



เครื่องดน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

THE VEGETABLE WATERING MACHINE CONTROLLED BY
MICROCONTROLLER

นายธนาภูษ บุญสาร์

รหัส 53362761

นายวิชิต มหาวรรณ์แจ่ม

รหัส 53363065

ที่เบนหมุดคณะกรรมการศาสตร์
วันที่รับ..... ๑๙ พ.๙ ๒๕๖๔
เลขทะเบียน..... ๑๖๕ ๘๙๓๖๔
เลขเรียกหนังสือ..... ๗๕
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้า ๒๔๖ ๙

ปริญญาในพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาชีวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาชีวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้า
ปีการศึกษา ๒๕๕๖



ໃນຮັບຮອງປະລຸງລູກນິພນໍ້

ชื่อหัวข้อโครงการ	เครื่องรณรงค์ผักอัดในมติความคุณด้วยไม้ไครค่อน โทรลเลอร์		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายธนาบุญ พูลสาตร์	รหัส	53362761
	นายวิชิต มหาวรรณ์แจ่ม	รหัส	53363065
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร.นุทิตา สงวนเจันทร์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2556		

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกริก อนุมัติให้ปริญนานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(คร.นุติศา สงเมืองทรัพย์)

(คร.มุฑิตา สงวนจันทร์)

 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณ พลพิทักษ์ย์ชัย)

ក្រសួង ពេទ្យ នគរបាល ក្រសួងការងារ (អាជារយ័ត្ន គំនិត គំនិត គំនិត)

ชื่อหัวข้อโครงการ	เครื่องครน้ำผักอัตโนมติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายธนาสุทธ บุญสาร์	รหัส	53362761
	นายวิชิต นหารรณัณ	รหัส	53363065
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร.นุพิศา สงจันทร์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2556		

บทคัดย่อ

ปริญญาบัณฑิตนี้ นำเสนอการสร้างแบบจำลองของเครื่องครน้ำผักอัตโนมติที่สามารถควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีหลักการทำงานคือสามารถน้ำผักได้โดยอัตโนมติตามความชื้นที่เหมาะสมที่ผักต้องการ โดยทำการทดลองปัญญาตัวอย่าง 2 ชนิดคือ ผักกาดหอมและผักบูรเข็น เพื่อหาความชื้นในดินที่เหมาะสม จากการทดลองได้ค่าเฉลี่ยความชื้นของผักกาดหอมอยู่ที่ 75 เปอร์เซ็นต์ ผักบูรเข็นอยู่ที่ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยแบบจำลองนี้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 โหมดคือโหมด 1 ตรวจวัดความชื้นในดินตามเวลาจริง เมื่อความชื้นในดินมีค่าต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมเครื่องจะน้ำผักอัตโนมติจะทำการรณ้ำจานให้ค่าความชื้นที่เหมาะสม และโหมด 2 ทำการตั้งเวลาในการตรวจวัดความชื้นในดินวันละ 2 เวลา ถ้าระดับความชื้นในดินในช่วงเวลาทั้ง 2 ต่ำกว่าค่าความชื้นที่เหมาะสมเครื่องจะน้ำผักอัตโนมติก็จะทำการรณ้ำจานให้ค่าความชื้นที่เหมาะสม จากการทดลองการทำงานทั้ง 2 โหมด แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองเครื่องครน้ำผักอัตโนมติสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้

Project title	The Vegetable Watering Machine Controlled By Microcontroller		
Name	Mr. Thanayuth Boonsatr	ID. 53362761	
	Mr. Wichit Mahawanjam		ID. 53363065
Project advisor	Ms. Mutita Songjun, Ph.D.		
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic year	2013		

Abstract

This project presents the model of automatic watering machine controlled by microcontroller. The main operation of this machine is it can water the plant automatically with the proper humidity. With this model of the automatic watering machine, it can be operated into 2 modes. Mode 1: the humidity of soil is measured all the time. If the humidity of soil is less than the proper amount, the machine will water the plant until the humidity of soil is equal to that amount. Mode 2: the machine will water the plant only 2 times a day as time setting and the humidity of soil have to be measured before watering. With the experiments of 2 modes, they show that this automatic watering machine is able to work as desired.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.มุติตา สงจันทร์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาโครงงานและให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญาในพิธีศึกษาดูงานของท่านตลอดไป

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกวรรณ พลพิทักษ์ชัย และอาจารย์เกรียงฐาน ตั้งคำ-วนิช ซึ่งเป็นคณะกรรมการในการสอน โครงงานที่ให้กำเนิดน้ำชีวะแนวทาง และข้อคิดเห็น ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในโครงงานนี้ ทำให้โครงงานนี้ออกมาระบูรรณ์แบบยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆตลอดระยะเวลาของ การศึกษาเล่าเรียน ซึ่งเป็นความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการทำโครงการนี้และยังสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต

เห็นอีสิ่งอื่นใด กะจะผู้ดำเนินโครงการขอทราบขอบพระคุณของบิความารดา ผู้มีอนความรักความเมตตากรุณา และเป็นกำลังใจให้เสมอมา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จนปัจจุบัน อยู่เป็นกำลังใจให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขออนคุณทุกๆคนในครอบครัวของกะผู้ดำเนินโครงการที่ไม่ได้กล่าวไว้แล้ว ที่นี้ด้วย

นายธนาสุทธิ์ บุญสาร
นายวิชิต มหาวรรณ์เจน

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ฉ

บทที่ 1 บทนำ.....	ก
-------------------	---

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	ก
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	ก
1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....	ก
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน	ก
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	ก
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ	ก

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	ก
---	---

2.1 ระบบนำ้ยาด	ก
2.1.1 ข้อดีของระบบนำ้ยาด	ก
2.1.2 หัวน้ำยาด.....	ก
2.2 ดิน	ก
2.2.1 ประเภทของดิน	ก
2.2.2 ส่วนประกอบของดิน.....	ก
2.2.3 ดินกับการเจริญเติบโตของพืช	ก
2.3 คุณสมบัติของผัก	ก

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1 ผักกาดหอม.....	6
2.3.2 ผักบูรั่งจีน	6
2.4 โครงสร้าง.....	8
2.5 การวัดความชื้นในดิน	8
2.5.1 การวัดความชื้นในดิน	8
2.5.2 เชนเซอร์วัดความชื้นในดิน	9
2.6 อุปกรณ์ควบคุม.....	10
2.6.1 รูปแบบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P	11
2.6.2 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P	12
2.7 เรียลไทม์คล็อก (Real Time Clock)	13
2.7.1 การใช้งานเรียลไทม์คล็อก (Real Time Clock) ด้วย DS1307	14
2.8 รีเลย์ (Relay)	15
2.8.1 หน้าที่และหลักการทำงานของรีเลย์.....	15
2.8.2 รีเลย์แบ่งออกตามลักษณะการใช้งาน ได้แก่ 2 ประเภท	16
2.9 ขอแสดงผลผลิต.....	16
2.10 ชุดปืนน้ำ	17
2.10.1 ชนิดของปืน	18
 บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	 19
3.1 โครงสร้างของเครื่องยิงรดน้ำผักอัตโนมัติ	19
3.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องยิงรดน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	21
3.3 ส่วนควบคุมการทำงาน.....	22
3.3.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์ดูโอโน่ คูเอมิคาร์บูฟ	22
3.3.2 การใช้งานเรียลไทม์คล็อก (Real Time Clock)	23
3.3.3 เชนเซอร์วัดความชื้น	24
3.3.4 รีเลย์	25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	26
4.1 การทดลองวัดเบอร์เซ็นต์ความชื้นเทียบกับระดับแรงดันของเซนเซอร์วัดความชื้น ..	26
4.2 การทดลองหาความชื้นที่เหมาะสมที่พักบูรจีนและผักกาดหอมต้องการ	28
4.3 การทดลองการทำงานของเครื่องยงค์น้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในโหมดการทำงานที่ 1 การทำงานตามเวลาจริง	31
4.4 การทดลองการทำงานของเครื่องยงค์น้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในโหมดการทำงานที่ 2 การตั้งเวลาทำงานของเครื่องวันละ 2 เวลา คือเวลา 07:00 น. และ 17:00 น.....	33
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	36
5.1 สรุปผลการทดลองการทำงานของเครื่องยงค์น้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	36
5.2 ปัญหาและการแก้ไข	37
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา.....	37
เอกสารอ้างอิง.....	38
ภาคผนวก ก โปรแกรมการทำงานของเครื่องยงค์น้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์	39
ภาคผนวก ขรายละเอียดบอร์ด อาร์คูไอโอนี คูเอนมิลาร์นูฟ	47
ภาคผนวก ค รายละเอียด DS1307	52
ภาคผนวก ง รายละเอียด LM393(DUAL DIFFERENTIAL COMPARATORS).....	54
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....	56

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 รายละเอียดการทำงานแต่ละขั้ของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P	12
4.1 ตารางการเบริบเทียบระหว่างความชื้นหน่อယเปอร์เซ็นต์กับโอลต์.....	27
4.2 ตารางความชื้นเมื่อทำการรณำน้ำผักทั้ง 2 ชนิดที่ปริมาณน้ำต่างๆ	29
4.3 ตารางความชื้นและสถานะของเครื่องในช่วงเวลาที่พิจารณาของผักบุ้งจีน	31
4.4 ตารางความชื้นและสถานะของเครื่องในช่วงเวลาที่พิจารณาของผักกาดหอม	32
4.5 ตารางความชื้นและสถานะของเครื่องในช่วงเวลาที่พิจารณาของผักบุ้งจีน	34
4.6 ตารางความชื้นและสถานะของเครื่องในช่วงเวลาที่พิจารณาของผักกาดหอม	34



สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
2.1 หัวน้ำหยอดปรับปริมาณ้ำได้ตั้งแต่ 1 - 120 ลิตร/ชั่วโมง	4
2.2 แท่งอิเล็กโทรด	9
2.3 วงจรเบรียบที่ยินแรงดันไอซี LM393	10
2.4 รูปแบบการทำงานของขาไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P	12
2.5 เรียลไทม์คล็อก	14
2.6 คำแนะนำท่าไอซี RTC DS1307	14
2.7 วงจรใช้งาน DS1307 ที่ใช้ในการทดลอง โอม	15
2.8 หลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์	16
2.9 สัญญาณแบบตัวหนึ่งข่าวางพันແกานเหล็กและสัญญาณแบบลวดพัน	16
2.10 ลักษณะของอลูมิเนียม	17
2.11 ลักษณะเป็นน้ำแร่ดันคงที่	18
3.1 โครงสร้างเครื่องดน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์	19
3.2 แผนภาพการทำงานของเครื่องดน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์	21
3.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์คุไอโน่ ดูเอมิลาร์บูฟ	22
3.4 เรียลไทม์คล็อก	23
3.5 วงจรใช้งาน DS1307 ที่ใช้ในการทดลอง	24
3.6 แท่งอิเล็กโทรด	24
3.7 วงจรเบรียบที่ยินแรงดันไอซี LM393	25
3.8 วงจรรีเลย์	25
4.1 กราฟแสดงการเบรียบที่ยินเปอร์เซ็นต์ความชื้นกับแรงดันไฟฟ้าจากเซนเซอร์	28
4.2 ผักบุ้งจีนและผักกาดหอมชนิดละ 2 กระถาง	28
4.3 (ก) ส่วนสูงของผักบุ้งจีนวันที่ 1 (ข) ส่วนสูงของผักบุ้งจีนวันที่ 7	29
4.4 (ก) ส่วนสูงของผักกาดหอมวันที่ 1 (ข) ส่วนสูงของผักกาดหอมวันที่ 7	30
4.5 หน้าจอโหมด 1 ขณะทำงาน	32
4.6 หน้าจอโหมด 1 ขณะไม่ทำงาน	33
4.7 หน้าจอโหมด 2 ขณะทำงาน	35
4.8 หน้าจอโหมด 2 ขณะไม่ทำงาน	35

