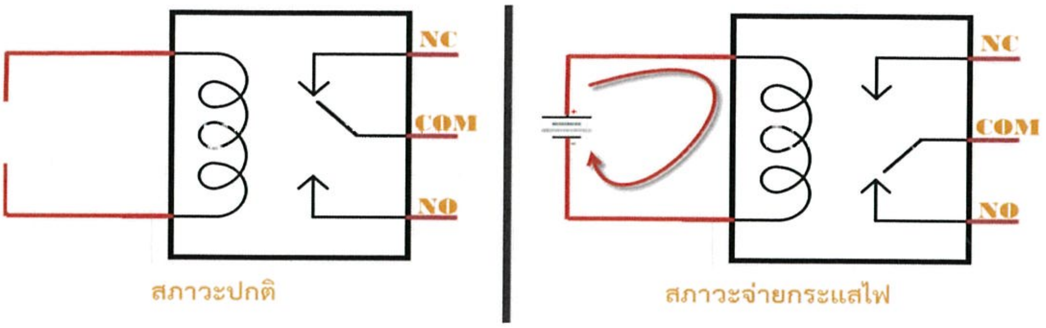
รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า Relay มีหลายประเภท ตั้งแต่ Relay ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป จนถึง Relay ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง โดยมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันออกไป แต่มีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน สำหรับการนำ Relay ไปใช้งาน จะใช้ในการตัดต่อวงจร ทั้งนี้ Relay ยังสามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ



รูปที่ 2.23 สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าของรีเลย์ [10]

จากรูปที่ 2.23 ภายใน Relay จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัส

- หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสภาวะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลอยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด
- หน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด โดยในสภาวะปกติจะลอยอยู่ ไม่ถูกต่อกับขา COM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวด
- ขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่าขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่

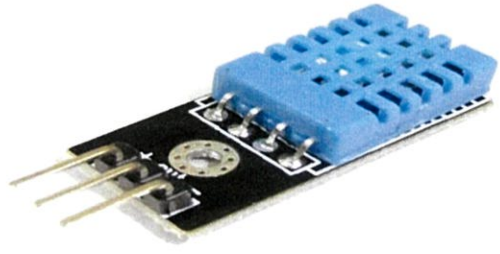


รูปที่ 2.24 รีเลย์ในสาวะปกติและสภาวะจ่ายไฟ [10]

จากรูปที่ 2.24 การใช้งาน Relay แบบ SPDT (Single Pole Double Throw) หลักการทำงานของ Relay นั้น ในส่วนของขดลวดเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะทำให้ขดลวดเกิดการเหนี่ยวนำและทำหน้าที่เสมือนแม่เหล็กไฟฟ้า ส่งผลให้ขา COM ที่เชื่อมต่ออยู่กับหน้าสัมผัส NC (ในสภาวะที่ยังไม่เกิดการเหนี่ยวนำ) ย้ายกลับเชื่อมต่อกับหน้าสัมผัส NO แทน และปล่อยให้ขา NC ลอย เมื่อมองที่ขา NC กับ COM และ NO กับ COM แล้วจะเห็นว่ามีการทำงานติดดับลักษณะคล้ายการทำงานของสวิชต์ สามารถอาศัยคุณสมบัตินี้ไปประยุกต์ใช้งานได้

2.9 โมดูลวัดอุณหภูมิ

2.9.1 โมดูลวัดอุณหภูมิอากาศ



รูปที่ 2.25 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11 [11]

จากรูปที่ 2.25 คือโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11 เป็นโมดูลที่สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้น มีความถูกต้องแม่นยำให้สัญญาณเอาท์พุทแบบ Digital Output การตรวจวัดคงที่กับ DHT11 Sensor มีย่านวัดอุณหภูมิที่ 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส ย่านวัดความชื้น 20 ถึง 90% RH

2.9.2 โมดูลวัดอุณหภูมิน้ำ

รูปที่ 2.26 โมดูลวัดอุณหภูมิน้ำ [12]

จากรูปที่ 2.26 โมดูลวัดอุณหภูมิน้ำ DS1820 เป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่มีข้อมูลขนาด 9 บิตเพื่อแสดงค่าอุณหภูมิของไอซี สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ 1-wireTM ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อข้อมูลเพียงเส้นเดียวร่วมกับกราวด์และไฟเลี้ยง สามารถอ่าน เขียน และแปลงค่าอุณหภูมิโดยใช้คำสั่งผ่านสายเส้นเดียวกันกับข้อมูลได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้ไฟเลี้ยงจากภายนอกทำให้สามารถเชื่อมต่อบนสายข้อมูลเส้นเดียวกันได้หลายตัว

ตารางที่ 2.2 สรุปรายละเอียดของชุดคำสั่งสำหรับ DS1820

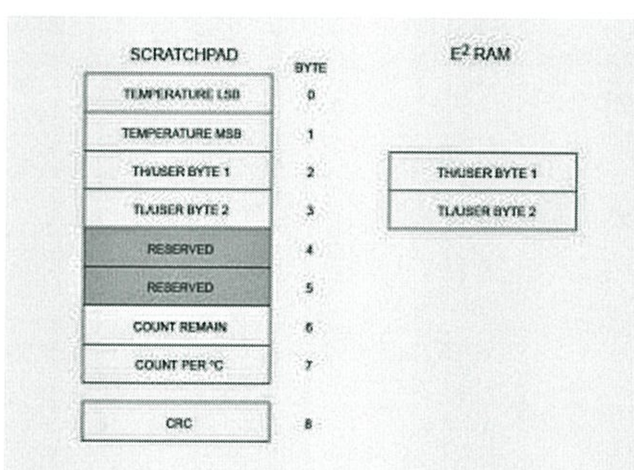
ชุดคำสั่ง	รหัสคำสั่ง	คำอธิบาย
ชุดคำสั่งสำหรับรอม		
Search ROM	0xF0	สำหรับระบุตัวตนหรือรหัสรอมของ DS1820 แต่ละตัวเพื่อตรวจสอบจำนวนอุปกรณ์ทั้งหมดที่เชื่อมต่ออยู่กับสายข้อมูล

Read ROM	0x33	มีผลเช่นเดียวกนกับ Search ROM เพียงแต่สามารถใช้ได้ในกรณีมอุปกรณ์เพียงตัวเดียวเท่านั้น ถ้าใช้ในอุปกรณ์เชื่อมต่ออุปกรณ์หลายต่อจะให้ข้อมูลซ้อนทับกัน
Match ROM	0x55	ใช้ร่วมกับรหัสรอม 64 บิต เพื่อระบุว่ามาสเตอร์จะติดต่อกับอุปกรณ์ลูกตัวไหน โดยที่ตัวรหัสรอมตรงกันเพียงตัวเดียวเท่านั้นในสายข้อมูลที่จะตอบสนองกลับ ตัวอื่นจะรอกระบวนการรีเซ็ต
Skip ROM	0xCC	ใช้ระบุอุปกรณ์ทุกตัวที่เชื่อมต่ออยู่กับสายข้อมูล ซึ่งใช้ในกรณีต้องการส่งคำสั่งแปลงค่า ในระบบที่มีอุปกรณ์เชื่อมต่อเพียงตัวเดียว
Alarm ROM	0xEC	คล้ายกับ Search ROM เพียงแต่อุปกรณ์จะตอบโดยการเซตค่าแจ้งเตือน
ชุดคำสั่งกำหนดหน้าที่		
Convert T	0x44	คำสั่งแปลงเริ่มแปลงค่าอุณหภูมิ ซึ่งจะเก็บค่าไว้ที่สองไบต์แรกของหน่วยความจำ Scratchpad ถ้ามีการอ่านค่าขณะทำการแปลงค่าไม่เสร็จจะทำให้สายข้อมูลมีสถานะเป็นลอจิกต่ำ และสถานะเป็นลอจิกสูงถ้ากระบวนการแปลงค่าเสร็จสิ้นแล้ว
Write Scratchpad	0x4E	มาสเตอร์เขียนค่าไปที่หน่วยความจำ 3 ตัว คือ TH TL และหน่วยความจำสำหรับปรับตั้งค่า (Configuration register)
Read Scratchpad	0xBE	ทำการอ่านค่าจาก Scratchpad ซึ่งสามารถรีเซ็ตได้ตลอดเวลา ถ้าไม่ต้องการอ่านค่าทุกไบต์
Copy Scratchpad	0x48	คัดลอกหน่วยความจำ 3 ตัว คือ TH TL และหน่วยความจำสำหรับปรับตั้งค่า (Configuration register) ไปที่ EEPROM

Recall E^2	0xB8	เรียกคืนค่าหน่วยความจำ 3 ตัว คือ TH TL และหน่วยความจำสำหรับตั้งค่า (Configuration register) ไปที่ EEPROM
Read Power Supply	0xB4	สำหรับเป็นตัวบ่งชี้ว่าอุปกรณ์เชื่อมต่อใช้แหล่งจากไฟจากภายนอกหรือใช้แบบพาราสิทเพาเวอร์ ถ้าเป็นแบบพาราสิทเพาเวอร์อุปกรณ์เชื่อมต่อจะทำให้สายข้อมูลมีสถานะเป็นลอจิกต่ำหลังจากใช้คำสั่งแต่ถ้าไม่จะให้สถานะเป็นลอจิกสูง

2.9.2.1 การอ่านค่าอุณหภูมิ

ข้อมูลแสดงค่าอุณหภูมิของ DS1820 ถูกเก็บอยู่ใน 2 ไบต์แรกของหน่วยความจำ Scratchpad ซึ่งมีทั้งหมด 9 ไบต์



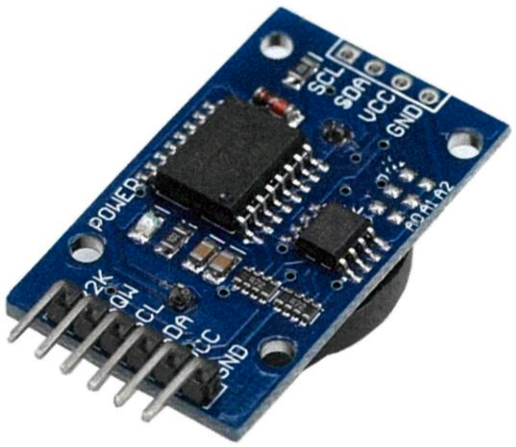
รูปที่ 2.27 แผนที่หน่วยความจำ Scratchpad ของ DS1820

จากรูปที่ 2.27 ข้อมูลอุณหภูมิมีขนาด 16 บิต 2 คอมพลีเมนต์แบบมีเครื่องหมาย ในตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของค่าข้อมูลทั้งสองไบต์กับค่าอุณหภูมิที่วัดได้ โดยข้อมูลจะส่งผ่านสายข้อมูล ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง -55 ถึง 125 องศาเซลเซียส ความละเอียด 0.5 องศาเซลเซียส ต่อหนึ่งบิตดิจิตอล (สามารถเพิ่มความละเอียดเป็น 0.25 องศาเซลเซียสได้)

ตารางที่ 2.3 ลำดับการแปลงค่าข้อมูลและการอ่านค่าอุณหภูมิ

Master mode	Data (LSB first)	**รายละเอียด**
ส่ง	รีเซ็ต	พัลล์รีเซ็ต
รับ	ตอบสนอง	พัลล์ตอบสนอง
ส่ง	CCh	คำสั่ง Skip ROM
ส่ง	44h	คำสั่งแปลงค่าอุณหภูมิ
รับ	ข้อมูล 1 ไบต์	อ่านค่าข้อมูลเพื่อตรวจสอบว่าการแปลงค่าเรียบร้อยหรือไม่ โดย 0 ยังไม่เสร็จ 1 เสร็จสมบูรณ์
ส่ง	รีเซ็ต	พัลล์รีเซ็ต
รับ	ตอบสนอง	พัลล์ตอบสนอง
ส่ง	CCh	คำสั่ง Skip ROM
ส่ง	BEh	คำสั่งอ่านค่าข้อมูลใน Scratchpad
รับ	ข้อมูล 9 ไบต์	ข้อมูลทั้งหมด 9 ไบต์ ถูกส่งออกมาบนสายข้อมูล
ส่ง	รีเซ็ต	พัลล์รีเซ็ต
รับ	ตอบสนอง	พัลล์ตอบสรอง เสร็จสิ้นการแปลงแบะอ่านค่าข้อมูลอุณหภูมิ 1 รอบ
-	-	ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำความคำนวณค่าและแสดงผล

2.10 โมดูลนาฬิกาแบบเวลาจริง RTC Real Time Clock



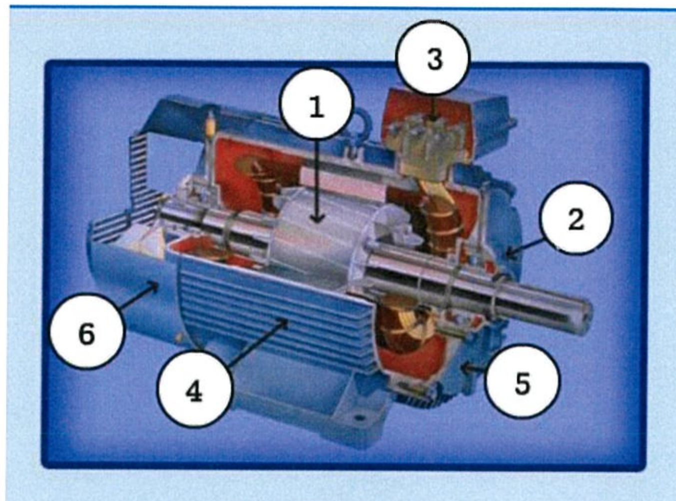
รูปที่ 2.28 DS3231 module

จากรูปที่ 2.28 คือ DS3231 module เป็นโมดูนาฬิกาแบบเวลาจริง RTC (Real Time Clock) ที่มีความถูกต้องแม่นยำสูงเพราะข้างในมีวงจรวัดอุณหภูมิ เพื่อนำอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมมาคำนวนชดเชยความถี่ของ Crystal ที่ถูกรบกวนจากอุณหภูมิภายนอก มาพร้อมแบตเตอร์รี่ ใช้งานได้แม้ไม่มีแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก สามารถตั้งค่า วัน เวลา ได้อย่างง่าย มีไลบารีมาพร้อมใช้งาน สามารถเลือกแสดงผลเวลาแบบ 24 ชั่วโมงหรือแบบ 12 ชั่วโมง

2.11 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor : D.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกได้ดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่ มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor) มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor) มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

2.11.1 ส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ 2.29 ส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง [14]

จากรูปที่ 2.29 แสดงส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) คือขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวรขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์

2) ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces) คือแกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Eddy Current) ที่จะทำให้ความเข้าของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้กำเนิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุดแทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี

3) โครงมอเตอร์ (Motor Frame) คือส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึดส่วนอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ โครงมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

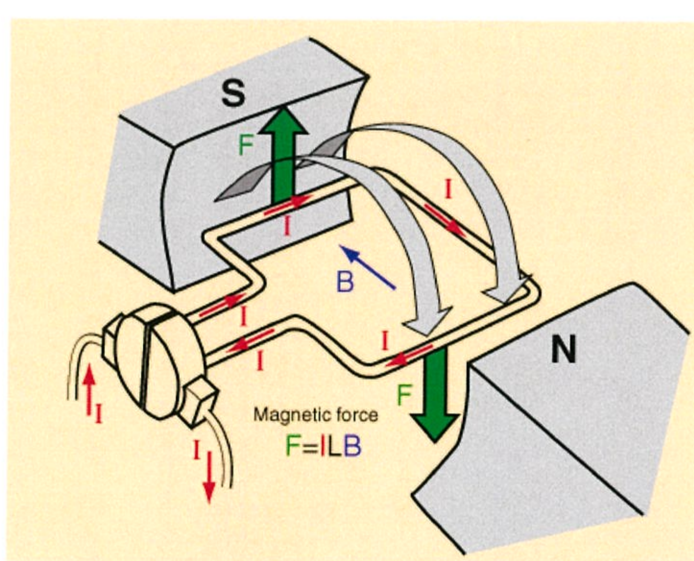
4) อาร์เมเจอร์ (Armature) คือส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ตัวอาร์เมเจอร์ทำจากเหล็กแผ่นบางๆ อัดซ้อนกันถูกเซาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ขดลวดอาร์เมเจอร์

เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน ร่องขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่และมีลิ่มไฟเบอร์อัดแน่นขึดขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์ อาร์เมอเจอร์ผลักดันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

5) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) อาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมอร์

6) แปรงถ่าน (Brush) คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงจกแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์

2.11.2 การทำงานของมอเตอร์

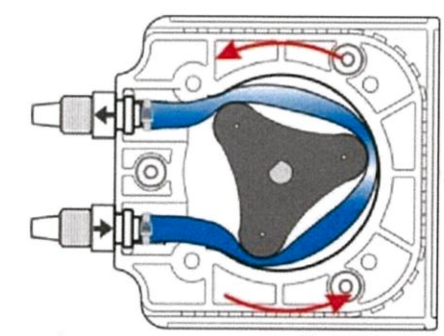


รูปที่ 2.30 การทำงานของมอเตอร์ [14]

จากรูปที่ 2.30 แสดงการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันไฟตรงจ่ายผ่านแปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์ ผ่านไปให้ขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา ทางด้านซ้ายมือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านขวาเป็นขั้วใต้ (S) เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ๆ เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกัน อาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์ เปลี่ยนไปในอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ๆอีกครั้ง ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลา เกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์คือมอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน

2.12 ปั๊มรีดท่อ

ปั๊มรีดท่อ (Peristaltic pump) หรือปั๊มรีดสายยาง เป็นปั๊มที่ถูกนำไปใช้กับงานได้หลากหลาย เนื่องจากเป็นปั๊มที่ไม่มีชิ้นส่วนใดของปั๊มที่จะสัมผัสกับของเหลวในสายยางเลยและสามารถตั้งค่าปริมาตรที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ



รูปที่ 2.31 การทำงานของปั๊มรีดท่อ [15]

ปั๊มจะทำการหมุนตัวลูกรีดไปกดที่สายยาง แล้วกดเอาของเหลวให้เคลื่อนที่ไปตามลูกรีดโดยสายยางจะอยู่ที่เดิม เมื่อหมุนลูกรีดไปเรื่อยๆ ของเหลวย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้โดยไม่ต้องสัมผัสกับสิ่งใดเลยดังรูปที่ 2.31

2.13 NETPIE

NETPIE (Network Platform for Internet of Everything) เป็น IoT (Internet of Things) Cloud Platform ที่พัฒนาขึ้นโดยทีมงานวิจัยและเปิดให้บุคคลทั่วไปใช้งานโดยมี Web Portal ที่ให้สามารถลงทะเบียนและจัดการตัวตนและสิทธิ์ของแอปพลิเคชั่นและอุปกรณ์ได้ที่เว็บไซต์ https://netpie.io NETPIE มี Client Library หรือที่เรียกว่า Microgear ซึ่งทำหน้าที่สร้างและดูแลช่องทางสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับ NETPIE รวมไปถึงรักษาความปลอดภัยในการส่งข้อมูล

2.13.1 Microgear

Microgear คือ ซอฟต์แวร์ไลบรารี่ของ NETPIE ที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อสื่อสารผ่านคลาวด์ของ NETPIE Microgear เปรียบเสมือนตัวกลางและผู้ช่วยในการสร้างและดูแลการเชื่อมต่อ ให้มีความเสถียร ปลอดภัย ให้การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เป็นไปอย่างราบรื่น

Microgear แต่ละชนิดอาจมีชื่อและชนิดของฟังก์ชั่นแตกต่างกันตามลักษณะของการเขียนโปรแกรมในภาษานั้นๆ เช่น

- create สร้าง Microgear เพื่อเริ่มต้นใช้งาน
- connect เชื่อมต่อ Microgear เข้ากับคลาวด์ของ NETPIE
- setAlias กำหนดชื่อเล่นของอุปกรณ์เพื่อใช้ระบุตัวตนของอุปกรณ์ภายใน NETPIE
- chat ส่งข้อความแบบเจาะจงผู้รับ
- publish ส่งข้อความแบบไม่เจาะจงผู้รับไปยังหัวข้อสนทนาที่กาหนด
- subscribe ระบุความสนใจในหัวข้อสนทนา บอกรับข้อความที่เกิดขึ้นบนหัวข้อนั้นๆ
- unsubscribe ยกเลิกการบอกรับข้อความในหัวข้อสนทนาที่เคย subscribe ไว้
- resetToken ยกเลิกใบอนุญาต (Token) และลบใบอนุญาตออกจาก cache บนอุปกรณ์
- useTLS ระบุว่าต้องการสร้างการเชื่อมต่อแบบเข้ารหัสระหว่าง Microgear กับคลาวด์ของ NETPIE
- on ตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่สนใจผ่านการเรียก Callback Function

การทำงานของ Microgear เป็นแบบ Event-driven จึงต้องตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ ด้วยการเขียน Callback Function ซึ่งชนิดของเหตุการณ์ที่สามารถเกิดขึ้น มีดังนี้

- connected เกิดขึ้นเมื่อ Microgear เชื่อมต่อกับ NETPIE สำเร็จ
- closed เกิดขึ้นเมื่อ Microgear ปิดการเชื่อมต่อกับ NETPIE
- error เกิดขึ้นเมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้นกับ Microgear
- message เกิดขึ้นเมื่อมีข้อความเข้ามาที่อุปกรณ์
- present เกิดขึ้นเมื่อมีอุปกรณ์ใน AppID เดียวกันเชื่อมต่อเข้ามาบน NETPIE
- absent เกิดขึ้นเมื่อมีอุปกรณ์ใน AppID เดียวกันหายไปจากการเชื่อมต่อกับ NETPIE

2.13.2 NETPIE Freeboard

Freeboard เป็น Web Application ที่สามารถสร้าง Dashboard เพื่อแสดงผลสำหรับ IoT แอปพลิเคชั่นโดยสามารถใช้เป็นกระดานส่วนตัว สามารถวางปุ่มกดสวิตช์ไว้ใช้สาหรับควบคุมอุปกรณ์ หรือวางหน้าปัดเพื่อแสดงผลข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากอุปกรณ์ เช่น เซนเซอร์ในระบบ IoT นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลเป็นกราฟได้ ส่วนหน้ากระดานหรือ Dashboard นั้น สามารถปรับแต่งได้โดยง่าย เพียงแค่ป้อนข้อมูลเข้าหรือกำหนดคำสั่งก็สามารถทำงานได้แล้ว โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเขียน HTML Web Page เองและที่สำคัญคือข้อมูลนั้นมีการอัพเดทแบบ Real-time มีความเสถียรและเชื่อถือได้ และเป็น Open-Source ซึ่งทำให้นักพัฒนาสามารถต่อยอดให้ดียิ่งขึ้นได้อีกด้วย

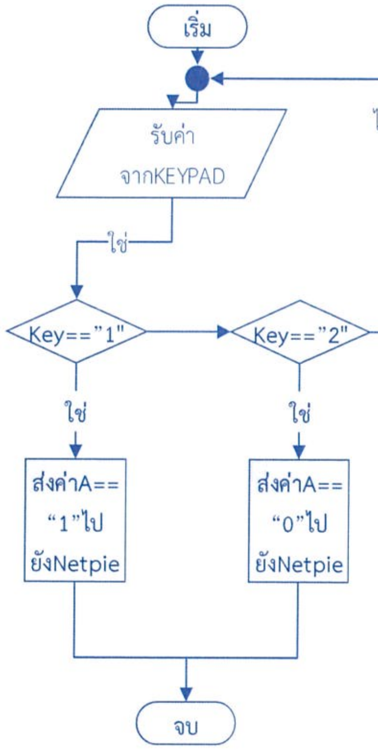
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

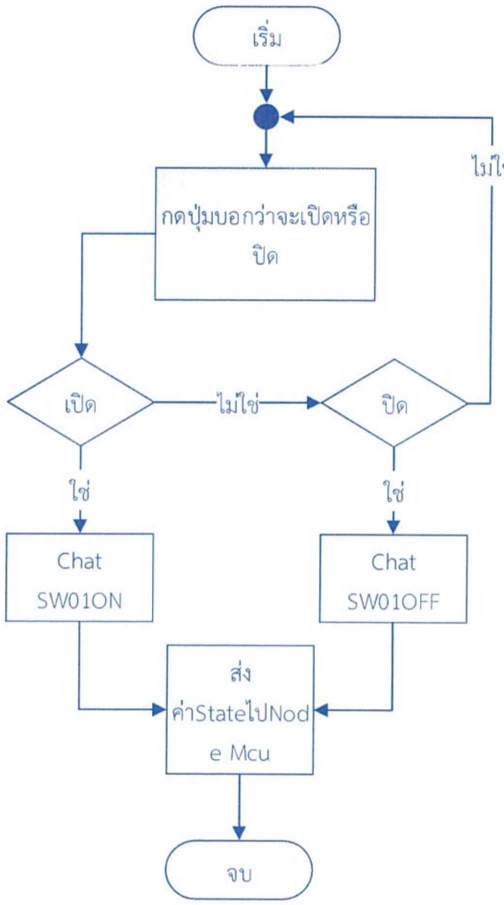
การออกแบบระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบหมุนที่สามารถปลูกพืชได้โดยสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ เช่น อุณหภูมิ, ระดับน้ำ, เวลาเปิด-ปิดไฟ จะนำทฤษฎีจากบทที่ 2 มาใช้สำหรับออกแบบและพัฒนาระบบ โดยเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมของระบบและอธิบายรายละเอียดต่างๆในการออกแบบและพัฒนาระบบ