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันการปลูกผักของเกษตรกรนั้นอาศัยระบบห้ามขัดในการรดน้ำผักโดยทั่วไปการเปิด-ปิดปั๊มน้ำจะทำโดยตัวเกย์ตอร์เองซึ่งจะไม่สามารถควบคุมปริมาณของน้ำที่เหมาะสมตามที่ผักต้องการได้จึงเป็นที่มาของแนวคิดการทำงานของระบบห้ามขัดโดยใช้เซนเซอร์วัดความชื้นในดินเพื่อให้สามารถควบคุมปริมาณน้ำที่ใช้ในการรดน้ำให้ได้ความชื้นที่เหมาะสมซึ่งจะส่งผลทำให้เกย์ตอร์มีความสะดวกสบายในการควบคุมการใช้งาน ระบบห้ามขัดทำให้ประหยัดปริมาณน้ำทำให้ผักของเกษตรกรมีคุณภาพสูงขึ้นจากดูน้ำจึงเป็นที่สนใจที่จะศึกษาการทำงานของระบบห้ามขัดโดยใช้เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

ดังนั้นในการทำโครงการครั้งนี้ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบห้ามขัดโดยใช้เซนเซอร์วัดความชื้นร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบห้ามขัดผ่านทางการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม arduino ในการเขียนโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูโอโน่ซึ่งจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบห้ามขัดทำให้สามารถควบคุมปริมาณของน้ำที่ใช้ในการรดน้ำให้เหมาะสมตามที่ผักต้องการได้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างแปลงผักและระบบห้ามขัดโดยใช้เซนเซอร์วัดความชื้นร่วมกับการใช้งานในไมโครคอนโทรลเลอร์มาเป็นตัวควบคุมและสั่งการสำหรับเปิด-ปิดของปั๊มน้ำ

1.3 ขอบเขตของการออกแบบ

- เพื่อออกแบบและสร้างแปลงผักระบบห้ามขัดขนาด $35 \times 50 \times 25$ เซนติเมตร
- สร้างแปลงผักโดยใช้ดินร่วนในการปลูกผักน้ำจืดและผักกาดหอม
- สามารถควบคุมการเปิด-ปิดปั๊มน้ำเพื่อให้ได้ความชื้นที่เหมาะสมตลอดเวลา
- สามารถควบคุมการเปิด-ปิดปั๊มน้ำวันละ 2 ครั้งเพื่อให้ได้ความชื้นที่เหมาะสม
- แบบจำลองระบบห้ามขัดสามารถทำงานได้อัตโนมัติตามคำสั่งของโปรแกรม

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

รายละเอียด	เดือน / พ.ศ.2556							
	ม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1. ศึกษาและค้นคว้าทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง								
2. ออกรูปแบบและสร้างชุดน้ำยาด								
3. ทดสอบชุดน้ำยาด								
4. ออกรูปแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์								
5. เชื่อมต่อชุดเซ็นเซอร์วัดความชื้นกับไมโครคอนโทรลเลอร์								
6. ทดสอบและวิเคราะห์การทำงานของระบบน้ำยาด								
7. เก็บรายละเอียดการทำงาน								
8. สรุปและจัดทำรูปเล่มปริญญาบัณฑิต								

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้เปลี่ยนผังระบบน้ำยาดที่ได้ความชื้นในดินตามความเหมาะสมที่พืชต้องการ
- สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบแปลงผักขนาดใหญ่ได้

1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

นิรายละเอียดดังนี้

- | | | |
|-----------------------------------|--------------|-----|
| 1. ค่าวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้า | 3,500 | บาท |
| 2. ค่าโครงสร้างแบบจำลองระบบน้ำยาด | 500 | บาท |
| 3. ค่าจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์ | 1,000 | บาท |
| รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (ห้ามนำท้อวน) | <u>5,000</u> | บาท |
| หมายเหตุ: ถ้าเกลี่ยทุกรายการ | | |

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอหลักการและทฤษฎีที่เป็นองค์ประกอบในเครื่องรถนำผู้อัตโนมัติ แต่ละองค์ประกอบมีความสำคัญต่อการทำงานของเครื่องรถนำผู้อัตโนมัติที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรถนำผู้อัตโนมัติให้สูงขึ้น ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

2.1 ระบบนำทางด้วย

ระบบนำทางด้วยเป็นเทคโนโลยีการชลประทานวิธีหนึ่งในหลายวิธี เป็นการให้น้ำแก่พืชโดยการส่งน้ำผ่านระบบท่อและปล่อยน้ำออกทางหัวหยด ซึ่งติดตั้งไว้บริเวณโคนต้นพืช น้ำจะหยดซึ่งลงมาบริเวณรากช้าๆ อย่างสม่ำเสมอทำให้คืนมีความชื้นที่คงที่ในระดับที่พืชต้องการและเหมาะสมตลอดเวลา ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.1 ข้อดีของระบบนำทางด้วย

1. ประหยัดน้ำมากกว่าทุกๆวิธี
2. ประหยัดต้นทุนในการบริหารจัดการ ต้องลงทุนครั้งเดียวแต่ใช้งานได้ตลอดอายุการใช้งาน
3. สามารถควบคุมการเปิด-ปิดน้ำโดยใช้ระบบสัมผัสและอัตโนมัติหรือในโทรศัพท์มือถือและระบบตั้งเวลาและตรวจสอบความชื้นทำให้ประหยัดค่าแรง
4. สามารถใช้ได้กับพืชเกือบทุกชนิดยกเว้นพืชที่ต้องการน้ำซึ้ง
5. ได้ผลผลิตสูงกว่าระบบชลประทานแบบอื่นทั้งด้านปริมาณและคุณภาพในขณะเดียวกันกับประหยัดต้นทุนน้ำ

2.1.2 หัวน้ำหยด

หัวน้ำหยด เหมาะสำหรับการรถนำผู้ช่วยที่ต้องการให้น้ำเฉพาะจุด เช่น พืชที่ปลูกเป็นแผ่นในกระถาง กระเบื้อง ถุงเพาะชำ โรงเรือน ฯลฯ แรงดันน้ำที่เหมาะสมในการใช้งานอยู่ที่ 0.8- 1.2 บาร์ ควรใช้ชุดกรองน้ำในการให้น้ำด้วยและจัดจำนวนหัวและปรับปริมาณน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งานคำนวณปริมาณน้ำในแต่ละบริเวณก่อนทำการเลือกขนาดหัวไส้ว่าล่วงปรับแรงดัน



รูปที่ 2.1 หัวน้ำหยอดปรับปริมาณน้ำได้ตั้งแต่ 1 - 120 ลิตร/ชั่วโมง

2.2 ดิน

คินคือวัสดุธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการผุพังสลายตัวของหินและแร่ ตลอดจนการสลายตัวของซากพืชและสัตว์ ผสมกับกุกเคล้ากัน โดยได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ และระยะเวลาในการพัฒนาที่แตกต่างกัน เกิดเป็นคินหลากหลายชนิด ปกคลุมพื้นผิวโลกอยู่เป็นชั้นบางๆ เป็นที่ยึดเหนี่ยวและเจริญเติบโตของพืช รวมถึงเป็นแหล่งน้ำและอาหารของสัตว์ชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในคินและบนคิน

2.2.1 ประเภทของดิน

1. ดินทราย ได้แก่ ดินที่มีรายประกอบอยู่ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปโดยน้ำหนัก ดินมีลักษณะเป็นเม็ดใหญ่และมีอากาศในเนื้อดินมากน้ำซึมผ่านได้ง่ายจึงมีความชื้นในคินน้อย

2. ดินเหนียว ได้แก่ ดินที่มีดินเหนียวประกอบอยู่ตั้งแต่ร้อยละ 40 ขึ้นไป โดยทั่วไปเป็นดินที่มีลักษณะเม็ดเดือยละเอียดและมีช่องว่างในเนื้อดินน้อย ถ้าเมื่ออุ่มน้ำได้ดี

3. ดินร่วน ได้แก่ ดินที่มีส่วนประกอบดินทราย ก้อนตน และดินเหนียวโดยปริมาณ คินเหนียวและดินทรายไม่มากนัก เม็ดดินขนาดพอเหมาะสม คันนั้น น้ำและอากาศจึงไหลผ่านดินร่วนได้ดีกว่าดินเหนียว

2.2.2 ส่วนประกอบของดิน

ส่วนประกอบของดิน โดยธรรมชาติคินจะมีส่วนประกอบ 4 ชนิด คือ

1. แร่ธาตุต่างๆ หรือสารอินทรีย์ เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ต่างๆ เป็นแหล่งกำเนิดธาตุอาหารของพืชและแหล่งอาหารของชีวินทรีย์ในคิน พืชจะดูดซึมน้ำใช้เป็นอาหารได้หากพืชขาดสารที่เน่าเปื่อยผุพังทับกัน

2. สารอินทรีย์ เกิดจากการทับกุมของใบไม้และสัตว์ที่ตายแล้วเรียกรวมว่า อิวมัส ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดอาหารของพืชและชีวินทรีย์ที่สำคัญ คือ ชาตุในโตรเรน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน เป็นส่วนที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโต และยังช่วยให้คินอุ่นน้ำได้ดีขึ้น

3. น้ำ ได้จากน้ำฝนที่ตกลงมานบนพื้นผิวคินหรือน้ำใต้ดินซึ่งซึมมา น้ำอยู่ในส่วนที่เป็นช่องว่างระหว่างเม็ดดินแต่ละชนิดอุ่มน้ำไว้มากน้อยแตกต่างกัน ดินที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก จะมี

น้ำในดินประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้พืชคุณภาพดีแล้วแต่ละสายพืชไปใช้ได้ และทำให้ดินมีความชุ่มชื้นและอ่อนนุ่มลง มีประโยชน์มากสำหรับพืช

4. อาการแทรกซ้อนอยู่ตานช่องว่างระหว่างเม็ดดินในส่วนที่ไม่มีน้ำ ซึ่งเรียกว่า ความพรุน อาการที่อยู่ในดินมีประโยชน์ออกซิเจนในดินจะมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต ของพืช เพราะหากพืชจะขาดอาหารขึ้นมาใช้ได้นั้นจากพืชจะต้องหายใจ นอกจากนี้ยังช่วยให้ดินมีความร่วนชูดและความอ่อนนุ่มลงอีกด้วย