3.1.1 การตั้งค่าการเปิดปิดไฟ



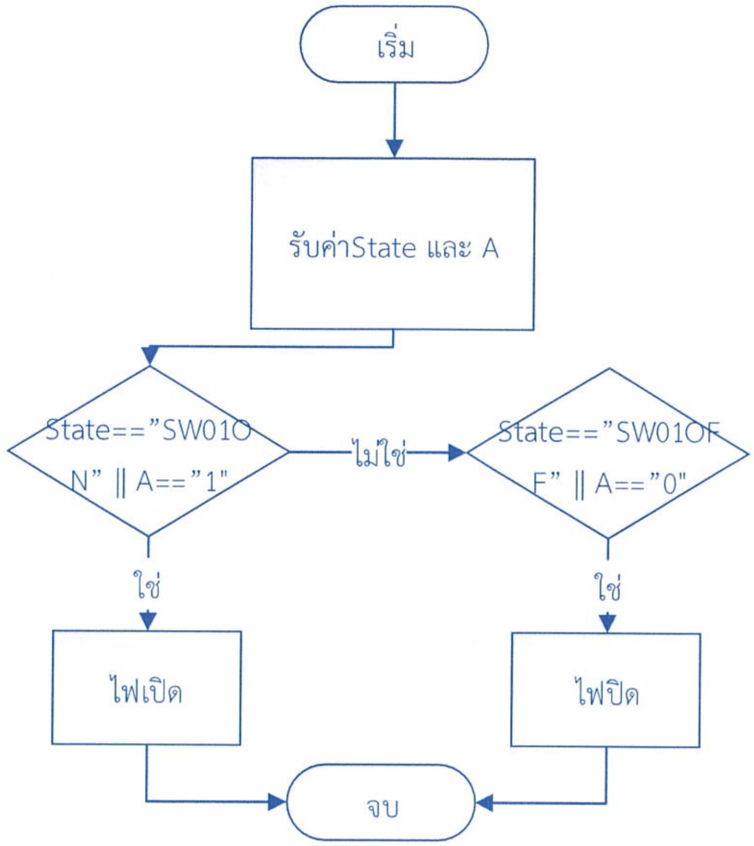
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานการตั้งค่าการเปิดปิดไฟของอาร์ดูโน่

จากรูปที่ 3.1 เป็นเมนูการตั้งค่าการเปิดและปิดไฟ เมื่อเข้าสู่เมนูนี้ถ้ากดปุ่มหมายเลข 1 เป็นการกำหนดให้ตัวแปร A มีค่าเท่ากับ 1 และถ้ากดปุ่มหมายเลข 2 เป็นการกำหนดให้ตัวแปร A มีค่าเป็น 0 แล้วส่งค่าไปยังบอร์ด NodeMCU เพื่อสั่งการการเปิดและปิดของหลอดไฟ



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานการตั้งค่าการเปิดปิดไฟจาก NETPIE

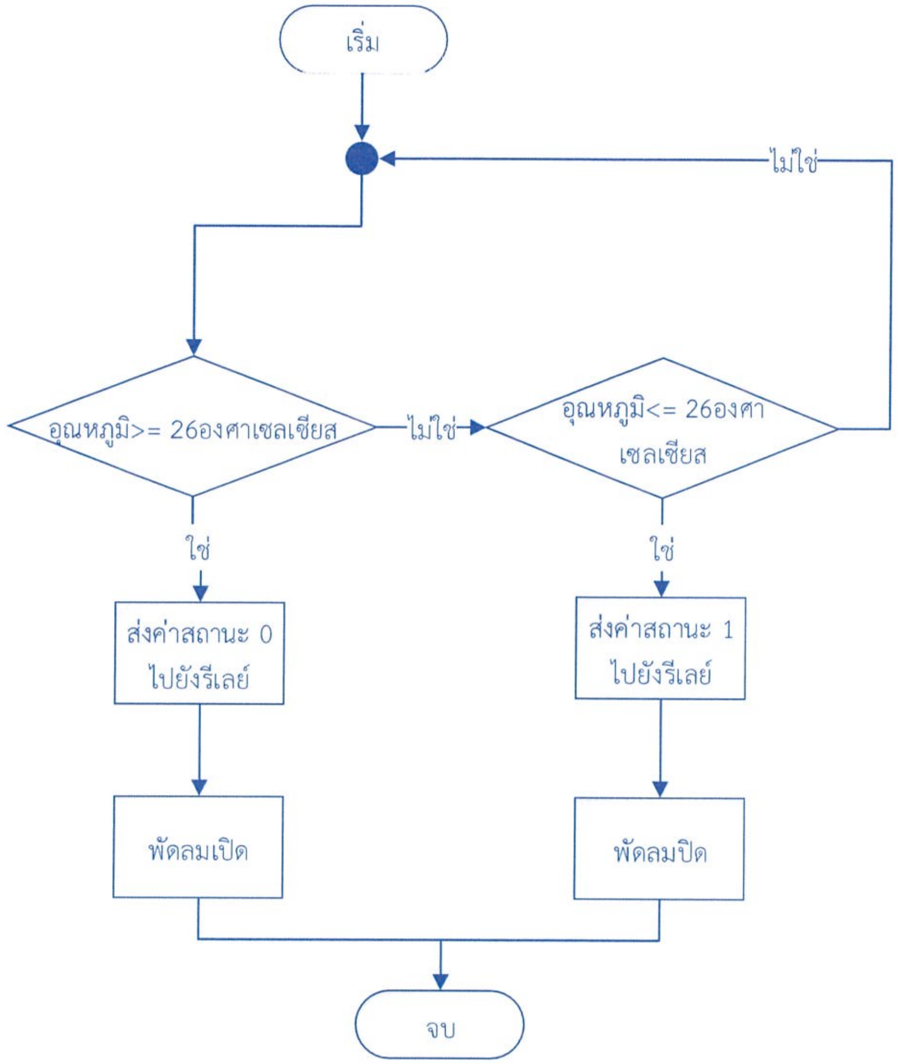
จากรูปที่ 3.2 เป็นเมนูการตั้งค่าการเปิดและปิดไฟผ่าน NETPIE ถ้ากดปุ่ม ON ทาง NETPIE จะใช้ฟังก์ชั่นที่เรียก Microgear Chat ส่งข้อความว่า SW02ON และถ้ากด OFF ทาง NETPIE จะใช้ฟังก์ชั่นที่เรียก Microgear Chat ส่งข้อความว่า SW02OFF ไปยัง NodeMCU



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานการตั้งค่าการเปิดปิดไฟจาก NodeMCU

จากรูปที่ 3.3 เป็นเมนูการตั้งค่าการเปิดและปิดไฟ เมื่อเข้าสู่เมนูนี้ เมื่อรับค่าจากทางอาร์ดูโน่ หรือ NETPIE จะมาตรวจสอบเงื่อนไขสถานะ ในเงื่อนไขแรกนั้น ถ้าสถานะที่ส่งมาจาก NETPIE คือ SW01ON หรือ ค่า A ที่ส่งมาจากอาร์ดูโน่ คือ 1 หลอดไฟจะเปิด ในเงื่อนไขที่ 2 นั้นถ้าสถานะที่ส่งมาจาก NETPIE คือ SW01OFF หรือค่า A ที่ส่งมาจากอาร์ดูโน่คือ 0 หลอดไฟจะปิด

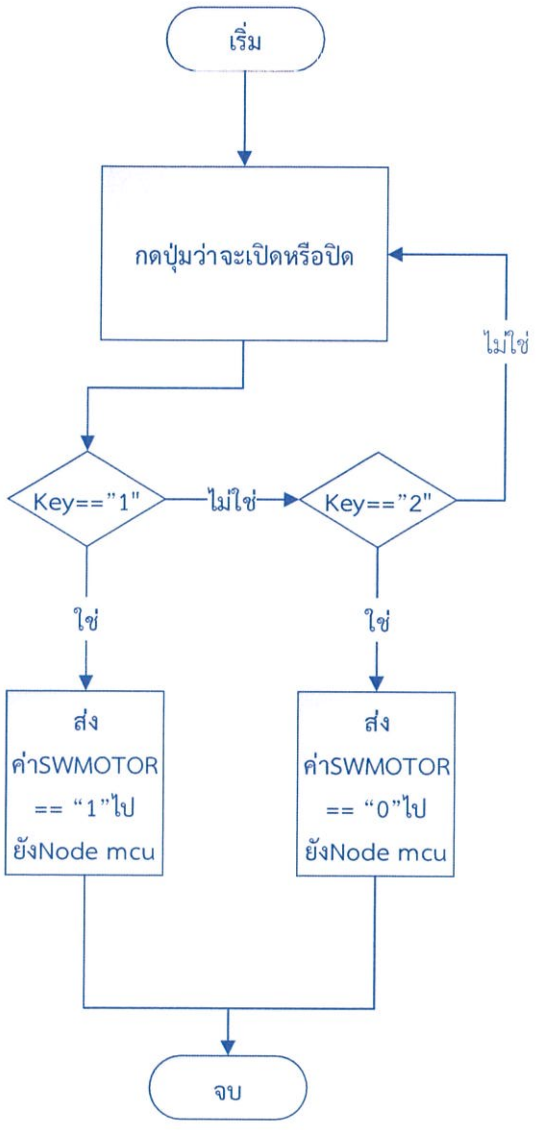
3.1.2 การทำงานในการควบคุมอุณหภูมิของน้ำ



รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานการควบคุมอุณหภูมิน้ำ

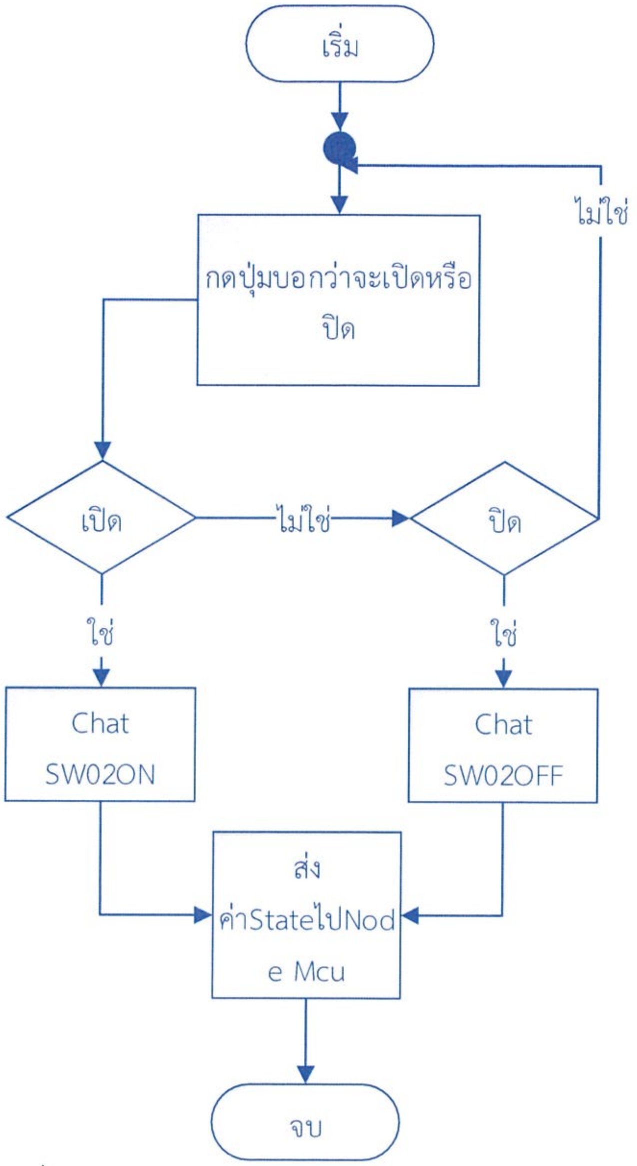
จากรูปที่ 3.4 ในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์นั้น ต้องใช้น้ำที่มีอุณหภูมิไม่ควรเกิน 28 องศาเซลเซียส ถ้าเกิดว่าอุณหภูมิเกิน จะทำการเปิดพัดลมเป่าไปที่ผิวน้ำ ทำให้เกิดเป็นไอน้ำพัดพาความร้อนออกไป ทำให้อุณหภูมิลด เมื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียสแล้ว พัดลมจะหยุดทำงาน

3.1.3 การตั้งค่าการเปิดปิดมอเตอร์



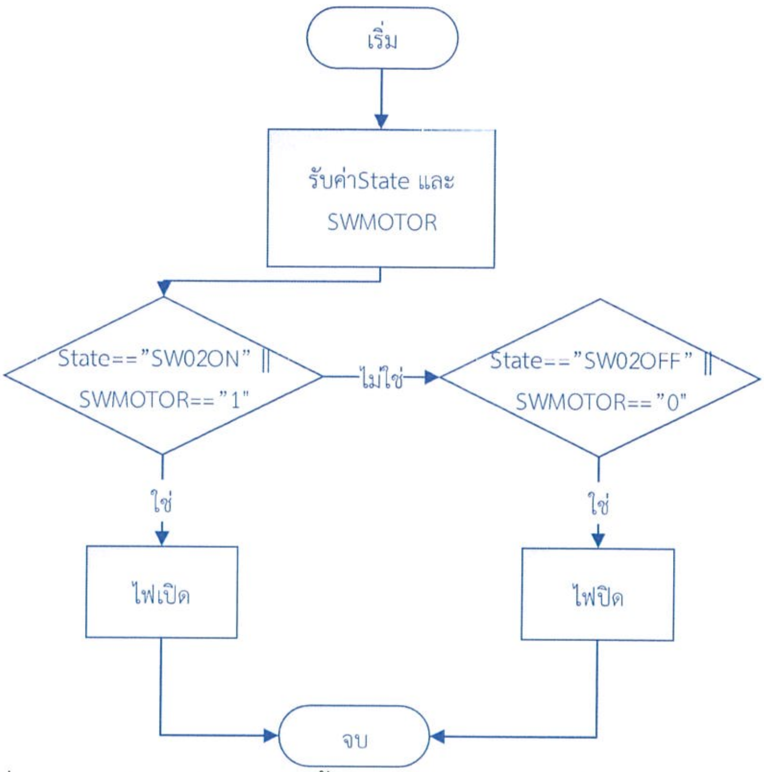
รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของการเปิดปิดมอเตอร์ผ่านอาร์ดูโน่

จากรูปที่ 3.5 เป็นเมนูการตั้งค่าการเปิดและปิดปิดมอเตอร์เมื่อเข้าสู่เมนูนี้ ถ้ากด 1 จะให้ตัวแปร SWMOTOR=1 และถ้ากด 2 จะให้ตัวแปร SWMOTOR=0 แล้วส่งค่าไปยังบอร์ด NodeMCU



รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของการเปิดปิดมอเตอร์ผ่าน NETPIE

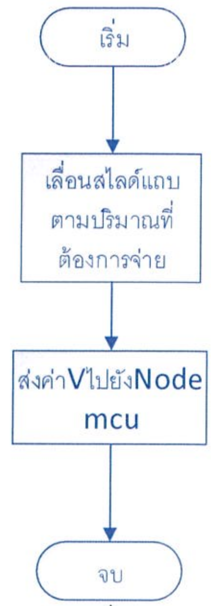
จากรูปที่ 3.6 เป็นเมนูการตั้งค่าการเปิดและปิดมอเตอร์ เมื่อเข้าสู่เมนูนี้จะเป็นปุ่มกด ON และ OFF ถ้ากด ON ทาง NETPIE จะใช้ฟังก์ชั่นที่เรียก Microgear Chat ส่งข้อความว่า SW02ON และถ้ากด OFF ทาง NETPIE จะใช้ฟังก์ชั่นที่เรียก Microgear Chat ส่งข้อความว่า SW02OFF ไปยัง NodeMCU



รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานการตั้งค่าการเปิดปิดมอเตอร์ไฟจาก NodeMCU

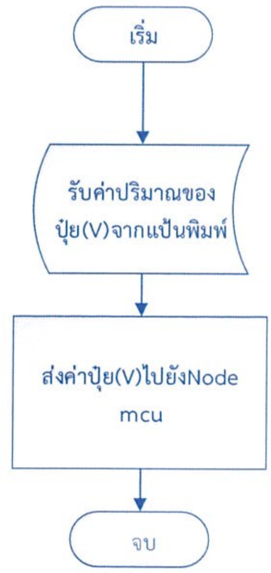
จากรูปที่ 3.7 เป็นเมนูการตั้งค่าการเปิดและปิดมอเตอร์ เมื่อเข้าสู่เมนูนี้ เมื่อรับค่าจากทางอาร์ดูโน่ หรือ NETPIE จะมาตรวจสอบเงื่อนไข สถานะในเงื่อนไขแรกนั้น ถ้าสถานะที่ส่งมาจาก NETPIE คือ SW02ON หรือ ค่า SWMOTOR ที่ส่งมาจากอาร์ดูโน่ คือ 1 มอเตอร์จะทำงาน ในเงื่อนไขที่ 2 นั้น ถ้าสถานะที่ส่งมาจาก Net pie คือ SW02OFF หรือ ค่า SWMOTOR ที่ส่งมาจากอาร์ดูโน่ คือ 0 มอเตอร์จะไม่ทำงาน

3.1.4 การทำงานการสั่งจ่ายสารละลายปุ๋ย



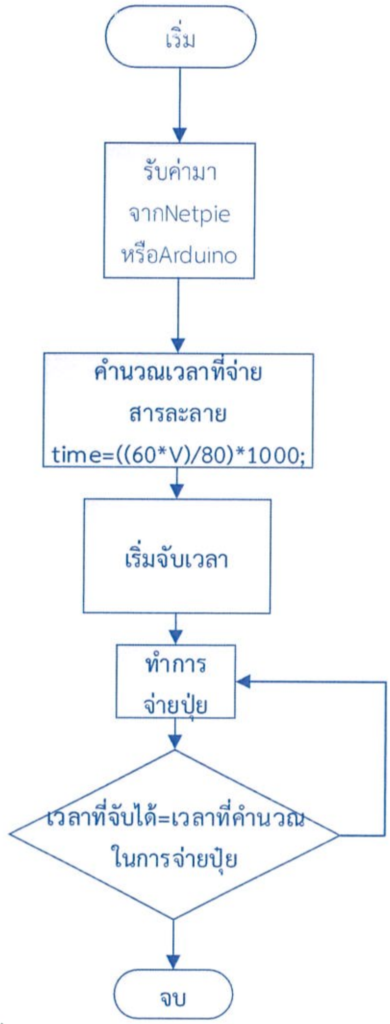
รูปที่ 3.8 แผนผังการทำงานการสั่งจ่ายสารละลายปุ๋ยจาก NETPIE

จากรูปที่ 3.8 แสดงแผนผังการทำงานการจ่ายสารละลายปุ๋ยจาก NETPIE ใน Netpie Freeboard จะมี Slider Widget เอาไว้รับค่าจาก NETPIE แล้วส่งมายังบอร์ด NodeMCU ในที่นี้จะรับปริมาณที่สารละลายปุ๋ยหน่วยมิลลิลิตร แล้วส่งค่ามาเก็บในตัวแปร V ใน NodeMCU



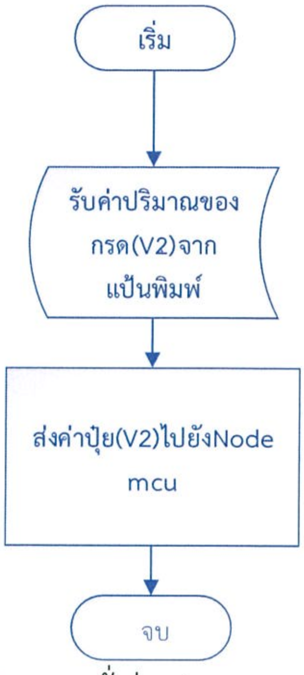
รูปที่ 3.9 แผนผังการทำงานการสั่งจ่ายสารละลายปุ๋ยจาก Arduino

จากรูปที่ 3.9 แสดงแผนผังการทำงานการจ่ายสารละลายปุ๋ย ในการทำงานจะป้อนตัวเลขผ่านแป้นพิมพ์ แล้วส่งค่าจาก Arduino ส่งไปยัง NodeMCU



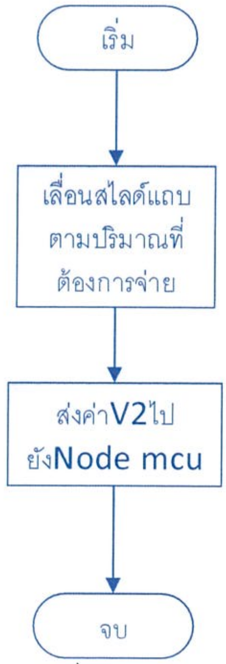
รูปที่ 3.10 แผนผังการทำงานการจ่ายสารละลายปุ๋ย

จากรูปที่ 3.10 แสดงแผนผังการทำงานการจ่ายสารละลายปุ๋ย เมื่อได้รับค่ามาจาก NETPIE หรือ Arduino แล้วจะทำการหาเวลาที่จะใช้ในการจ่ายสารละลายปุ๋ย แล้วทำการจ่ายสารละลายเป็นเวลาเท่ากับเวลาที่คำนวณได้ เมื่อจับเวลาแล้วเวลาเท่ากัน จะทำการหยุดจ่ายสารละลายปุ๋ย



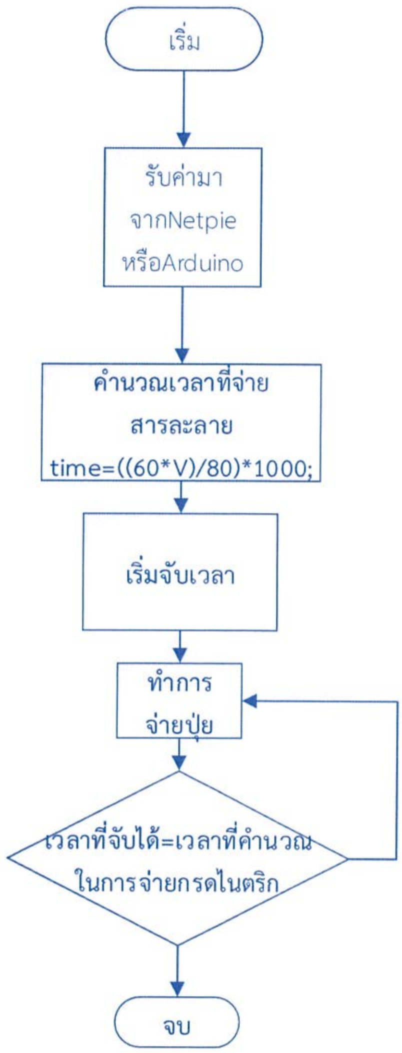
รูปที่ 3.11 แผนผังการทำงานการสั่งจ่ายสารละลายกรดไนตริกจาก Arduino

จากรูปที่ 3.12 แสดงแผนผังการทำงานการจ่ายสารละลายกรดไนตริกในการทำงาน จะป้อนตัวเลขผ่านแป้นพิมพ์ แล้วส่งค่าจาก Arduino ส่งไปยัง NodeMCU



รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานการสั่งจ่ายสารละลายกรดไนตริกจาก NETPIE

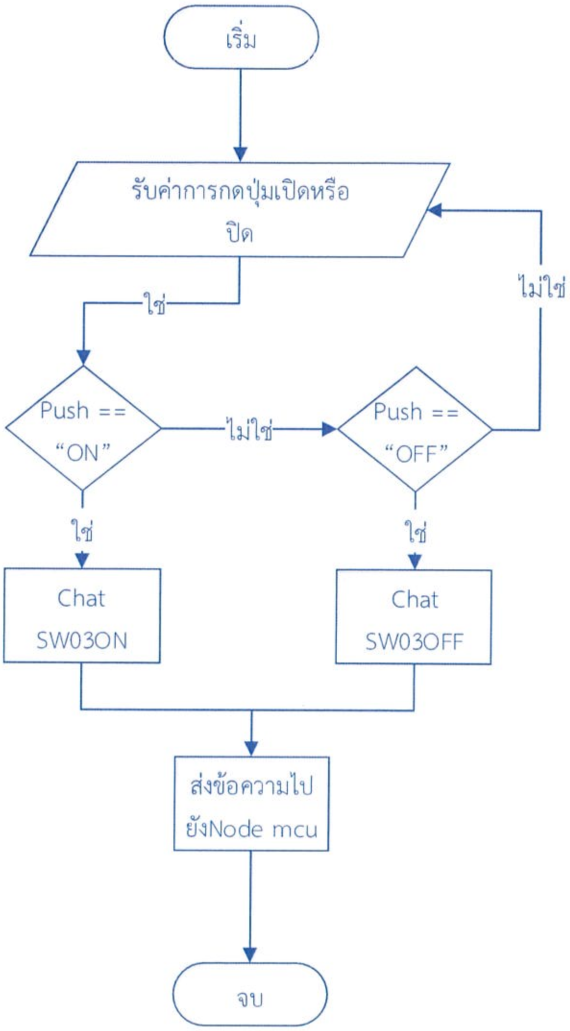
จากรูปที่ 3.12 แสดงแผนผังการทำงานการจ่ายสารละลายกรดไนตริกจาก NETPIE ใน NETPIE Freeboard จะมี Slider Widget เอาไว้รับค่าจาก NETPIE แล้วส่งมายังบอร์ด NodeMCU ในที่นี้จะรับปริมาณที่สารละลายกรดไนตริกหน่วยมิลลิลิตรแล้วส่งค่ามาเก็บในตัวแปร V ใน NodeMCU



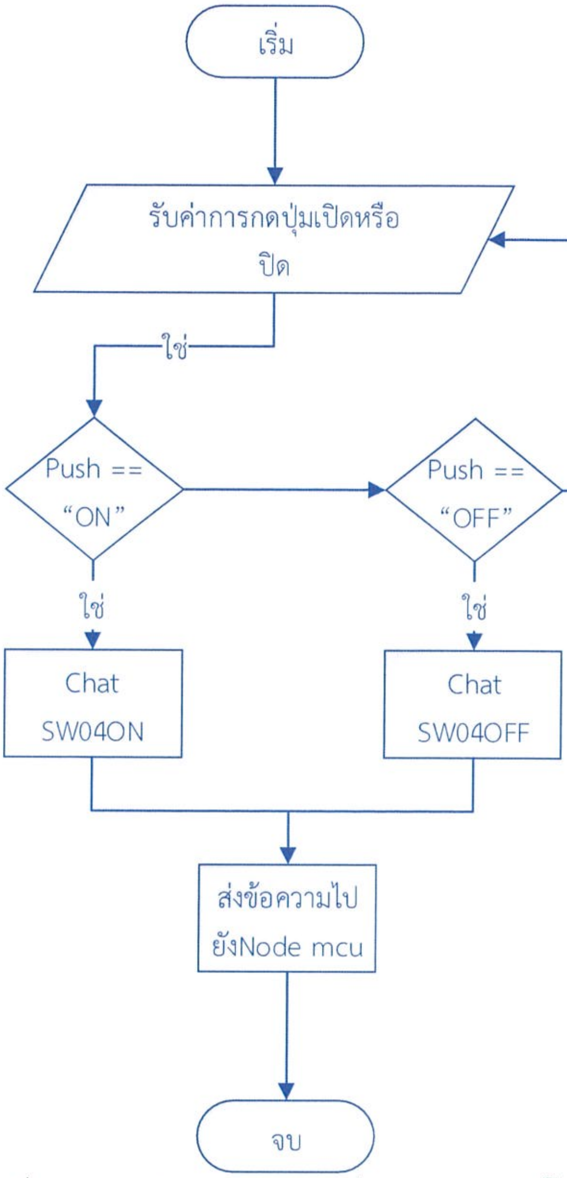
รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานการจ่ายสารละลายปุ๋ย