2.2.3 ดินกับการเจริญเติบโตของพืช

พืชแต่ละชนิดเจริญเติบโตในดินแตกต่างกัน ดินที่เหมาะสมในการปลูกพืชมากที่สุดจะมีลักษณะร่วนซุบ มีส่วนผสมของอากาศ น้ำ เศษหิน กรวด ทราย และซากพืชซากสัตว์ในปริมาณพอเหมาะสม หากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยพุพังนี้เป็นอาหารที่สำคัญในการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งดินที่มีลักษณะดังกล่าว คือ ดินร่วน ส่วนดินเหนียว เป็นดินที่มีตะกอนละเอียด อุ่มน้ำได้ดีและมีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อพืชอยู่ด้วย อีกทั้งดินทรายจะมีตะกอนขนาดใหญ่กว่า อุ่มน้ำได้ไม่ดีและมีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อพืชน้อยและคินร่วน มีส่วนผสมของดินเหนียว ทราย และชิวมัส อุ่มน้ำได้ดี และมีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อพืช

ในการปลูกพืชจึงต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการปลูกพืชแต่ละประเภท นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงดินให้เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชชนิดนั้นๆ สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การเติมน้ำปุ๋ย การไถพรวนดิน การเติมส่วนประกอบของดินให้มีสัดส่วนเหมาะสมและการปลูกพืชหมุนเวียน

ชาติต่างๆ ในโลกนี้มากกว่า 100 ชนิด ชาติอาหารที่จำเป็นต่อพืชมีเพียง 16 ชาติ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ในไฮโดรเจน ฟอสฟอรัส โปรแทสเซียม แคลเซียมซัลเฟอร์ แมกนีเซียม เหล็กแมกนีสิ ไบرون ทองแดง สังกะสี ในลิบดินัม และคลอริน

สามชาติแรกได้จากน้ำและอากาศ นอกจากนั้นพืชได้จากดิน ในไฮโดรเจน, ฟอสฟอรัส และโปรแทสเซียม เป็นชาติที่ต้องการมากที่สุด ไม่สามารถให้พืชได้ไม่เพียงพอต้องให้อาหารเหล่านี้ในรูปปุ๋ย จึงเรียกชาติเหล่านี้ว่าชาติอาหารหลัก ซัลเฟอร์ (กำมะถัน) แมกนีเซียม และแคลเซียม เป็นชาติอาหารที่ต้องการรองลงมาจึงเรียกว่าชาติอาหารรอง ส่วนอีก 7 ชาติที่เหลือ คือ แมกนีเซียม เหล็ก แมกนีสิ ไบرون ทองแดง สังกะสี ในลิบดินัม และคลอริน เป็นชาติที่พืชต้องการในปริมาณน้อย แต่พืชก็ขาดไม่ได้ จึงเรียกว่า ชาติอาหารเสริม เมื่อพืชขาดชาติอาหารจะแสดงอาการผิดปกติ ซึ่งโดยมากจะแสดงออกทางใบ ซึ่งสามารถมองเห็นได้ชัดหากมีความรู้และประสบการณ์ ดังนั้น หากเราสามารถบอกได้โดยถูกต้องจะช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งมีชาติอาหารที่ขาดนั้นลงไว้ได้ทันเวลาทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและก็เป็นการปรับปรุงดินได้อีกทางหนึ่งด้วย

2.3 คุณสมบัติของผัก

2.3.1 ผักกาดหอม

ผักกาดหอม (ชื่อวิทยาศาสตร์: *Lactuca sativa*) เป็นพืชในวงศ์ Asteraceae ลำต้นเตี้ย แต่ส่วนที่เจริญมากที่สุดก็อยู่ในแต่ละสายพันธุ์ก็มีช่วงฤดูกาลที่เหมาะสมไม่เหมือนกัน มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาและยุโรป ประเทศจีนปัจจุบันผักกาดหอมมาตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 5 ผักกาดหอมมีชื่อเรียกอื่นๆ อีกเช่น ผักสดัด ผักกาดซี พังน้ำยำ เป็นต้น

มนูญยังนำใบของผักกาดหอมมาบริโภค มักใช้เป็นส่วนประกอบของสลัด แซนด์วิช แซนเดิร์กอร์เกอร์ ทาโกะ หรือรับประทานเป็นผักสด แก้สัมภាតอาหารสจัดทำพอกยำหรือลาม สาคูไส้หมู หรือข้าวเกรียบปากหม้อ หรือแม้แต่ใช้เป็นผักตัดต่างเพื่อความสวยงาม ผักกาดหอมมีคุณค่าทางโภชนาการสูงความต้องการใช้ผักกาดหอมของผู้บริโภcmีอยู่ตลอดทั้งปี

ลักษณะโดยทั่วไปของผักกาดหอม คือปููกได้ดีกับดินทุกชนิดแต่ชอบดินร่วน สามารถปลูกได้ตลอดปีขึ้นอยู่กับพันธุ์แต่ละพันธุ์ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่คือ

- ผักกาดหอม ห่อหัว คล้ายกระหลาปี (Head Lettuce)
- ผักกาดหอมชนิดธรรมชาติ ไม่ห่อหัว (Laeaf Lettuce)
- ผักกาดหอมที่มีลำต้นยาว (Stem Lettuce)

การเพาะปลูกผักกาดหอมเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วน แต่ก็สามารถปลูกได้ในดินแทนทุกชนิด ดินที่ใช้ปลูกต้องระบายน้ำได้ดี ชุดดินเป็นร่องตื้นแล้วห่ว่านเม็ดคล่องไป รถน้ำวันละ 2 เวลา เช้า-เย็น อย่างสม่ำเสมอ เมื่อผักกาดหอมงอกแล้วอาจต้องมีการบायกล้าออกเพื่อไม่ให้อืดกันแน่นเกินไป ผักกาดหอมเป็นผักที่ไม่ค่อยมีแมลงรบกวน จึงไม่จำเป็นต้องฉีดยาฆ่าแมลง แมลงศัตรูพืชที่พบบ้างก็มีเพลี้ย กับหนอนกระทุ่น ซึ่งพบมากในฤดูหนาวและภาคกลางและภาคเหนือ อายุการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมประมาณ 40-50 วัน

2.3.2 ผักบูรเจี๊ยบ

ผักบูรเจี๊ยบ Water Convolvulus ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ipomoea aquatica* Forsk ชื่อวงศ์ CONVOLVULACEAE ผักบูรเจี๊ยบมีนิยมบริโภคส่วนของใบและลำต้น สามารถปลูกได้ง่าย การดูแลรักษาไม่ยาก เจริญเติบโตได้เร็ว เป็นผักพื้นเมืองของทวีปแอฟริกาตอนต่างๆ ทั่วโลก

ลักษณะโดยทั่วไปของผักบูรเจี๊ยบคือ เป็นผักที่อายุขัยน้อย สามารถปลูกได้ตลอดปี ชอบอากาศอบอุ่นและร้อน ปลูกได้ดีกับดินแทนทุกชนิด ผักบูรเจี๊ยบเป็นผักที่มีอายุสั้นมาก ชอบดินที่มีความชื้นสูง ให้น้ำบ่อยๆ สม่ำเสมอเพียงพอ แต่ต้องได้รับแสงแดดเต็มที่

การเพาะปลูกทำได้โดยทำการเลือกพื้นที่ปลูก การปลูกผักบุ้งจีนเพื่อการบริโภคสดเป็นการปลูกแบบหัวน้ำหรือโภymeloidคงบนแปลงปลูกโดยตรง เมื่อถึงอายุเก็บเกี่ยวคือประมาณ 20-25 วันก็จะถอนต้นผักบุ้งจีนทั้งต้นและรากออกจากแปลงปลูกไปบริโภคหรือจ้าหน่ายต่อไปลักษณะดินควรเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปูนทราย เพื่อให้ถอนต้นผักบุ้งจีนได้ง่าย

การเตรียมดิน เนื่องจากผักบุ้งจีนเป็นพืชที่มีระบบระบายน้ำ และอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ประมาณ 20-25 วัน ก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ในการเตรียมดินควรไถคลอกประมาณ 10-15 เซนติเมตร กีบอยแล้ว แล้วทำการพรวนย่อยดินและยกแปลงปลูก

วิธีปลูก การปลูกผักบุ้งจีนนิยมปลูกแบบหัวน้ำระยะทั่วแปลง หรือ บางครั้งอาจใช้โภymeloidเป็นแตร์ค์ได้ การปลูกแบบหัวน้ำระยะทั่วแปลง หมายความว่า สำหรับแปลงปลูกทุกรูปแบบ แต่การปลูกแบบโภymeloidเป็นแนวหนา สำหรับแปลงปลูกขนาดเล็กหรือปลูกผักบุ้งจีนเป็นผักสวนครัว

เนื่องจากเมล็ดผักบุ้งจีนมีเปลือกที่หนาและแข็ง ทำให้ยากต่อการข้ามขากและชำ เพราะน้ำซึ่งผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ยาก ดังนั้นก่อนปลูกควรนำเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนไปแช่ในน้ำนานประมาณ 6-12 ชั่วโมงเสียก่อน เพื่อให้เมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนดูดซับน้ำเข้าไปในเมล็ด มีผลให้เมล็ดผักบุ้งจีนงอกเร็วขึ้น และสนับสนุนกันดี เมล็ดที่ลอกน้ำจะเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ไม่สมบูรณ์ ไม่ควรนำไปเพาะปลูก ถึงแม้จะเข้าได้บ้างแต่จะไม่สมบูรณ์แข็งแรง อาจจะเป็นแหล่งเชื้อโรค ทำให้เกิดโรคระบาดได้ง่าย หลังจากแช่น้ำครบกำหนดแล้วให้นำเมล็ดพันธุ์ที่ดีไม่ลอกน้ำหัวน้ำหัวหาง ให้ระยะหัวหางทั่วทั้งแปลง สนับสนุนให้เมล็ดห่างกันเล็กน้อย ถ้าปลูกเป็นแตร์ค์โดยโภymeloidให้เป็นแตร์ค์ห่างกันแตร์ค์ละ 10-15 เซนติเมตร ต่อจากนั้นนำดินร่วนหรือปี้เต้าแกลงด้านหลังหัวหางประมาณ 2-3 เท่า ของความหนาของเมล็ดหรือหัวน้ำประมาณ 1/2 เซนติเมตร แต่ถ้าแหล่งที่ปลูกนั้นมีเศษฟางข้าวควรใช้ฟางข้าวคลุมแปลงปลูกนาง ฯ เพื่อช่วยเก็บรักษาความชื้นในดินและทำให้หัวหานิดปลูกไม่แห่น กินไป

หลังจากปลูกเสร็จแล้วให้รดน้ำทั่วบัวรดทั้งหมดโดยใช้สายยางติดฝักบัวรดน้ำทันที และให้ความชื้นแปลงปลูกทุกๆ วันๆ ละ 1-2 ครั้ง หลังจากหัวหานิดประมาณ 2-3 วัน เมล็ดพันธุ์จะงอกเป็นต้นผักบุ้งจีนต่อไป

2.4 โครงสร้าง

โครงสร้าง (Structure) เป็นองค์ประกอบหลักของเครื่องครน้ำผักอัตโนมัติทำหน้าที่ยึดจับอุปกรณ์ต่างๆเข้าไว้ด้วยกัน เช่น ระบบปลูกผัก ถังน้ำ ท่อน้ำ ห้องน้ำ

- ระบบปลูกผัก เป็นส่วนที่ใช้รองรับดินที่จะใช้ในการปลูกผักทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักของดินที่อุ่มน้ำอยู่ได้
- ถังน้ำ ใช้สำหรับเก็บน้ำเพื่อใช้ครน้ำผัก
- ท่อน้ำ ใช้สำหรับเป็นทางเดินของน้ำจากถังน้ำมาขังผัก

2.5 การวัดความชื้นในดิน

ความชื้นในดิน เป็นสัดส่วนระหว่างมวลของน้ำในดินกับมวลของดินแห้ง การวัดความชื้นในดินช่วยบอกหน้าที่ของดินที่อยู่ในบริเวณระบบนิเวศน์ ตัวอย่างเช่น แสดงถึงความสามารถในการอุ่มน้ำหรือให้ผลิตภัณฑ์ของน้ำในดินที่เกิดจากการให้ผลิตภัณฑ์น้ำได้ดี การให้ผลิตภัณฑ์น้ำคิดเป็น การคายน้ำและระเหยของน้ำออกสู่บรรยากาศ และยังใช้อธิบายความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารและน้ำสู่พืชซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของพืช

2.5.1 การวัดความชื้นในดิน

วิธีการวัดค่าความชื้นในดินมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีแต่วิธีหลัก ๆ จะมีอยู่ 2 วิธี คือ

- การวัดโดยตรงเก็บตัวอย่างดินบรรจุลงไปในกล่องโลหะแล้วปิดปากกล่องและนำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นกึ่น้ำดินเข้าเตาอบที่ 105 – 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อได้น้ำออกเสียงแล้วก็ซึ่งอีกรั้งหนึ่งเพื่อหาปริมาณความชื้นที่หายไป ปริมาณความชื้นในดินก็อาจจะคำนวณออกมานเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (Percent per weight : Pw) ได้คือ

$$Pw = \left\{ \frac{\text{น้ำหนักของดินชื้น} - \text{น้ำหนักของดินที่เตาอบ}}{\text{น้ำหนักของดินที่เตาอบ}} \right\} \times 100 \quad (2.1)$$

- การวัดโดยทางอ้อมมีอยู่ 3 แบบด้วยกันดังนี้คือ

- การวัดการนำไฟฟ้าหรือวัดความต้านทานของดินเครื่องวัดความชื้นในดิน อาศัยหลักการที่ว่า "น้ำในดินเป็นน้ำที่ไม่บริสุทธิ์ จึงสามารถนำไฟฟ้าໄได้ ถ้าในดินมีน้ำมากค่าความต้านทานของดินก็จะต่ำทำให้สามารถนำไฟฟ้าໄได้ แต่ในดินมีน้ำน้อย ค่าความต้านทานของดินก็จะสูง ทำให้นำไฟฟ้าໄได้ไม่ค่อยดีสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นในดินจึงทำให้สามารถวัดความชื้นในดินได้โดยการวัดการนำไฟฟ้าหรือความต้านทานของดิน

- การวัดโดยอาศัยความเครียดหรือพอเริยส์คัพ(Porous cup) เครื่องวัดความชื้นในดินที่ใช้หลักการวัดความเครียด (Tension)อาศัยระบบอุกกลางประกอบด้วยพอเริยส์คัพ ติดที่ปลายด้านหนึ่ง ส่วนอีกด้านหนึ่งติดกับманอยเมเตอร์ (manometer)หรือแวกคัมเกทช (vacuum gauge) ก่อนวัดก็ Rinน้ำลงไปในระบบออกให้เต็มแล้วฝังปลายของระบบอุกส่วนพอเริยส์คัพลงไปในดิน ถ้าน้ำในดินมีน้อยและถูกบีบด้วยแรงที่สูงกว่าน้ำในระบบอุก น้ำในระบบอุกก็จะไหลออกมา เพื่อที่จะรักษาความเครียดให้เท่ากัน ซึ่งจะส่งผลให้เข้มในแวกคัมเกทชสูงขึ้น การที่รู้ความเครียดจากแวกคัมเกทช ก็ทำให้รู้ปริมาณความชื้นในดินได้

- นิวตรอน แซคเทอริ่ง (Neutron Scattering) เครื่องวัดความชื้นในดินโดยอาศัยหลักที่ว่าเมื่อส่งนิวตรอนออกไปจากเครื่องเมื่อนิวตรอนไปกระทบกับน้ำก็จะสะท้อนกลับมาอย่างเครื่องถ้าในดินมีน้ำมากปริมาณนิวตรอนที่สะท้อนกลับมาก็จะมากเช่นกัน เมื่อรู้ปริมาณนิวตรอนที่สะท้อนกลับมาก็สามารถหาค่าความชื้นได้ การวัดด้วยวิธีนี้ให้ความแม่นยำสูงและราคาถูกสูงเช่นกัน

2.5.2 เชนเซอร์วัดความชื้นในดิน

เครื่องวัดความชื้นในดินอาศัยหลักการที่ว่าน้ำในดินเป็นน้ำที่ไม่บริสุทธิ์จึงสามารถนำไฟฟ้าได้ถ้าในดินมีน้ำมากค่าความต้านทานของดินก็จะต่ำทำให้สามารถนำไฟฟ้าได้ดี ในทางตรงกันข้ามถ้าในดินมีน้อยค่าความต้านทานของดินก็จะสูงทำให้นำไฟฟ้าได้ไม่ค่อยดี สัมผัสร์กับปริมาณความชื้นในดินจึงทำให้สามารถวัดความชื้นในดินได้โดยการวัดการนำไฟฟ้าหรือความต้านทานของดิน



รูปที่ 2.2 แท่งอิเล็กโทรด

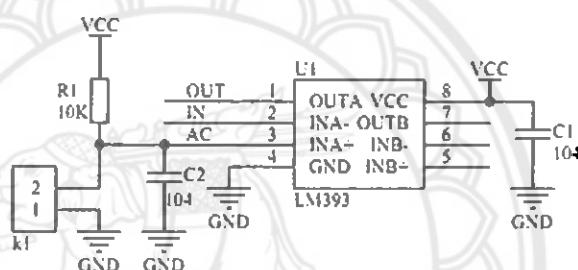
ในการวัดค่าความชื้นในดินนี้ จะต้องนำเอาแท่งอิเล็กโทรดปักลงไปในดินที่ต้องการวัดซึ่งก็จะสามารถอ่านค่าความชื้นของดินได้ หลักการ คือ การวัดค่าความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรด 2 ข้างในกรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้น้อย ก็แปลว่ามีความชื้นในดินมาก หรือดินชุ่มน้ำ ไม่ต้อง

รถน้ำ ในกรณีที่อ่านค่าความด้านหน้าได้มาก ก็แปลงว่ามีความชื้นในคืนน้อย หรือคืนแห้งอาจจะต้องรถน้ำในส่วนของ เชนเซอร์วัดความชื้นในคืนนี้สามารถให้ค่าได้ 2 แบบ

1. อ่านค่าเป็นแบบอนาล็อก(Analog) หมายถึงอ่านค่าความชื้นและให้ค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1024

2. อ่านค่าเป็นแบบดิจิตอล(Digital) โดยเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ ถ้ามากกว่าก็ให้ เป็น ЛОจิกสูงถ้าต่ำกว่าก็โลจิกต่ำ

จากนั้นค่าที่อ่านได้จะนำมาป้อนให้กับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ไอซี LM393 (DUAL DIFFERENTIAL COMPARATORS) โดยตั้งค่าได้จาก Variable Resistor ซึ่งเป็นการปรับค่า แรงดันที่ใช้ในการเปรียบเทียบ



รูปที่ 2.3 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน ไอซี LM393

2.6 อุปกรณ์ควบคุม

อุปกรณ์ควบคุมคอนโทรลเลอร์คือ สมองกลที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น สมองกลที่ประดิษฐ์จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ชนิด แ朋วงจรสำเร็จรูป เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในการควบคุมการทำงานที่ไม่มีเงื่อนไขการทำงานมากนัก สามารถใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ พื้นฐานแทนได้ เช่น ตัวต้านทานตัวเก็บประจุทรานซิสเตอร์มาประกอบกันเป็นวงจรควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียงได้

ในการทำงานที่มีเงื่อนไขการทำงานมากขึ้น เราจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถให้กับสมองกล ไม่โทรศั่ง จึงถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อแทนที่วงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานที่กล่าวมา ข้างต้น ไม่โทรศั่ง สามารถเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานได้ ด้วยการเปลี่ยนโปรแกรมลำดับการควบคุมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เนื่องจากไม่โทรศั่ง ไม่ต้องการแหล่งจ่ายไฟค่า จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับการสร้างสมองกล ให้อยู่ใน คอมพิวเตอร์ชนิดแ朋วงจรสำเร็จรูปคือคอมพิวเตอร์ชนิดแ朋วงจรสำเร็จรูปเป็นเครื่องควบคุมที่มีการ

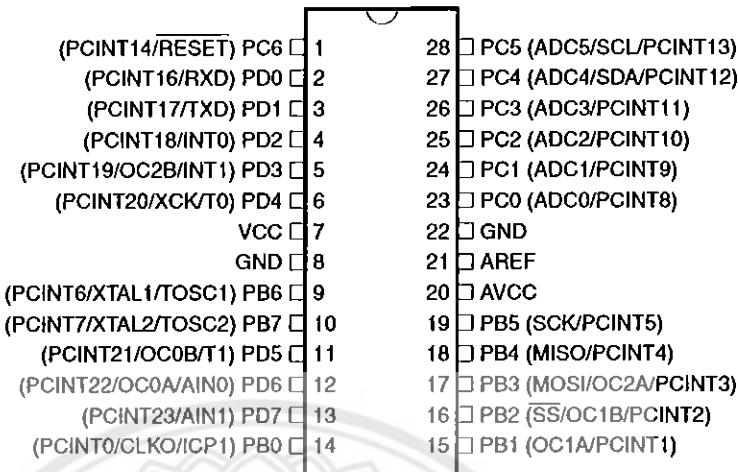
ทำงานเหมือนกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพียงแต่ทุกอย่างจะถูกย่อลงมาอยู่ในแพงวงจรเล็กๆเพียงแผงเดียว นิยมใช้ในงานที่มีเงื่อนไขในการทำงานมาก หรือ การควบคุมที่ซับซ้อน

2.6.1 รูปแบบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งานในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่น ในแต่ละโครงสร้างอันได้แก่ หน่วยความจำภายใน จำนวนขา จำนวนพอร์ต ที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกไมโครprocessorไปใช้งาน จึงขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ หรือความเหมาะสมของงาน ในโครงสร้างนี้ ผู้ดำเนินโครงการเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P มีคุณสมบัติดังนี้

1. เลือกใช้คราฟต์แอลเอวีอาร์(AVR) เบอร์ ATmega328P ของแอทเมล(ATMEL)ใช้งานที่ความถี่ 16.00เมกะเฮิรตซ์
2. หน่วยความจำแฟลช(FLASH)16กิโลไบต์, SRAM 1กิโลไบต์, EEPROM 512ไบต์
3. มี GPIO ใช้งาน 22บิต เป็นคิจ托ลจำนวน 14บิต, และ A TO D ขนาด 10บิตจำนวน 8 บิต
4. เพาเวอร์ซัพพลายต่อใช้งาน 5 โวลต์ดีซี โดยใช้ไดทั้งกับ 5 โวลต์ดีซีจาก พอร์ตบูสต์บี(USB)และจากแหล่งจ่าย 5 โวลต์ดีซีภายนอกพร้อมแอดชีดีแสดงสถานะ
5. มีวงจร EXTERNAL RESET แบบ RC RESET และ SW RESET
6. ขัวต่อใช้งานระหว่าง 2.54 มิลลิเมตรขนาด 28pin ระหว่าง 600มิลลิเมตรจ่ายต่อ การนำไปต่อประยุกต์ใช้งาน และต่อทดลองบนบอร์ดทดลอง
7. ขนาดบอร์ด 2 × รเซนติเมตรขนาดบอร์ดประมาณเท่ากับ ไอซี 28pin
8. ขัวต่อ USB MINI และ ไอซี USB BRIGE ของ FTDI เบอร์ FT232R บนบอร์ด
9. ขัวต่อ AVR ISP แบบ IDE 10pin สำหรับต่อใช้งานความโน๊ลต์ให้กับหน่วยประมวลผลในบอร์ด ในกรณีไม่ต้องการความโน๊ลต์ผ่านทางพอร์ตบูสต์บี