จากรูปที่ 3.13 แสดงแผนผังการทำงานการจ่ายสารละลายกรดไนตริก เมื่อได้รับค่ามาจาก NETPIE หรือ Arduino จะทำการหาเวลาที่จะใช้ในการจ่ายสารละลายกรดไนตริก แล้วทำการจ่ายสารละลาย เป็นเวลา เท่ากับเวลาที่คำนวณได้ เมื่อจับเวลาแวเวลาเท่ากันจะทำการหยุดจ่ายสารละลายกรดไนตริก

3.1.5 การสั่งงานเปิดและปิดวาล์วน้ำและปั๊มน้ำ

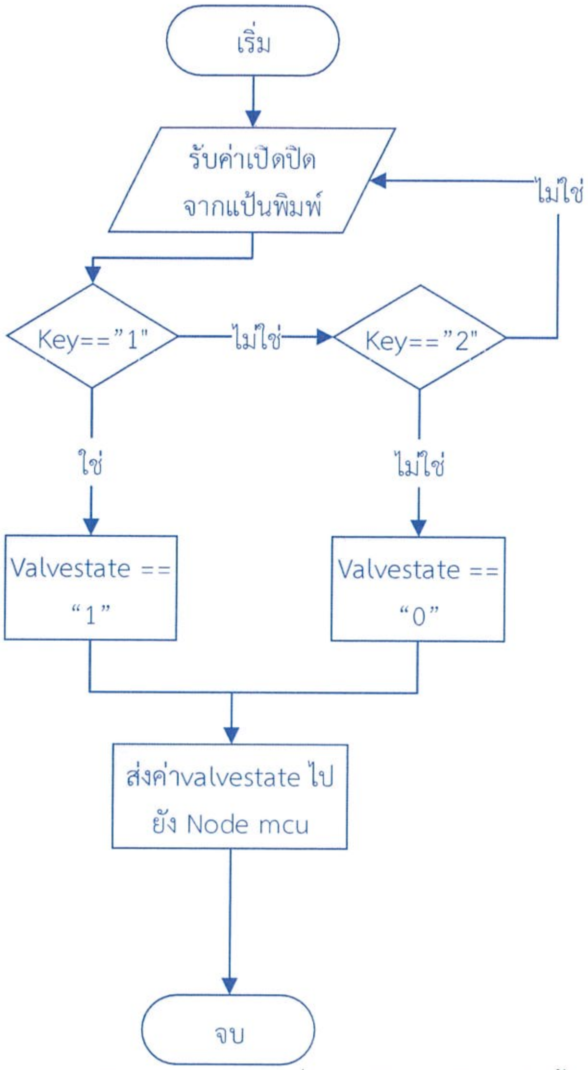


รูปที่ 3.15 แผนผังการทำงานการสั่งงานเปิดและปิดวาล์วของ NETPIE

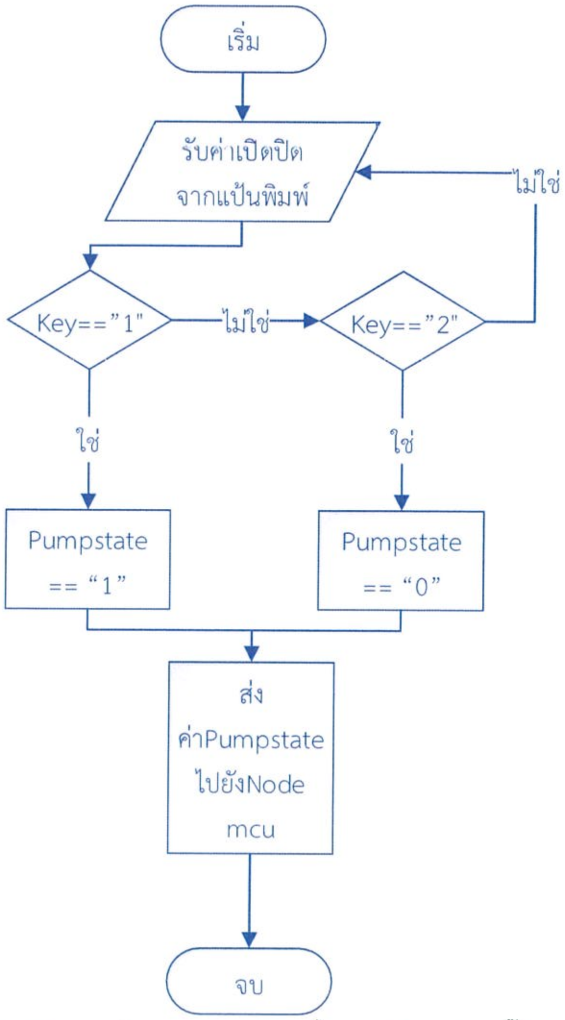


รูปที่ 3.15 แผนผังการทำงานการสั่งงานเปิดและปิดปั๊มของ NETPIE

จากรูปที่ 3.14 และ 3.15 เป็นเมนูการสั่งงานเปิดและปิดวาล์วและปั๊มน้ำในการเปิดและปิดวาร์น้ำและปั๊มน้ำ เมื่อเข้าสู่เมนูนี้ จะเป็นปุ่มกด ON และ OFF ถ้ากดปุ่ม ON ทาง NETPIE จะใช้ฟังก์ชั่นที่เรียก Microgear Chat ในกรณีของการเปิดและปิดวาล์วน้ำ ส่งข้อความว่าSW03ON และถ้ากดปุ่ม OFF ทาง NETPIE จะใช้ฟังก์ชั่นที่เรียก Microgear Chat ส่งข้อความว่า SW03OFF ไปยัง NodeMCU ในกรณีของการเปิดและปิดปั๊มน้ำส่งข้อความว่า SW04ON และกด OFF ทาง NETPIE จะใช้ฟังก์ชั่นที่เรียก Microgear Chat ส่งข้อความว่า SW04OFF ไปยัง NodeMCU

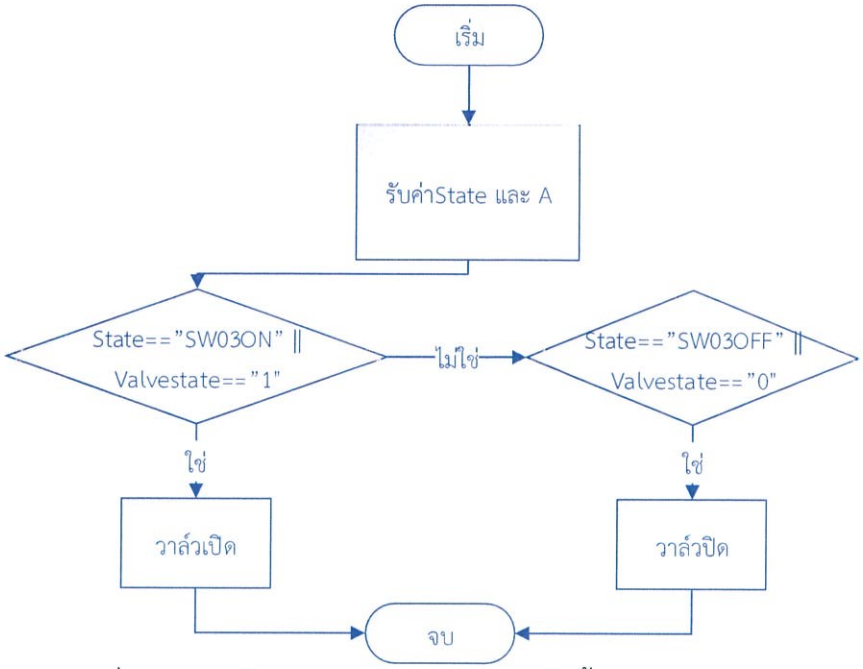


รูปที่ 3.17 แผนผังการทำงานการสั่งงานเปิดและปิดวาล์วน้ำของอาร์ดูโน่

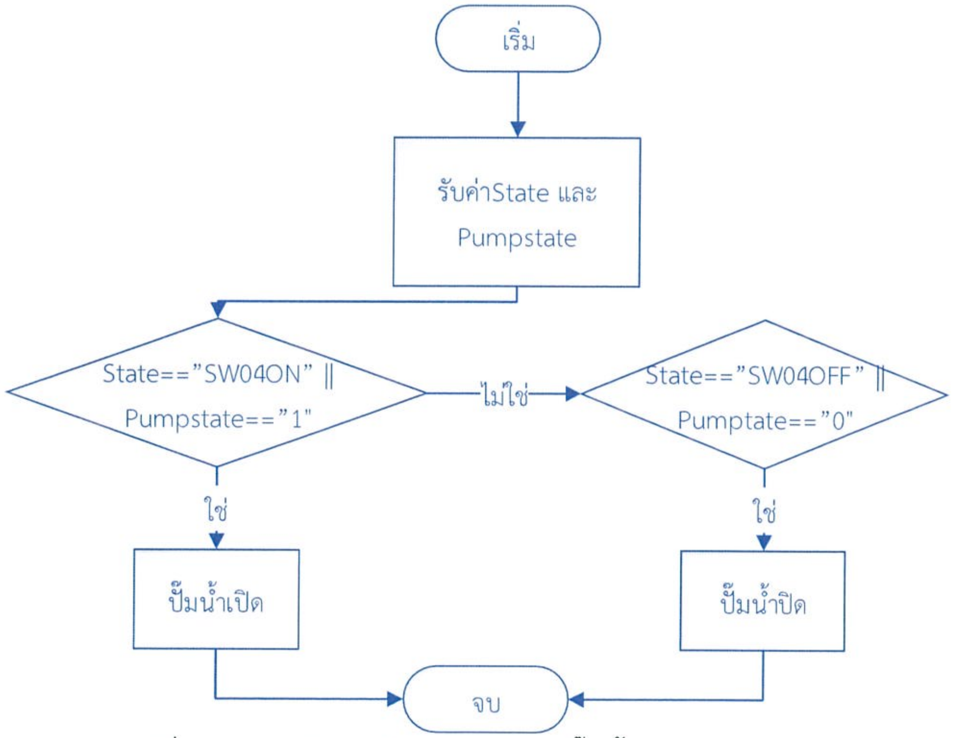


รูปที่ 3.17 แผนผังการทำงานการสั่งงานเปิดและปิดปั๊มของอาร์ดูโน่

จากรูปที่ 3.16 และ 3.17 เป็นเมนูการสั่งงานการเปิดและปิดวาล์วน้ำและปั๊มน้ำ เมื่อเข้าสู่เมนูนี้ สำหรับการเปิดและปิดวาล์วน้ำถ้ากด 1 จะให้ตัวแปร Valvestate = 1 และถ้ากด 2 จะให้ตัวแปร Valvestate = 0 สำหรับกรณีการเปิดและปิดปั๊มน้ำถ้ากด 1 จะให้ตัวแปร Pumpstate = 1 และถ้ากด2 จะให้ตัวแปร Pumpstate = 0 แล้วส่งค่าไปยังบอร์ด NodeMCU



รูปที่ 3.18 แผนผังการทำงานการเปิดปิดวาล์วน้ำจาก NodeMCU

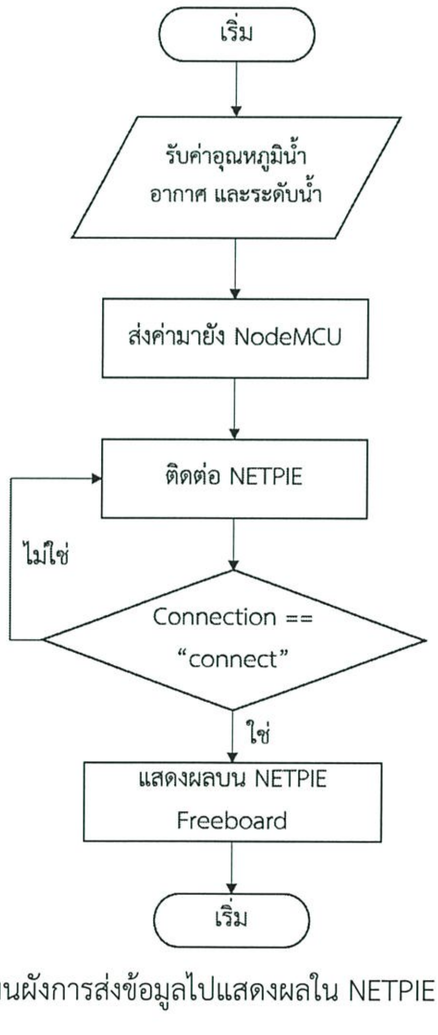


รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานการเปิดปิดปั๊มน้ำจาก NodeMCU