2.6.2 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P



รูปที่ 2.4 รูปแบบการทำงานของขาไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P

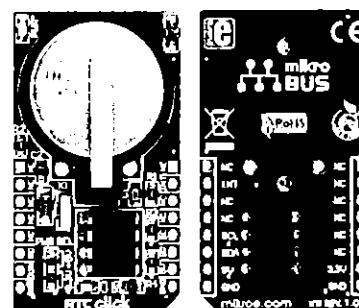
ตารางที่ 2.1 รายละเอียดการทำงานแต่ละขาของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P

ขา	หน้าที่การทำงาน
VCC	แรงดันดิจิตอล
GND	สำหรับต่อลงกราวด์
Port B (P0-P7) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2	พอร์ต B เป็น 8 บิตสองทิศทางพอร์ต I/O มีตัวต้านทานพลุ-อพกายใน (เลือกสำหรับแต่ละบิต) พอร์ต B บัสเฟอร์ส่งออก tri-stated เมื่อตั้งค่าเงื่อนไขจะกลายเป็นการใช้งาน แม้ว่านาฬิกาไม่ได้ทำงานทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการตั้งค่าฟิวส์เลือกนาฬิกา PB6 สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการขยายสัญญาณแบบกลับหัว PB7 สามารถใช้เป็นเอาท์พุทจากขยายการกลับหัวของซีลเดเตอร์
Port C (P0-P5)	พอร์ต C เป็น 7 บิตสองทิศทางพอร์ต I/O ที่มีความต้านทานภายในดึงขึ้น (เลือกสำหรับแต่ละบิต) PC5-0 บัสเฟอร์ส่งออกมีลักษณะสมมาตร ไดรฟ์ที่มีทั้งอ่างสูงและความสามารถในการแหล่งที่มา ในฐานะที่เป็นปัจจัยการผลิตขาพอร์ต C ที่มีค่าดึงภายนอกจะมาปัจจุบันถ้าตัวต้านทานดึงขึ้นจะเปิดใช้งาน ขาพอร์ต C ที่ระบุไว้มีสภาพการตั้งค่าจะกลายเป็นที่ใช้งานแม้ว่านาฬิกาไม่ได้ทำงาน

ขา	หน้าที่การทำงาน
Port C (P6)	หาก RSTDISBL ฟิวส์เป็นโปรแกรม, PC6 จะใช้เป็นขา I/O โปรดทราบว่าลักษณะไฟฟ้าของ PC6 แตกต่างกันจากบรรดาขาอื่น ๆ ของพอร์ต C
Port D (P0-P5)	พอร์ต D เป็น 8 บิตสองทิศทางพอร์ต I/O ที่มีความต้านทานภายในดึงขึ้น (เลือกสำหรับแต่ละบิต) พอร์ต D บัฟเฟอร์ส่งออกมีลักษณะสมมาตร ไครอฟ์ที่มีหัวทั้งอ่างสูงและความสามารถในการแหล่งที่มา ในฐานะที่เป็นปัจจัยการผลิต ขาพอร์ต D ที่มีต่ำดึงภายนอกจะบันถือตัวต้านทานดึงขึ้นจะเปิดใช้งาน ขาพอร์ต D เป็นไปที่ระบุไว้เมื่อสภาพการตั้งค่าจะถูกเป็นที่ใช้งานแม้ว่านาฬิกาไม่ได้ทำงาน
Port 0 (P0.0-P0.7)	เป็นขาอินพุตและเอาท์พุตให้กับอุปกรณ์ภายนอกแบบโอลูเพ็นเดรน (ไม่มีตัวต้านทานพูลอัพภายใน) ดังนั้นการใช้งานพอร์ต 0 จึงจำเป็นต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพด้วยนอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นขาแอคเดรสนั๊ต (A0-A7) ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกและบล็อกข้อมูล (D0-D7) เพื่อรับข้อมูลการโปรแกรมให้กับในโครค่อนโตรเลอร์
AV _{CC}	AV _{CC} เป็นขาแรงดันสำหรับ A/D Converter PC3 และ ADC7 มันควรจะเชื่อมต่อภายนอกเพื่อ VCC แม้ว่า ADC ไม่ได้ใช้ถ้า ADC ถูกนำมาใช้ก็ควรจะเชื่อมต่อกับ VCC ผ่านตัวกรองต่ำผ่านโปรดสังเกตว่า PC6 การใช้แรงดันดิจิตอล
AV _{CC}	AV _{CC} เป็นขาแรงดันสำหรับ A/D Converter PC3 และ ADC7 มันควรจะเชื่อมต่อภายนอกเพื่อ VCC แม้ว่า ADC ไม่ได้ใช้ถ้า ADC ถูกนำมาใช้ก็ควรจะเชื่อมต่อกับ VCC ผ่านตัวกรองต่ำผ่านโปรดสังเกตว่า PC6 การใช้แรงดันดิจิตอล

2.7 เรียลไทม์คล็อก (Real Time Clock)

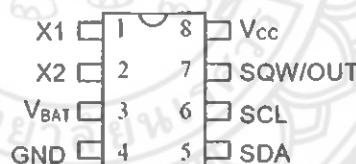
เรียลไทม์คล็อก หรือ อาร์ทีซี(RTC) ก็คือระบบฐานเวลาที่เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้หลากหลาย ภายในในโครค่อนโตรเลอร์เองก็มีไทม์เมอร์เพื่อใช้ในการจับเวลา หรือนำไปใช้เป็นฐานเวลาจริงได้ เช่นกัน แต่เนื่องจากในโครค่อนโตรเลอร์สามารถทำงานได้ต่อเมื่อมีไฟเดี่ยงเท่านั้น ดังนั้นการใช้ไทม์เมอร์ของในโครค่อนโตรเลอร์สร้างฐานเวลาจริงจึงไม่เหมาะสมในบางการใช้งาน



รูปที่ 2.5 เรียลไทม์คล็อก

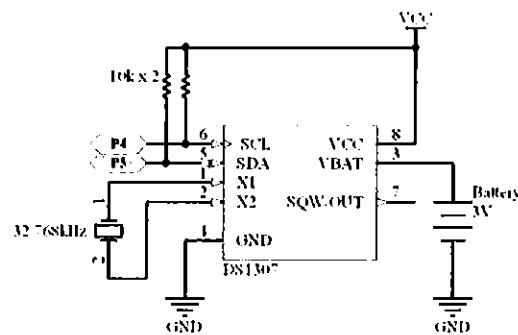
2.7.1 การใช้งานเรียลไทม์คล็อก (Real Time Clock) ด้วย DS1307

DS1307 เป็นไอซีฐานเวลาของคัลลิสเซนกอนดักเตอร์ (Dallas Semiconductor) มีบัสรับส่งข้อมูลแบบ I2C ซึ่งเป็นแบบ 2 wire สามารถสื่อสารได้ 2 ทิศทาง (bi-direction bus) ฐานเวลาของ DS1307 นั้นสามารถเก็บข้อมูล วินาที, นาที, ชั่วโมง, วัน, วันที่, เดือน และปี ได้ ระบบเวลาสามารถทำงานโหนครุภูมิแบบ 24 ชั่วโมง หรือ 12 ชั่วโมง AM/PM ก็ได้ ภายมีระบบตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ โดยถ้าแหล่งจ่ายไฟหลักลูกคัดไป DS1307 สามารถสวิตซ์ไปใช้ไฟจากแบตเตอรี่ และทำงานต่อไป โดยที่ยังสามารถรักษาข้อมูลไว้ได้ โครงสร้างมีขาทั้งหมด 8 ขาดังแสดงในรูปที่ 1 และมีรายละเอียดการทำงานของขาต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตำแหน่งขาไอซี RTC DS1307

ในการทดลองได้ต่อ DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P โดยใช้พอร์ตต่อนาฬิกา pin 4 และ 5 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นบัส I2C ต่อ กับ SCL และ SDA ของ DS1307 ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 วงจรใช้งาน DS1307 ที่ใช้ในการทดลอง

2.8 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงคุณหน้าสัมผัสให้เปลี่ยนสภาพ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคู่กับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่างๆ ได้มากมาย

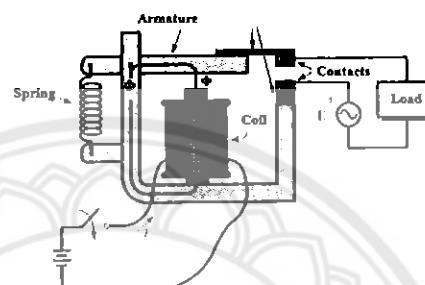
2.8.1 หน้าที่และหลักการทำงานของรีเลย์

หน้าที่ของคอนแทคเตอร์ คือ การใช้กำลังไฟฟ้าจำนวนน้อยเพื่อไปควบคุมการตัดต่อ กำลังไฟฟ้าจำนวนมาก คอนแทคเตอร์ ทำให้เราสามารถควบคุมกำลังไฟฟ้าในตำแหน่งอื่นๆ ของระบบไฟฟ้าได้ สายไฟควบคุมให้รีเลย์กำลังหรือคอนแทคเตอร์ทำงานเป็นสายไฟฟ้านาคเล็กต่อ เข้ากับสวิตช์ควบคุมและขดลวด (Coil) ของคอนแทคเตอร์ กำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าขดลวดอาจจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง หรือไฟฟ้ากระแสสลับก็ได้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบการใช้คอนแทคเตอร์ทำให้สามารถควบคุมวงจรจากระยะไกล (Remote) ได้ ซึ่งทำให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงานในการควบคุมกำลังไฟฟ้า

หลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์แสดงดังรูปที่ 2.8 การทำงานเริ่มจากปิดสวิตช์ เพื่อป้อนกระแสไฟให้กับขดลวด โดยทั่วไปจะเป็นขดลวดพันรอบแกนแม่เหล็กทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไปดูดเหล็กอ่อนที่เรียกว่าอาร์เมจเจอร์ (Armature) ให้ตัวลงมาที่ปลายของอาร์เมจเจอร์ค้างหนึ่งมั๊กยึดติดกับสปริง (Spring) และปลายอีกด้านหนึ่งยึดติดกับหน้าสัมผัสการเคลื่อนที่อาร์เมจเจอร์จะเป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัสให้แยกจากหรือแตะกับหน้าสัมผัสอีกอันหนึ่งซึ่งยึดติดอยู่กับที่เมื่อปิดสวิตช์อาร์เมจเจอร์ก็จะกลับสู่ตำแหน่งเดิมเราสามารถนำหลักการนี้ไปควบคุมโหลด (Load) หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้ตามต้องการ