จากรูปที่ 3.18 และ 3.19 เป็นเมนูการเปิดและปิดวาล์วและปั๊มน้ำ เมื่อรับค่าจากทางอาร์ดูโน่ หรือ NETPIE จะมาตรวจสอบเงื่อนไข สถานะกรณีแรก ในเงื่อนไขแรกนั้น ถ้าสถานะ ที่ส่งมาจาก NETPIE คือ SW03ON หรือ ค่า Valvestate ที่ส่งมาจากอาร์ดูโน่ คือ 1 วาร์วจะเปิด ในเงื่อนไขที่ 2 นั้น ถ้าสถานะที่ส่งมาจาก NETPIE คือ SW03OFF หรือค่า Pumpstate ที่ส่งมาจากอาร์ดูโน่คือ 0 วาล์วจะปิด

ในกรณีที่สองเงื่อนไขแรกนั้น ถ้าสถานะ ที่ส่งมาจาก Net pie คือ SW04ON หรือ ค่า Pumpstate ที่ส่งมาจาก อาร์ดูโน่ คือ 1 ปั๊มน้ำจะเปิด ในเงื่อนไขที่2นั้น ถ้าสถานะ ที่ส่งมาจาก Net pie คือ SW04OFF หรือ ค่า Pumpstate ที่ส่งมาจากอาร์ดูโน่คือ 0 ปั๊มน้ำจะปิด

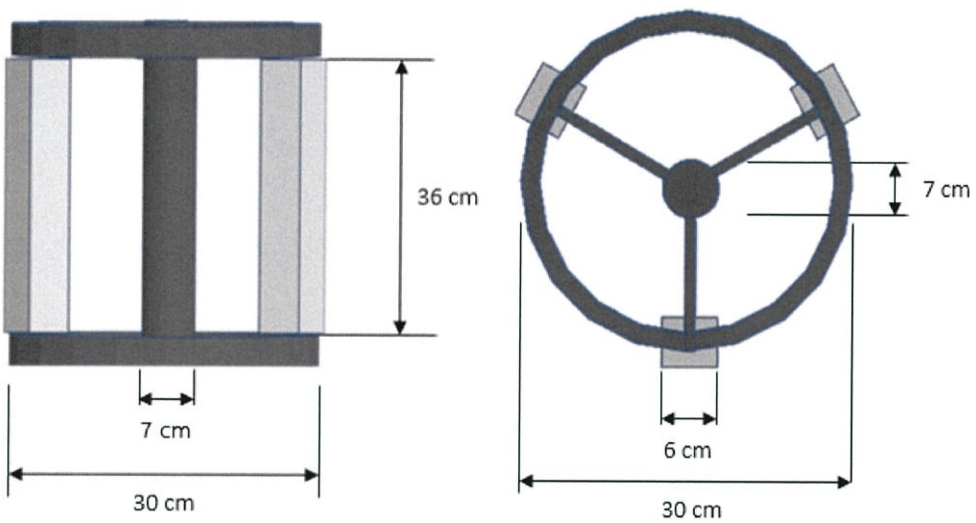
3.1.6 การส่งข้อมูลไปแสดงผลในNETPIE Freeboard



รูปที่ 3.20 แผนผังการส่งข้อมูลไปแสดงผลใน NETPIE Freeboard

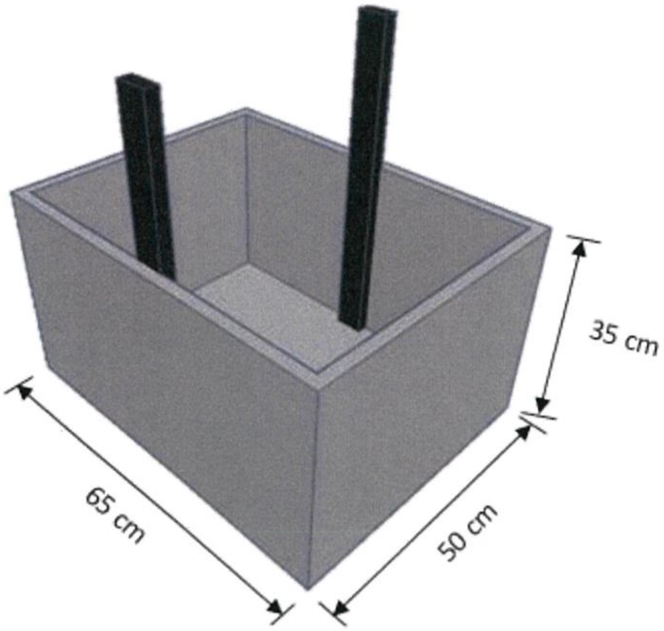
จากรูปที่ 3.20 เป็นการส่งข้อมูลไปแสดงผลใน NETPIE Freeboard โดยในเริ่มนั้น บอร์ด Arduino จะเป็นตัวรับค่า จากเซนเซอร์ต่างๆ โดยจะรับค่า อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ระดับน้ำ แล้วเมื่อArduino รับค่ามาแล้วจะทำการส่งค่าแบบ Serial มายัง บอร์ด NodeMCU เมื่อทาง NodeMCU รับค่ามาแล้วจะทำการรอการเชื่อมต่อกับ NETPIE เมื่อเกิดการเชื่อมต่อ จะส่งค่าไปยัง datasource ของ NETPIE แล้วจะทำการดึงค่ามาแสดงผล

3.1.7 การออกแบบชิ้นงาน



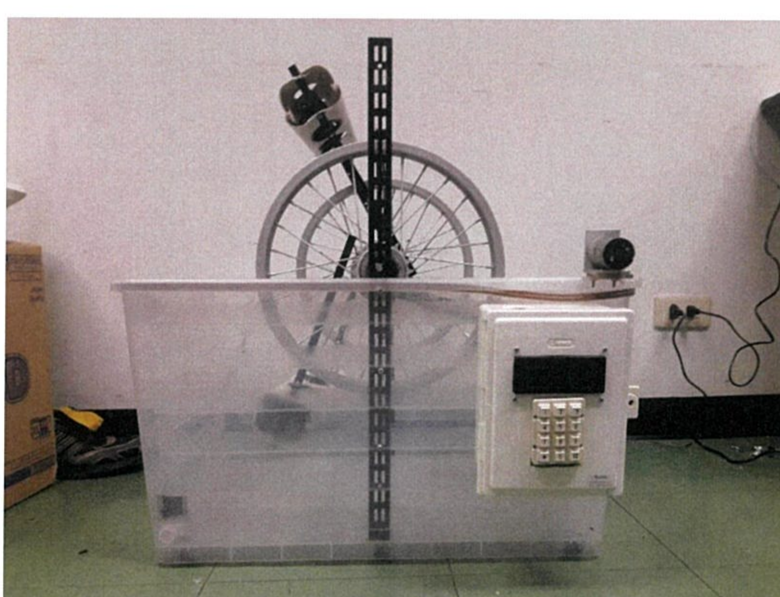
รูปที่ 3.21 การออกแบบในส่วนของแปลงปลูกผัก

จากรูปที่ 3.21 แสดงการออกแบบในส่วนของแปลงปลูกผัก จะใช้วงล้อเป็นล้อจักรยานเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. มีแกนเฟือง 7 ซม. ต่อผ่านโซ่กับเฟืองเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ซม. ที่เชื่อมต่อกับมอเตอร์กระแสตรง ในส่วนของแปลงจะใช้รางครอบสายไฟที่ตัดแล้วมีขนาด กว้าง 7 ซม. ยาว 36 ซม. สูง 6 ซม.



รูปที่ 3.22 การออกแบบในส่วนของตัวถัง

จากรูปที่ 3.22 แสดงการออกแบบในส่วนของตัวถังที่รองรับส่วนแปลงปลูก ที่เป็นกล่องขนาด กว้าง 50 ซม. ยาว 65 ซม. สูง 35 ซม. มีแกนเหล็กที่ยาว 60 ซม. ไว้ยึดตัวแปลงปลูกผัก



รูปที่ 3.23 แปลงปลูกผักไร้ดินแบบหมุน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. Arduino mega 2560 จำนวน 1 ตัว
2. เซนเซอร์วัดระยะทาง HC-SR04 จำนวน 1 ตัว
3. โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11 จำนวน 1 ตัว
4. โมดูลวัดอุณหภูมิแบบกันน้ำได้ DS18B20 จำนวน 1 ตัว
5. โมดูลแป้นพิม 4x3 จำนวน 1 ตัว
6. Character LCD Display 20x4 with I2C Module จำนวน 1 ตัว
7. โซลินอยด์วาล์วพลาสติก จำนวน 1 ตัว
8. หม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว
9. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ตัว
10. NodeMCU จำนวน 1 ตัว
11. เซนเซอรีวัดค่า EC จำนวน 1 ตัว
12. เซนเซอร์วัดค่า PH จำนวน 1 ตัว

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การเก็บผลค่าอุณหภูมิของน้ำในการเพาะปลูก

3.3.2 การเก็บผลค่าอุณหภูมิของอากาศในการเพาะปลูก

3.3.3 การเก็บผลค่าระดับน้ำในการเพาะปลูก

3.3.4 การเก็บผลความสูงของต้นผักสลัด

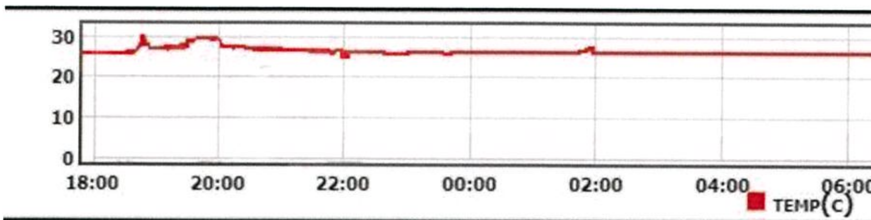
3.3.5 การแสดงผลของค่าต่างๆ ใน NETPIE Freeboard และ NETPIE Feed

3.3.6 การทดสอบการจ่ายสารละลายปุ๋ยและPH

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการจัดเก็บค่าอุณหภูมิของอากาศ



รูปที่ 4.1 กราฟผลการจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศ

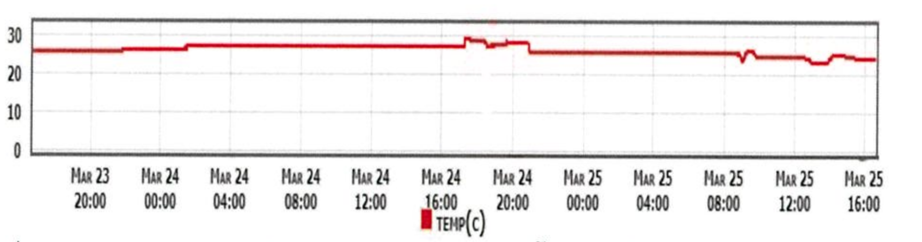
จากรูปที่ 4.1 แสดงกราฟของการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของอากาศตั้งแต่เวลา 18:00 ถึง 06:00 จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เช่น ในช่วงเวลาที่ 19:57 อุณหภูมิจะขึ้นไปถึงระดับ 30 องศาเซลเซียส ละเนื่องจากอุณหภูมิเกิน 28 องศาเซลเซียส พัดลมจะทำงาน อุณหภูมิจะค่อยๆลดลง เมื่อถึงเวลา 20:02 อุณหภูมิจพะลดลงต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียส พัดลมจะหยุดทำงาน

ตารางที่ 4.1 ตารางเก็บค่าอุณหภูมิในวันที่ 24 มีนาคมเวลา 19:57 ถึง 20.02

เวลา	temp
sat Mar 24 2018 19:57:45	30.00 c
sat Mar 24 2018 19:58:00	30.00 c
sat Mar 24 2018 19:58:15	30.00 c
sat Mar 24 2018 19:58:30	30.00 c
sat Mar 24 2018 19:58:45	30.00 c
sat Mar 24 2018 19:59:00	30.00 c
sat Mar 24 2018 19:59:15	30.00 c
sat Mar 24 2018 19:59:30	30.00 c
sat Mar 24 2018 19:59:45	30.00 c
sat Mar 24 2018 20:00:00	30.00 c
sat Mar 24 2018 20:00:15	30.00 c

sat Mar 24 2018 20:00:30	30.00 c
sat Mar 24 2018 20:00:45	30.00 c
sat Mar 24 2018 20:01:00	29.00 c
sat Mar 24 2018 20:01:15	29.00 c
sat Mar 24 2018 20:01:30	29.00 c
sat Mar 24 2018 20:01:45	29.00 c
sat Mar 24 2018 20:02:00	29.00 c
sat Mar 24 2018 20:02:15	29.00 c
sat Mar 24 2018 20:02:30	29.00 c
sat Mar 24 2018 20:02:45	28.00 c