2.8.2 รีเลย์แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภท

1. รีเลย์กำลัง (Power relay) หรือมักเรียกว่า คอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา
2. รีเลย์ควบคุม (Control Relay) มีขนาดเล็กกว่า ไฟฟ้าต่ำใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมบางที่เรียกว่ารีเลย์



รูปที่ 2.8 หลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์



รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์แบบตัวหนีเข้าไฟฟ้าแทนแทนลักษณะและสัญลักษณ์แบบลักษณะ

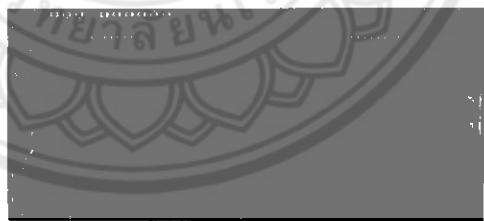
2.9 จอแสดงผลแอลซีดี

เทคโนโลยีอนินิเตอร์ แอลซีดีย่อมาจากหน้าจอแสดงผลหลักเหลว (Liquid Crystal Display) ซึ่งเป็นจอแสดงผลแบบดิจิตอล (Digital) โดยภาพที่ปรากฏขึ้นเกิดจากแสงที่ถูกปล่อยออกมาจากหลอดไฟด้านหลังของจอภาพ (Black Light) ผ่านชั้นกรองแสง (Polarized filter) แล้ววิ่งไปยังคริสตัลเหลวที่เรียงตัวด้วยกัน 3 เซลล์คือ แสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงินโดยลักษณะเป็นพิกเซล (Pixel) ที่สว่างสุดใส่เกิดขึ้น นอก จาก นั้น เทคโนโลยีที่พัฒนามาใช้กับ แอลซีดี สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. โพสซิชีฟเมทริกต์ (Super-Twisted Nematic) เป็นเทคโนโลยีแบบเก่าที่ให้ความคมชัดและความสว่างน้อยกว่า ใช้ในจอโทรทัศน์มือถือทั่วไป

2. แอ็อกซิชีฟเมทริกต์ (Thin Film Transistors) สามารถแสดงภาพได้คมชัดและสว่างกว่าแบบแรก ใช้ในจออนิเตอร์หรือโน้ตบุ๊ก สหิวเท็นนีมาติก (Twisted Nematic) คือสารประเทกนีจะมีการจัดโครงสร้างโมเลกุลเป็นเกลียว แต่ถ้าเราผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปมันก็จะคลายตัวออกเป็นเส้นตรง เราใช้ปรากฏการณ์นี้เป็นตัวกำหนดว่าจะให้แสงผ่านได้หรือไม่ได้ สหิวเท็นนีมาติกผลึกเหลวชนิดนี้จะให้เราสามารถเปลี่ยนทิศทางการสั่นของคลื่นแสงได้ 90 องศา ถึง 150 องศา คือเปลี่ยนจากแนวตั้งให้กลายเป็นแนวนอน หรือเปลี่ยนกลับกันจากแนวนอนให้เป็นแนวตั้งได้ ด้วยจุดนี้เองทำให้การค่าตอบสนองสัญญาณทำงานกับเวลา (Response Time) มีค่าสูง

หลักการพื้นฐานคือการบังคับให้หยดของผลึกเหลว (Liquid crystal) ซึ่งมีแผ่นแก้วกักเอาไว้ให้ไปปิดรูซ่องแสง ซึ่งแสงถูกพยายามจากด้านหลังของหน้าจอ ก่อให้เกิดการแสดงผลเป็นตัวอักษร หรือตัวเลขในรูปแบบต่างๆ ได้ตามต้องการ จุดเด่นของหน้าจอแอลซีดีขาว-ดำหรือเรียกอีกอย่างว่าหน้าจอแบบโนโนโกลด์ คือการทำงานที่ไม่อาร์บีบีนยิงอิเล็กตรอน จึงช่วยให้ด้านลึกของจอภาพมีขนาดสั้นกว่าบนหน้าจอแบบซีดีที (CDT) ถึง 3 เท่าและด้วยรูปร่างที่แบนราบทางด้านหน้า และด้านหลัง ขนาดเล็กกะทัดรัดและน้ำหนักเบาและประหยัดพลังงานไฟฟ้า สำหรับการแสดงในโครงงานนี้ถูกออกแบบให้แสดงบนจอแสดงผลแอลซีดีแบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัดซึ่งแสดงตัวอักษรของแอลซีดีดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ดักมาตรฐานแอลซีดี

2.10 ชุดปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำ เปรียบเหมือนเป็นนอเตอร์กระแสตรงตัวหนึ่ง เป็นอุปกรณ์สำหรับส่งน้ำจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งหรือเพื่อเพิ่มแรงดันของน้ำ ซึ่งมีทั้งแบบที่ไม่อนอเตอร์ไฟฟ้าและแบบที่ใช้เครื่องยนต์ทำหน้าที่หมุนส่งกำลังให้ปั๊มน้ำทำงานเพื่อเพิ่มแรงดันและส่งน้ำไปตามท่อปั๊มน้ำที่ใช้ในบ้านส่วนใหญ่จะเป็นแบบไฟฟ้า ปั๊มน้ำแบ่งตามลักษณะการทำงานออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบอาชัยแรงกลไกการเหวี่ยงหนีศูนย์ของฯเหลวในการพาของเหลว
2. แบบอาชัยการแทนที่ของฯเหลวในการพาของเหลว

2.10.1 ชนิดของปั๊ม

1. ปั๊มน้ำอัตโนมัติ เหมาะสำหรับอาคาร ตึกแฉว ทาวน์เฮาส์ บ้านเดี่ยวเป็นระบบสวิตช์ เปิด - ปิดอัตโนมัติ ประยุคไฟกำลังส่งไปปั๊มจุดต่างๆภายในบ้านได้ดี สามารถต่อ กับเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องซักผ้า หรือก๊อกน้ำได้
2. ปั๊มน้ำแรงดันคงที่ เหมาะสำหรับพาร์ทเม้นท์ อาคารตึกแฉว ทาวน์เฮาส์ บ้านเดี่ยว เป็นปั๊มน้ำอัตโนมัติควบคุมแรงดันอุปกรณ์เกี่ยวกับน้ำให้มีแรงดันคงที่ ให้น้ำสม่ำเสมอ เหมาะกับการติดตั้งใช้กับเครื่องทำน้ำอุ่น
3. ปั๊มน้ำหอยโข่ง เหมาะกับงานเกษตร งานสูบน้ำขึ้นตึกสูง งานสูบจากแม่น้ำหรือแม่น้ำหัว江 ย่าน้ำสปิงเกอร์ สามารถสูบน้ำได้ในปริมาณที่มากหรือแรงส่งสูงๆ
4. ปั๊มน้ำจุ่น ใช้กับงานสูบน้ำออก เช่น งานน้ำท่วม บ่อน้ำพู มีกำลังส่งต่ำ แต่สูบน้ำได้ปริมาณมากๆ



รูปที่ 2.11 ลักษณะปั๊มน้ำแรงดันคงที่

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

ในบทนี้จะเป็นการบอกรถึงโครงสร้าง ขั้นตอนการทำงานของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ในโกรคอน โทรลเลอร์ ตลอดจนอุปกรณ์ส่วนควบคุมซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.1 โครงสร้างของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติ

โครงสร้างของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ในโกรคอน โทรลเลอร์ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้จากรูปด้านล่างนี้



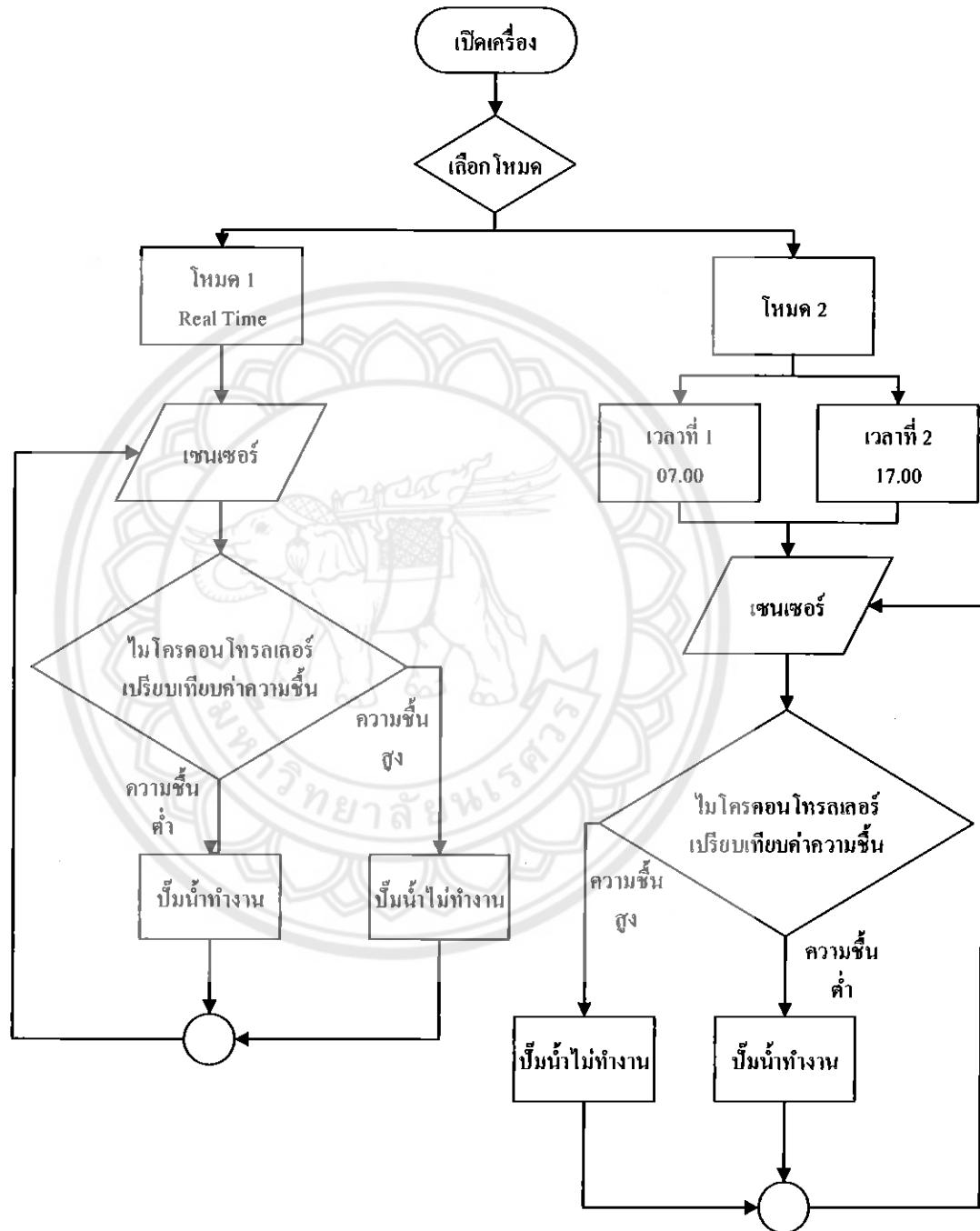
รูปที่ 3.1 โครงสร้างเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ในโกรคอน โทรลเลอร์

จากรูปที่ 3.1 สามารถอธิบายส่วนประกอบต่างๆตามหมายเลขต่างๆของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ในโกรคอน โทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน ดังรูปที่ 3.1 ได้ดังนี้