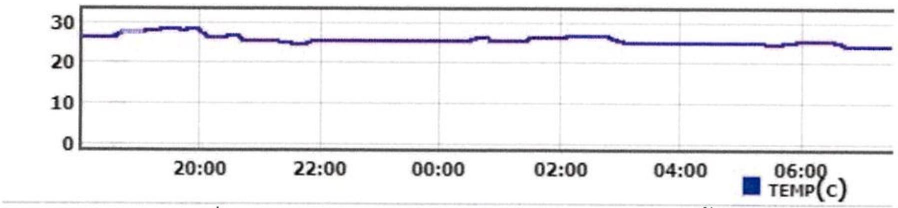
จากตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลของอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลา 19:57:45 ถึง 20:02:45 อ้างอิงจากกราฟที่ 4.1 โดยการเก็บข้อมูลจะเก็บค่าทุกๆ 15 วินาที โดยเก็บค่าใน NETPIE Feed ซึ่งทำหน้าที่เสมือนถังเก็บข้อมูล ประเภท Time-Series



รูปที่ 4.2 กราฟผลการจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศตั้งแต่วันที่ 23 มีนาคม ถึง 25 มีนาคม

จากรูปที่ 4.2 แสดงข้อมูลการจัดเก็บค่าของอุณหภูมิบน NETPIE Feed จะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิเมื่อเกิน 28 องศาเซลเซียส ระบบจะสั่งให้พัดลมทำงานทำให้อุณหภูมิค่อยๆ ลดลงมาต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียส

4.2 ผลการจัดเก็บค่าอุณหภูมิของน้ำ



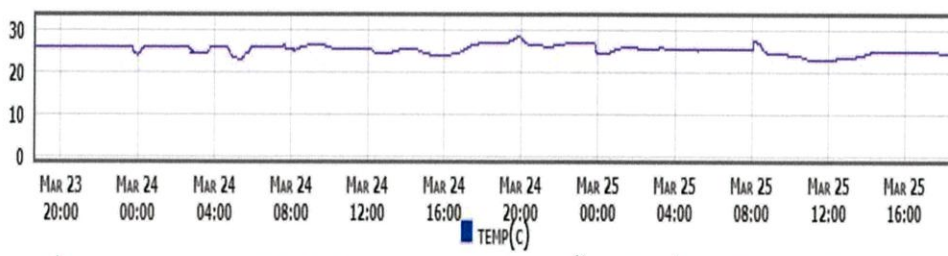
รูปที่ 4.3 กราฟผลการจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิของน้ำ

จากรูปที่ 4.3 แสดงกราฟของการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของน้ำตั้งแต่เวลา 18:00 ถึง 06:00 จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เช่น ในเวลา 19:57:45 อุณหภูมิจะขึ้นไปถึงระดับ 29 องศาเซลเซียส ละเนื่องจากอุณหภูมิเกิน 28 องศาเซลเซียส พัดลมจะทำงาน อุณหภูมิจะค่อยๆลดลง เมื่อถึงเวลา 20:02 อุณหภูมิจะลดลงต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียส พัดลมจะหยุดทำงาน

ตารางที่ 4.2 ตารางเก็บค่าอุณหภูมิของน้ำในวันที่ 24 มีนาคมเวลา 19:57 ถึง 20.02

เวลา	temp
sat Mar 24 2018 19:57:45	29.00 c
sat Mar 24 2018 19:58:00	29.00 c
sat Mar 24 2018 19:58:15	29.00 c
sat Mar 24 2018 19:58:30	29.00 c
sat Mar 24 2018 19:58:45	29.00 c
sat Mar 24 2018 19:59:00	29.00 c
sat Mar 24 2018 19:59:15	29.00 c
sat Mar 24 2018 19:59:30	29.00 c
sat Mar 24 2018 19:59:45	29.00 c
sat Mar 24 2018 20:00:00	29.00 c
sat Mar 24 2018 20:00:15	29.00 c
sat Mar 24 2018 20:00:30	29.00 c
sat Mar 24 2018 20:00:45	28.00 c
sat Mar 24 2018 20:01:00	28.00 c
sat Mar 24 2018 20:01:15	28.00 c

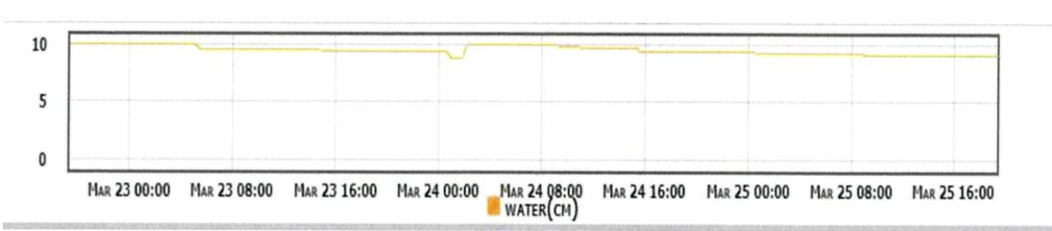
sat Mar 24 2018 20:01:30	28.00 c
sat Mar 24 2018 20:01:45	28.00 c
sat Mar 24 2018 20:02:00	28.00 c
sat Mar 24 2018 20:02:15	28.00 c
sat Mar 24 2018 20:02:30	28.00 c
sat Mar 24 2018 20:02:45	28.00 c



รูปที่ 4.4 กราฟผลการจัดเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศตั้งแต่วันที่ 23 มีนาคม ถึง 25 มีนาคม

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.4 แสดงข้อมูลการจัดเก็บค่าของอุณหภูมิของน้ำบน NETPIE Feed อุณหภูมิจะเก็บแบบ real time data และจะเก็บทุกๆ 15 วินาที จะเห็นอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 28 องศาเซลเซียส พัดลมจะทำงานทำให้อุณหภูมิลดลงให้ต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียส

4.3 ผลการจัดเก็บค่าระดับน้ำ



รูปที่ 4.5 กราฟผลการจัดเก็บข้อมูลระดับน้ำตั้งแต่วันที่ 23 มีนาคม ถึง 25 มีนาคม

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงค่าระดับน้ำในวันที่ตั้งแต่วันที่ 24 มีนาคม ถึง 25 มีนาคม

เวลา	ระดับน้ำ(cm)
sat Mar 24 2018 19:57:45	9.1
sat Mar 24 2018 20:27:45	9.1
sat Mar 24 2018 20:57:45	9.1
sat Mar 24 2018 21:27:45	9.1
sat Mar 24 2018 21:57:45	9.1
sat Mar 24 2018 22:27:45	9.1
sat Mar 24 2018 22:57:45	9.1
sat Mar 24 2018 23:27:45	9.1
sat Mar 24 2018 23:57:45	9.1
sat Mar 25 2018 00:27:45	9.1
sat Mar 25 2018 00:57:45	9.1
sat Mar 25 2018 01:27:45	9.1
sat Mar 25 2018 01:57:45	9.1
sat Mar 25 2018 02:27:45	9.1
sat Mar 25 2018 03:57:45	9.1
sat Mar 25 2018 03:27:45	10
sat Mar 25 2018 03:57:45	10
sat Mar 25 2018 04:27:45	10
sat Mar 25 2018 04:57:45	10
sat Mar 25 2018 05:27:45	10
sat Mar 25 2018 05:57:45	10

จากรูปที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.3 แสดงกราฟที่เก็บค่าระดับน้ำหน่วยเซ็นติเมตร และตารางแสดงค่าระดับน้ำ จะเห็นว่าเมื่อระดับน้ำเท่ากับ 9 เซนติเมตร จะปั๊มน้ำเข้าสู่แปลงปลูกผักให้มีระดับ 10 เซนติเมตร

4.4 ผลการจัดเก็บความสูงของต้นผักสลัด

จากการทดลองทำการเพาะกล้าผักกรีนโอ๊ค (Green Oak Lettuce) และผักเรดโอ๊ค (Red Oak Lettuce) ซึ่งเป็นผักในตระกูลเดียวกัน ใช้ระยะเวลาในการเพาะกล้า 7 วัน ในการเพาะต้นกล้าผักทั้งสองชนิดนั้นผักจะเริ่มงอกจากเมล็ดในวันที่ 3 จะทำการให้แสงกับพืช ในวันที่ 4 เมล็ดเริ่มงอกเกือบทั้งหมด โดยในการเพาะกล้าจะทำการเพาะทั้งหมด 7 วันแล้วจะมีความสูงประมาณ 2 ซม. ถึง 3 ซม. หลังจากนั้นจะทำการย้ายลงแปลงเพาะปลูกต่อไปอีกประมาณ 25 - 30 วัน

รูปที่ 4.6 การเพาะต้นกล้าผักกรีนโอ๊คและผักเรดโอ๊ค

จากรูปที่ 4.6 นำเมล็ดที่จะเพาะมาวางใส่ไว้ตรงกลางของฟองน้ำแต่ละช่องเพื่อทำการเพาะเมล็ดโดยระดับน้ำในถาดเพาะจะต้องมีน้ำอยู่ด้านล่างของฟองน้ำประมาณ 0.5 ซม.

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงค่า EC, PH และความสูงของผัก

วันที่	EC	PH	ความสูงของผัก	หมายเหตุ
1	0.310	6.5	-	
2	0.308	6.5	-	
3	0.305	7	-	
4	0.310	7	2.0	
5	0.320	7	2.8	
6	0.310	7	3.5	
7	0.300	7	4.0	
8	1.524	6.5	4.8	ปรับค่า PH โดยใช้กรดไนตริก 1 cc ต่อน้ำ 3 ลิตร
9	1.530	6.6	5.8	
10	1.534	6.7	6.8	
11	1.530	6.78	7.6	
12	1.515	6.5	8.0	ปรับค่า PH โดยใช้กรดไนตริก 1 cc ต่อน้ำ 3 ลิตรโดยค่า PH ก่อนเติมคือ 7.1
13	1.517	6.6	9.0	
14	1.506	6.6	10	
15	1.500	6.65	10.2	
16	1.494	6.67	10.5	ปรับค่า PH โดยใช้กรดไนตริก 1 cc ต่อน้ำ 3 ลิตรโดยค่า PH ก่อนเติมคือ 7.1
17	1.476	6.67	10.6	
18	1.450	6.7	10.8	
19	1.440	6.8	11.4	
20	1.4320	6.67	12	ปรับค่า PH โดยใช้กรดไนตริก 1 cc ต่อน้ำ 3 ลิตรโดยค่า PH ก่อนเติมคือ 7.2
21	1.4250	6.7	12.2	
22	1.4230	6.82	12.3	

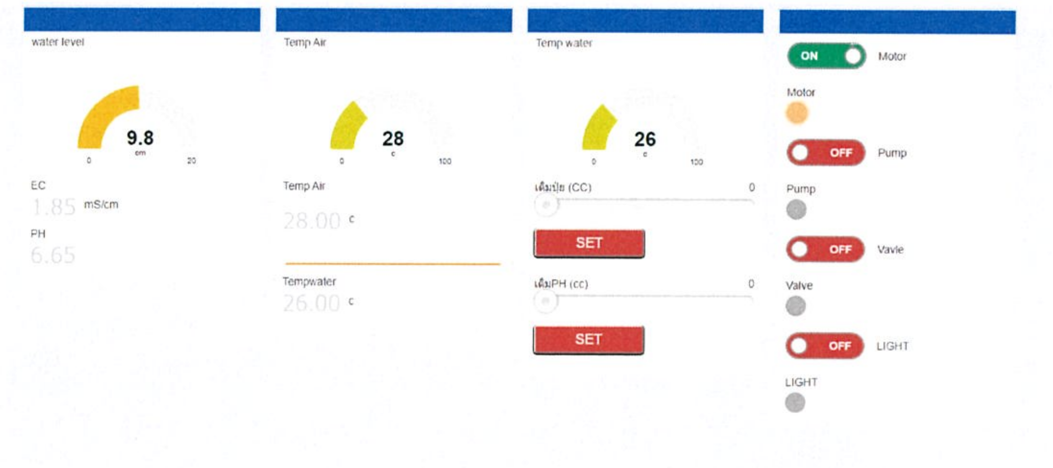
วันที่	EC	PH	ความสูงของผัก	หมายเหตุ
23	1.4180	6.95	12.34	
24	1.4120	6.7	12.4	ปรับค่า PH โดยใช้กรดไนตริก 1 cc ต่อน้ำ 3 ลิตรโดยค่า PH ก่อนเติมคือ 7.24
25	1.4100	6.8	12.45	
26	1.4050	6.89	12.5	
27	1.400	6.94	12.6	
28	1.3900	6.7	13.00	ปรับค่า PH โดยใช้กรดไนตริก 1 ccต่อน้ำ 3 ลิตรโดยค่า PH ก่อนเติมคือ 7.3

จากตารางที่ 4.4 ในการทดลองการปลูกพืชในแปลงปลูกผักแบบหมุนนั้นจะทำการเพาะเมล็ดให้เป็นต้นกล้าในน้ำเปล่าเป็นเวลา 7 วัน ที่เป็นน้ำเปล่าโดยใช้น้ำประปาทั่วไปที่มีค่า EC อยู่ระหว่าง 0.3 และค่า PH ประมาณ 7 เมื่อต้นกล้ามีอายุ 7 วันจะนำลงแปลงปลูกผัก แล้วเติมปุ๋ยปริมาณ 306 ml และน้ำปริมาณน้ำ 32 ลิตร จะให้ค่า EC ที่ 1.5

ในการผสมจะผสมลงในแปลงปลูกผักแล้วจ่ายสารละลายปุ๋ยลงในแปลง และใช้ปั๊มน้ำเติมน้ำลงในแปลงปลูกเมื่อระดับน้ำลดลงถึงระดับหนึ่งค่า EC จะเพิ่มขึ้น ปั๊มน้ำจะเติมน้ำให้อยู่ในระดับ 10 cm ค่า EC จะกลับมาอยู่ใกล้ๆ ระดับเดิม เนื่องจากพืชใช้ปุ๋ยในปริมาณไม่มาก แต่ใช้น้ำในปริมาณมากทำให้เมื่อเวลาผ่านไปน้ำจะลดลง ค่า EC จะสูงขึ้น แต่เมื่อเติมน้ำเปล่าลงไปจะทำให้ค่า EC กลับมาอยู่ใกล้ๆระดับเดิม ในการปรับค่า PH จะใช้กรดไนตริก (HNO_3) ในการปรับค่า PH ของน้ำให้มีค่าลดลง เนื่องจากแคลเซี่ยมไออ้อนในหินปูนจะทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก จะได้แคลเซี่ยมไนเตรท $(Ca(NO_3)_2)$ ซึ่งละลายน้ำและผักสามารถดูดซึมนำไปใช้ได้

4.5 การแสดงผลการทำงานของระบบผ่านเว็บไซต์

สำหรับการแสดงผลการทำงานของระบบจะแสดงผ่าน NETPIE Freeboard โดยจะแสดงค่าระดับน้ำ, อุณหภูมิของน้ำ, อุณหภูมิของอากาศ, ค่า EC และค่า PH ซึ่งสามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์, ปั๊มน้ำ, วาล์วน้ำ, หลอดไฟ และการเติมปุ๋ยและกรดไนตริกได้ผ่านทางเว็บไซต์ได้ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การแสดงผลผ่านเว็บไซต์

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การออกแบบระบบปลูกผักไร้ดินแบบหมุนมีการออกแบบแปลงปลูกผักโดยใช้ถังพลาสติกขนาด 0.5 x 1 x 0.45 m แกนแปลงใช้ล้อจักรยานสองล้อเชื่อมต่อกันด้วยเหล็ก ซึ่งทำให้ประหยัดพื้นที่ในการเพาะปลูกและเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการปลูกผักแบบไร้ดิน ในส่วนของการควบคุมแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ (1) ระบบอัตโนมัติ ระบบจะตัดสินใจโดยการรับค่าเซ็นเซอร์มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ตั้งไว้ให้กับระบบ เมื่อค่าที่ได้รับอยู่ในเงื่อนไข ระบบจะทำการตัดสินใจเพื่อให้อุปกรณ์ในส่วนต่างๆ ทำงานโดยถ้าอุณหภูมิมีค่าสูงกว่า 28 องศาเซลเซียส ระบบจะสั่งให้พัดลมทำงานเพื่อลดอุณหภูมิ และกำหนดค่าระดับความสูงของน้ำให้มีค่าอยู่ที่ความสูงประมาณ 10 ซม. (2) แบบกำหนดเอง เป็นการควบคุมจากผู้ใช้โดยผู้ใช้จะทำการเลือกที่จะควบคุมการเปิด - ปิด ปั้มน้ำ, พัดลม, มอเตอร์ และหลอดไฟ ผ่านปุ่มกดหรือผ่านทางเว็บบราวเซอร์ได้ ในส่วนของการแสดงสถานะของอุปกรณ์ต่างๆ จะแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD และผ่านทางเว็บไซต์ ทำให้ผู้ใช้สามารถดูการทำงานของแปลงปลูกผักได้จากทุกที่

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในระบบยังพบข้อบกพร่องเรื่องวัสดุที่นำมาใช้เป็นกล่องพลาสติกเวลาใช้เป็นเวลานานหรือวางไว้โดนแสงแดด อาจทำให้กล่องผุกร่อนได้ แนะนำว่าให้ใช้อุปกรณ์ที่มีความทนทานกว่านี้หากต้องการใช้ในระยะยาว

บรรณานุกรม

[1] “The basic Hydroponic System”

http://www.homehydrosystems.com/hydroponic-systems/systems.html

[2] “INTERFACING ULTRASONIC SENSOR”

http://veerobot.com/learn/ultrasonic-sensor-with-draco

[3] “SRF04 - Ultra-Sonic Ranger”

https://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf04tech.htm

[4] “Arduino Startup”

https://www.gravitechthai.com/guru2.php?p=260

[5] “Atmel ATmega”

https://www.sparkpcb.com/ic-transistors/microcontrollers/atmel-atmega328-pu-28-pin-dip-microcontroller.html

[6] “SOLENOID VALVE”

http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=110

[7] “โซลินอยด์ (Solenoid)”

http://electronicspocketbook.blogspot.com/2014/02/solenoid.html

[8] “driving 20x4 LCD with 4bits”

https://morf.lv/simple-library-for-driving-20x4-lcd-with-4bits

[9] “Keypad 4x3 and Picmicros”

http://www.cuteminds.com/en/picmicro-and-keypads-4x3

[10] “รีเลย์ (Relay)”

http://www.psptech.co.th/%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%A.page

[11] “DHT temperature & humidity sensors”

https://learn.adafruit.com/dht/overview

[12] “Arduino and DS18B20 Temperature Sensor”

https://www.tweaking4all.com/hardware/arduino/arduino-ds18b20-temperature-sensor/

[13] “Arduino Real Time Clock (DS1307)”

http://www.instructables.com/id/Arduino-Real-Time-Clock-DS1307/

[14] “มอเตอร์ (Motor) คืออะไร?”

http://www.psptech.co.th/%E0%B8%A1%E0%B8%AD%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8Cmotor%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-19171.page

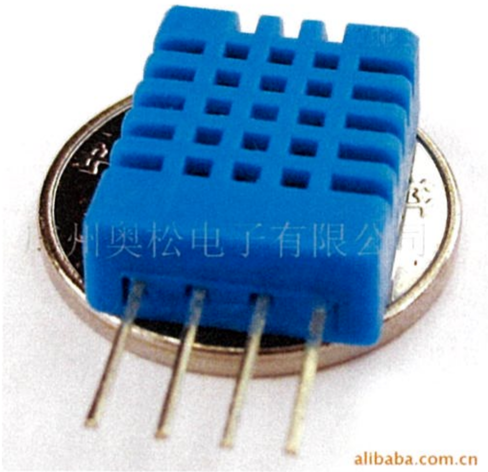
[15] “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปั๊ม ตอนที่ ๒”

https://tamagozzilla.blogspot.com/2013/03/mo-memoir-saturday-23-march-2556.html

ภาคผนวก

Datasheet

Digital-output relative humidity & temperature sensor/module – DHT11



Resisitive-type humidity and temperature module/sensor

1. Feature & Application:

* Full range temperature compensated * Relative humidity and temperature measurement
* Calibrated digital signal *Outstanding long-term stability *Extra components not needed
* Long transmission distance * Low power consumption *4 pins packaged and fully interchangeable

2. Description:

DHT11 output calibrated digital signal. It utilizes exclusive digital-signal-collecting-technique and humidity sensing technology, assuring its reliability and stability. Its sensing elements is connected with 8-bit single-chip computer.

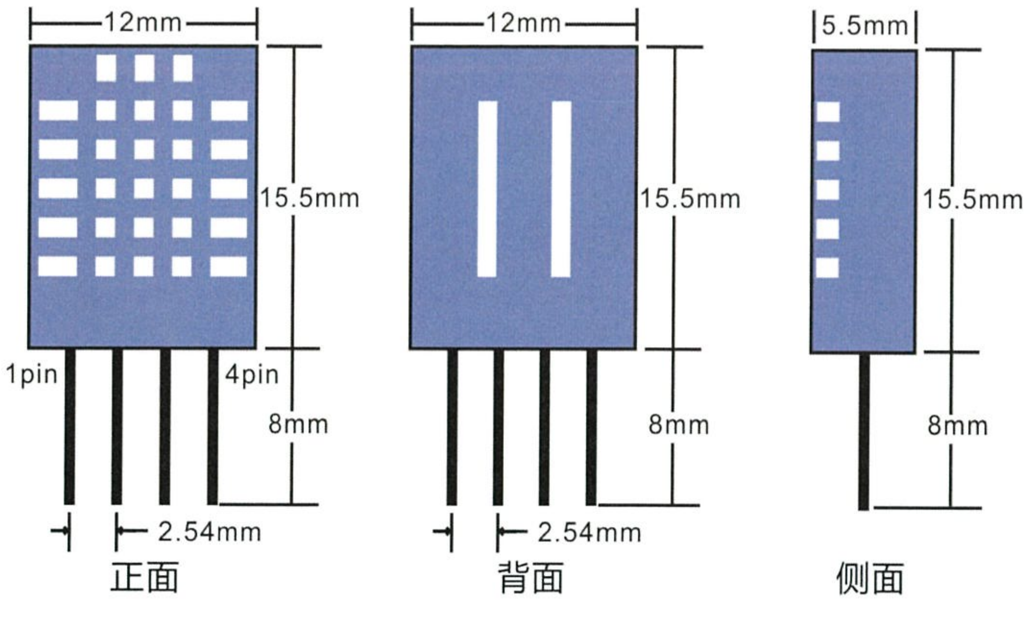
Every sensor of this model is temperature compensated and calibrated in accurate calibration chamber and the calibration-coefficient is saved in OTP memory.

Small size & low consumption & long transmission distance(20m) enable DHT11 to be suited in all kinds of harsh application occasions. Single-row packaged with four pins, making the connection very convenient.

3. Technical Specification:

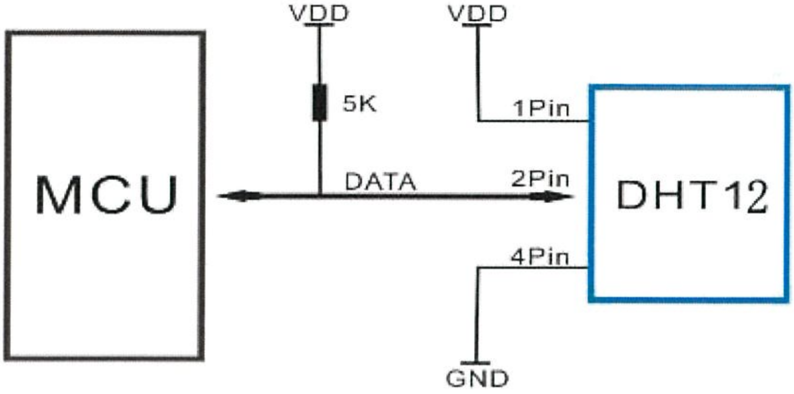
Model	DHT11
Power supply	3-5.5V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer resistor
Measuring range	humidity 20-90%RH; temperature 0-50 Celsius
Accuracy	humidity +-4%RH (Max +-5%RH); temperature +-2.0Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH; temperature +-1Celsius
Humidity hysteresis	+-1%RH
Long-term Stability	+-0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	size 12*15.5*5.5mm

4. Dimensions: (unit----mm)



Front view **Back view** **Side view**

5. Typical application



典型应用电路

3Pin-NULL, MCU=Microcomputer or single-chip computer

6. Operating specifications:

(1) Power and Pins

Power's voltage should be 3-5.5V DC. When power is supplied to sensor, don't send any instruction to the sensor within one second to pass unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for power filtering.

(2) Communication and signal

Single-bus data is used for communication between MCU and DHT11.

7. Electrical Characteristics:

Item	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Power supply	DC	3	5	5.5	V
Current supply	Measuring	0.5		2.5	mA
	Stand-by	100	Null	150	uA
	Average	0.2	Null	1	mA

DALLAS
SEMICONDUCTOR

DS1820
1–Wire™ Digital Thermometer

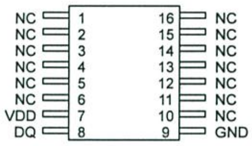
FEATURES

- Unique 1–Wire™ interface requires only one port pin for communication
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line
- Zero standby power required
- Measures temperatures from –55°C to +125°C in 0.5°C increments. Fahrenheit equivalent is –67°F to +257°F in 0.9°F increments
- Temperature is read as a 9–bit digital value.
- Converts temperature to digital word in 200 ms (typ.)
- User–definable, nonvolatile temperature alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

PIN ASSIGNMENT

BOTTOM VIEW

DS1820
PR35 PACKAGE
See Mech. Drawings
Section



DS1820S
16–PIN SSOP
See Mech. Drawings
Section

PIN DESCRIPTION

GND	–	Ground
DQ	–	Data In/Out
V_{DD}	–	Optional V_{DD}
NC	–	No Connect

DESCRIPTION

The DS1820 Digital Thermometer provides 9–bit temperature readings which indicate the temperature of the device.

Information is sent to/from the DS1820 over a 1–Wire interface, so that only one wire (and ground) needs to be connected from a central microprocessor to a DS1820. Power for reading, writing, and performing temperature conversions can be derived from the data line itself with no need for an external power source.

Because each DS1820 contains a unique silicon serial number, multiple DS1820s can exist on the same 1–Wire bus. This allows for placing temperature sensors in many different places. Applications where this feature is useful include HVAC environmental controls, sensing temperatures inside buildings, equipment or machinery, and in process monitoring and control.

©Copyright 1995 by Dallas Semiconductor Corporation.
All Rights Reserved. For important information regarding patents and other intellectual property rights, please refer to Dallas Semiconductor data books.