- หมายเลข 1: สายยางที่มีขนาดครึ่งนิ้วซึ่งทำการเจาะเป็นรูขนาดเล็กแต่กระรูมีระยะห่าง
เท่ากัน 10 เซนติเมตรเพื่อใช้สำหรับใส่หัวน้ำหยด
- หมายเลข 2: หัวน้ำหยด ชนิดปรับปริมาณการไหลของน้ำให้หยดมากหรือน้อยได้ออยู่
ในช่วง 1- 120 ลิตร/ชั่วโมง
- หมายเลข 3: เชนเชอร์วัดความชื้น จะนำไปปักไว้ในดินบริเวณต้องการของระบบทดิน
ซึ่งการทำงานของชน เชอร์นี้ จะทำได้โดยการวัดค่าความด้านท่านของดิน¹
หากในดินมีน้ำปริมาณมาก ทำให้ค่าความด้านท่านในดินมีค่าน้อยและ
ในทางตรงกันข้าม ถ้าปริมาณน้ำในดินมีปริมาณน้อยจะทำให้ค่าความ
ด้านท่านมีค่ามาก
- หมายเลข 4: ข้อต่อสามทาง เป็นตัวแยกน้ำที่ไหลมาจากบีบีน้ำ เพื่อแบ่งน้ำระหว่างสาย
ยางทั้งสองสายให้มีปริมาณที่เท่ากัน
- หมายเลข 5: กล่องนบอร์คใน โกรคอน โกรลเลอร์ ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจาก
ชน เชอร์วัดความชื้นว่าความชื้นในดินเหมาะสมสมหรือไม่เหมาะสม หากไม่
เหมาะสมจะทำการสั่งปั๊มน้ำให้ทำงาน เพื่อปล่อยน้ำสู่ระบบดินจนกว่า²
ความชื้นในดินจะเหมาะสม แล้วบอร์คใน โกรคอน โกรลเลอร์จะสั่งให้ปั๊มน้ำ
หยุดการทำงาน
- หมายเลข 6: ระบบดิน มีขนาด $35 \times 50 \times 25$ เซนติเมตร
- หมายเลข 7: บีบีน้ำ จะรับสัญญาณมาจากบอร์คใน โกรคอน โกรลเลอร์เพื่อที่จะสั่งทำงาน
หรือไม่ทำงาน
- หมายเลข 8: ถังน้ำ มีความจุขนาด 10 ลิตร ใช้เป็นถังบรรจุน้ำเพื่อใช้ในการรดน้ำผัก
- หมายเลข 9: จอกแสลงผลแออัดซีด เป็นตัวบอกโหมดการทำงานของเครื่อง เวลาปั๊มน้ำบัน³
ระดับความชื้น และสถานะการทำงานของบีบีน้ำ
- หมายเลข 10: อแดปเตอร์ ขนาด 6 โวลต์ 3 แอมป์ ใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานสำหรับบอร์ค⁴
ใน โกรคอน โกรลเลอร์
- หมายเลข 11: ปลั๊กตัวผู้สำหรับจ่ายไฟ 220 โวลต์กระแสสลับ จากเตารับให้กับบีบีน้ำ
- หมายเลข 12: ท่อน้ำล้วนระบบหัวใจกระบน้ำหยดที่ไหลไม่ทัน
- หมายเลข 13: ส่วนของโครงสร้างรองรับน้ำหนักและอุปกรณ์ทุกส่วน

3.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ในโครงการโทรลเลอร์

เครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ในโครงการโทรลเลอร์มีหลักการทำงานตามขั้นตอนดังแสดงในแผนภาพการทำงานรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพการทำงานของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ในโครงการโทรลเลอร์

จากรูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ในโครงคอนโทรลเลอร์ได้ดังต่อไปนี้

1. เมื่อเปิดสวิตช์หน้าจอแสดงผลจะแสดงโหมดการทำงาน เวลาปัจจุบัน ความชื้น และสถานะการทำงาน

2. ทำการเลือกการทำงานโดยมีการทำงาน 2 โหมด

- โหมด 1 ทำงานตามเวลาจริงตลอด 24 ชั่วโมง โดยจะนำค่าความชื้นที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าความชื้นในเดือนที่เหมาะสมตามที่กำหนดไว้

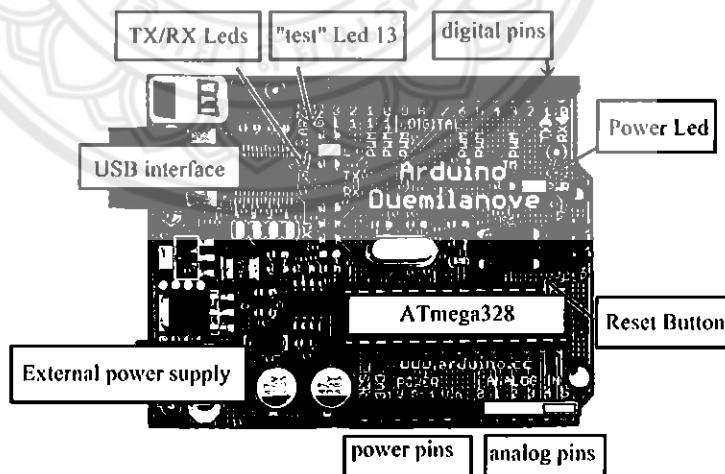
- โหมด 2 กำหนดเวลาในการวัดความชื้น 2 ช่วงเวลาคือ เวลา 07.00 น. และ 17.00 น. แล้วนำค่าความชื้นที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าความชื้นในเดือนที่เหมาะสมตามที่กำหนดไว้

3. เมื่อนำค่าความชื้นที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าความชื้นที่เหมาะสมตามที่กำหนดไว้แล้วถ้าหากว่ามีค่าความชื้นต่ำกว่าที่กำหนดไว้ โครงคอนโทรลเลอร์จะจ่ายแรงดันไฟฟ้าเรียลเพื่อส่งให้ปั๊มน้ำทำงานเพื่อรดน้ำจุ่นได้ค่าความชื้นที่กำหนดไว้

3.3 ส่วนควบคุมการทำงาน

ในส่วนควบคุมการทำงานประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการตรวจสอบ ประมวลผล และส่งการ เพื่อให้เครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยในโครงคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้

3.3.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์ดูโอโน่ ดูเอมิลาร์奴ฟ (Arduino Duemilanove)



รูปที่ 3.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์ดูโอโน่ ดูเอมิลาร์奴ฟ

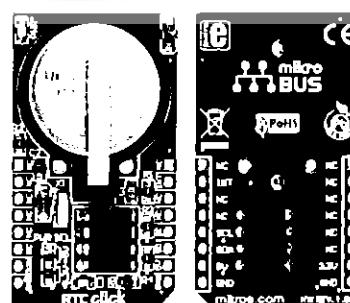
จากรูปที่ 3.3 แสดงให้เห็นว่า บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

- TX/RX Leds คือ หลอดแอลอีดีแสดงผลเมื่อมีการรับค่าหรือส่งค่า Tx = Transmitter และตัวส่ง Rx = Receiver ตัวรับหรือขารับหรือขาส่ง
- Test Led13 คือ ไฟแอลอีดีสำหรับการทดสอบ
- Digital pins คือ ขาดิจิตอลสำหรับรับและส่งค่าเป็นดิจิตอล
- Power Led คือ ไฟแอลอีดีแสดงสถานะบอร์ดในโครค่อนโถรลเดอร์ทำงานหรือไม่ทำงาน
- Reset Button คือ สวิตช์รีเซ็ต
- Analog pins คือ ขาอนาล็อกสำหรับรับค่าอนาล็อก
- Power pins คือ แหล่งจ่ายไฟและแหล่งรับไฟ
- External power supply คือ จุกรับไฟจากภายนอก
- USB interface คือ บริเวณเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับบอร์ดในโครค่อนโถรลเดอร์

3.3.2 การใช้งานเรียลไทม์คล็อก (Real Time Clock) ด้วย DS1307

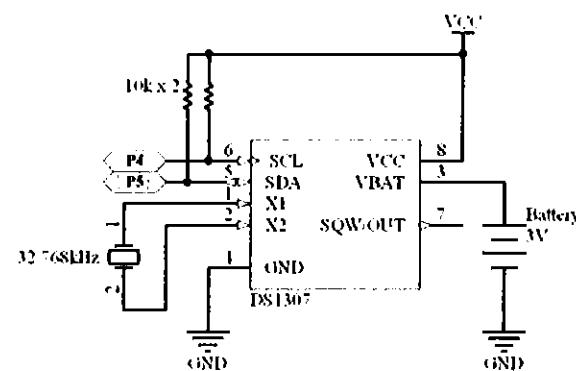
เรียลไทม์คล็อก หรือ อาร์ซีที (RTC) คือระบบฐานเวลาที่เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้หลากหลาย ภายใต้ในโครค่อนโถรลเดอร์เองก็มีไทม์เมอร์เพื่อใช้ในการจับเวลา หรือนำไปใช้เป็นฐานเวลาจริงได้ เช่น กัน แต่เนื่องจากในโครค่อนโถรลเดอร์สามารถทำงานได้ต่อเมื่อมไฟเสียงเท่านั้น ดังนั้นการใช้ไทม์เมอร์ของในโครค่อนโถรลเดอร์ สร้างฐานเวลาจริงจึงไม่เหมาะสมในบางการใช้งาน

ในการทำงานของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติโดยใช้ในโครค่อนโถรลเดอร์จึงได้ใช้เรียลไทม์คล็อก เป็นฐานเวลาจริงในการตั้งเวลาในการทำงาน



รูปที่ 3.4 เรียลไทม์คล็อก

ในการทดสอบได้ต่อ DS1307 กับในโครค่อนโถรลเดอร์หมายเลข ATmega328P โดยใช้พอร์ตอนาคตอีกพิน 4 และ 5 ของในโครค่อนโถรลเดอร์เป็นบัส I2C ต่อ กับ SCL และ SDA ของ DS1307 ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.5 วงจรใช้งาน DS1307 ที่ใช้ในการทดลอง

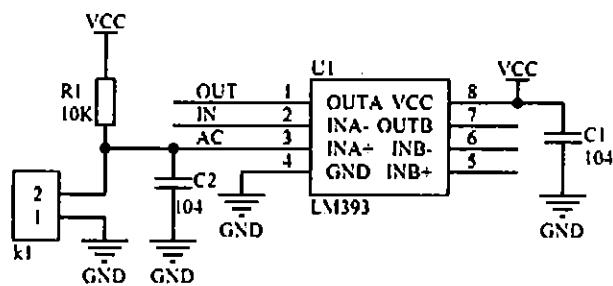
3.3.3 เซนเซอร์วัดความชื้น

ในการวัดค่าความชื้นในดินนั้น จะต้องนำเอาแท่งอิเล็กโทรคปีกลงไปในดินที่ต้องการวัด ซึ่งก็จะสามารถถูกอ่านค่าความชื้นของดินได้ หลักการคือการวัดค่าความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรคทั้ง 2 ข้าง



รูปที่ 3.6 แท่งอิเล็กโทรค

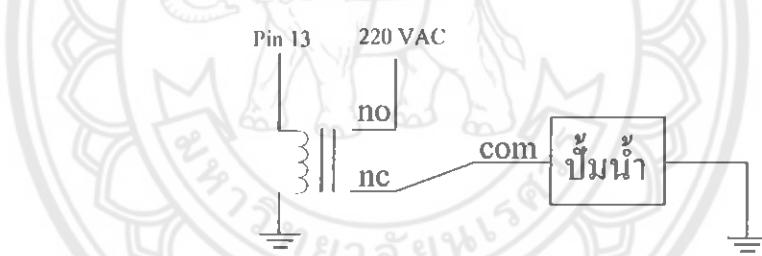
จากนั้นค่าที่อ่านได้จะนำมาป้อนให้กับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน IC LM393 (DUAL DIFFERENTIAL COMPARATORS) โดยตั้งค่าได้จาก Variable Resistor (ในกรณีใช้งานแบบดิจิตอล) ซึ่งเป็นการปรับค่าแรงดันที่ใช้ในการเปรียบเทียบ กรณีที่อ่านค่าแรงดันได้น้อย ก็แปลงว่ามีความชื้นในดินมาก หรือดินชุ่มชื้นไม่ต้องรถน้ำ ในกรณีที่อ่านค่าแรงดันได้นาก ก็แปลงว่ามีความชื้นในดินน้อย หรือดินแห้งอาจจำต้องรถน้ำ



รูปที่ 3.7 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน ไอซี LM393

3.3.4 รีเลย์

รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการต่อหน้าสัมผัสให้เปลี่ยนสภาพ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคู่กับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำเพื่อใช้ในการครองน้ำได้



รูปที่ 3.8 วงจรรีเลย์

จากรูปที่ 3.6 จะเห็นว่ารีเลย์มีการต่อขากองรีเลย์ซึ่งประกอบด้วยตำแหน่งต่างๆดังนี้คือ ขาจ่ายแรงดันใช้งาน จากรูปจะเห็นสัญลักษณ์ขดลวดแสดงตำแหน่งขาcoil (coil) หรือ ขาต่อแรงดันใช้งานจะต่อมากองคิจitol pin ขาที่ 13 จากไม่โครค่อน โทรลเกอร์และอิกค้านจะต่อ กันกราวต์

1. ขาคอมมอนหรือ (COM) จะเป็นขาต่อเข้ากับปั๊มน้ำ
2. ขา NO (Normally opened หรือ ปกติเปิด) โดยปกติขานี้จะเปิดเอาไว้จะทำงานเมื่อเราป้อนแรงดันให้รีเลย์จะต่อเข้ากันแหล่งจ่าย 220 โวลต์กระแสสลับ
3. ขา NC (Normally closed หรือ ปกติปิด) โดยปกติขาที่จะใช้งานในลักษณะที่ต้องการให้ทำงานในขณะที่ไม่ต้องป้อนแรงดันให้รีเลย์ (ในที่นี้เราไม่ได้ใช้งานจึงไม่มีการต่อใดๆไว้)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

หลังจากศึกษาทฤษฎี หลักการทำงานและลงมือสร้างเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยในโกรคอน โตรลเลอร์แล้ว ในบทนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยในโกรคอน โตรลเลอร์โดยแบ่งการทดสอบเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้

1. การทดลองวัดเบอร์เซ็นต์ความชื้นเทียบกับระดับแรงดันไฟฟ้าของเซนเซอร์วัดความชื้น
2. การทดลองหาความชื้นที่เหมาะสมที่ผักบุ้งเจนและผักกาดหอมต้องการ
3. การทดลองการทำงานของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยในโกรคอน โตรลเลอร์ ในโหนมการทำงานที่ 1 การทำงานตามเวลาจริง
4. การทดลองการทำงานของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยในโกรคอน โตรลเลอร์ ในโหนมการทำงานที่ 2 การตั้งเวลาทำงานของเครื่องวันละ 2 เวลา คือเวลา 07:00 น. และ 17:00 น.

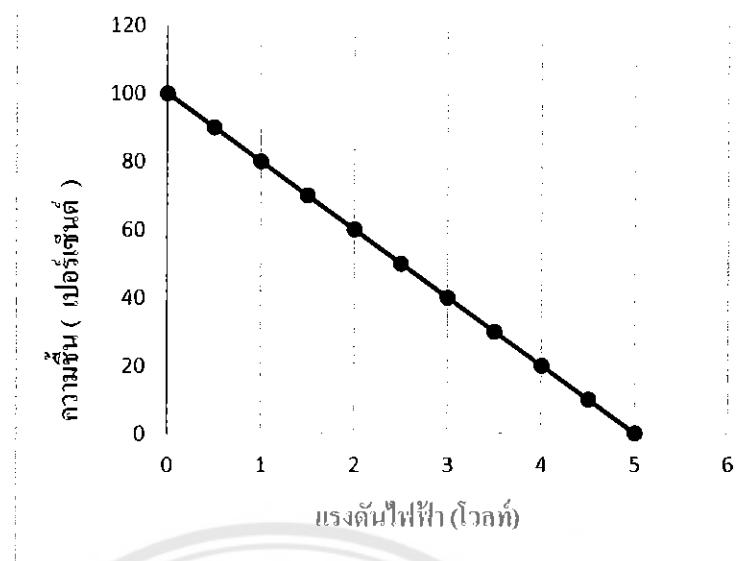
4.1 การทดลองวัดเบอร์เซ็นต์ความชื้นเทียบกับระดับแรงดันของเซนเซอร์วัดความชื้น

ในการทดลองนี้จะทำการทดลองโดยนำเครื่องวัดความชื้น (moisture meter) พร้อมกับนำเซนเซอร์วัดความชื้น มาวัดความชื้นของคินในจุดเดียวกันจากนั้นนำค่าทั้ง 2 ค่าที่วัดได้มานะเปรียบเทียบกันระหว่างเบอร์เซ็นต์ความชื้นจากเครื่องวัดความชื้นกับระดับแรงดันไฟฟ้าจากเซนเซอร์วัดความชื้น ซึ่งได้ผลดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบระหว่างความชื้นหน่วยเปอร์เซ็นต์กับแรงดันไฟฟ้า

ความชื้นจากเครื่องวัดความชื้น ในคิน (เปอร์เซ็นต์)	แรงดันไฟฟ้าจากเซนเซอร์วัด ความชื้น (โวลท์)
0	5.0
10	4.5
20	4.0
30	3.5
40	3.0
50	2.5
60	2.0
70	1.5
80	1.0
90	0.5
100	0.0

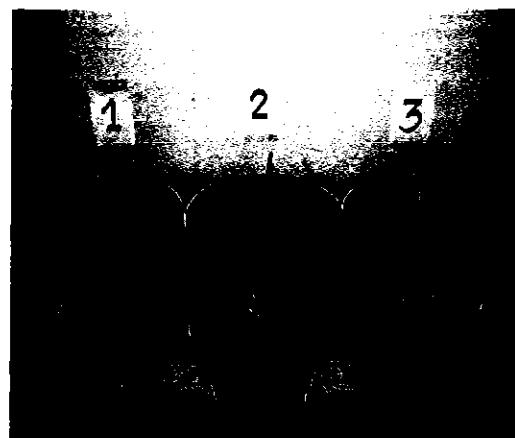
ความชื้นในคินนั้นเมื่อใช้เครื่องวัดความชื้นในคินวัดจะอยู่ในช่วง 0 – 100 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่ 0 เปอร์เซ็นต์ คือคินที่ไม่มีความชื้นเป็นคินแห้ง ส่วนที่ความชื้น 100 เปอร์เซ็นต์ คือคินที่มีความชื้นมากที่สุดเป็นคินเปียกหรือชุ่มน้ำมาก และเมื่อใช้เซนเซอร์วัดความชื้นในคินวัดความชื้น จะได้ผลลัพธ์เป็นแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในช่วง 0 – 5 โวลท์ ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ 0 โวลท์ คือคินที่มีความชื้นมากที่สุดเป็นคินเปียกหรือชุ่มน้ำมาก ส่วนที่ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ 5 โวลท์ คือคินที่แห้งไม่มีความชื้นดังแสดงในกราฟการเปรียบเทียบระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นกับระดับแรงดันไฟฟ้าจากเซนเซอร์วัดความชื้นในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบเปลี่ยนเชื่นความชื้นกับแรงดันไฟฟ้าจากเซนเซอร์

4.2 การทดลองหาความชื้นที่เหมาะสมที่ผักบุ้งจีนและผักกาดหอมต้องการ

ผักแต่ละชนิดจะมีความต้องการน้ำซึ่งใช้ในการเจริญเติบโตที่ต่างกันดังนั้น การทดลองนี้จะเป็นการทดลองปลูกผักบุ้งจีนและผักกาดหอมเพื่อหาความชื้นในดินที่เหมาะสมที่ผักทั้ง 2 ชนิดต้องการเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดค่าความชื้นที่เหมาะสมในการทำงานของเครื่องรดน้ำผักอัตโนมัติ โดยทำการปลูกผักทั้ง 2 ชนิด ชนิดละ 3 กระถางในรูปที่ 4.2 และรดน้ำวันละ 2 เวลาโดยปริมาณน้ำที่ใช้ในการรดน้ำแต่ละกระถางแบ่งออกได้ดังนี้คือ กระถางที่ 1 ใช้น้ำปริมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรกระถางที่ 2 ใช้น้ำปริมาณ 300 ลูกบาศก์เซนติเมตรและกระถางที่ 3 ใช้น้ำปริมาณ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยทำการบันทึกผลการทดลองหาความชื้นที่เหมาะสมของผักทั้ง 2 ชนิดที่ปริมาณน้ำต่างๆ ดังตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผักบุ้งจีนและผักกาดหอมชนิดละ 2 กระถาง

ตารางที่ 4.2 ตารางความชื้นเมื่อทำการรดน้ำผักทั้ง 2 ชนิดที่ปริมาณน้ำต่างๆ

วันที่	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็นต์)					
	ผักบูร์จีน			ผักกาดหอม		
	กระถางที่ 1 100 ลบ.ชม.	กระถางที่ 2 300 ลบ.ชม.	กระถางที่ 3 500 ลบ.ชม.	กระถางที่ 1 100 ลบ.ชม.	กระถางที่ 2 300 ลบ.ชม.	กระถางที่ 3 500 ลบ.ชม.
1	50	75	90	50	75	85
2	50	75	95	50	75	85
3	55	75	95	50	75	85
4	55	80	95	50	75	90
5	55	80	100	55	80	90
6	55	80	100	55	80	90
7	55	80	100	55	75	90

การทดลองรดน้ำในปริมาณที่ต่างกันทำให้เห็นถึงความแตกต่างของการเจริญเติบโตโดยพิจารณาจากความสูงของผักที่วัดได้ในแต่ละกระถางโดยเบริยนเทียบจากวันที่ 1 และวันที่ 7 และน้ำค่าความชื้นในตารางที่ 4.2 ของกระถางที่ผักมีการเจริญเติบโตมากที่สุดหมายค่าเฉลี่ยความชื้นที่เหมาะสมของผักทั้ง 2 ชนิด

จากการทดลอง ผักบูร์จีนกระถางที่ 3 มีการเจริญเติบโตมากที่สุดเมื่อเทียบกับกระถางที่ 1 และ 2 พิจารณาได้จากความสูงของวันที่ 7 ที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 1 ด้วยส่วนต่าง 1 เซนติเมตรดังแสดงในรูปที่ 4.3



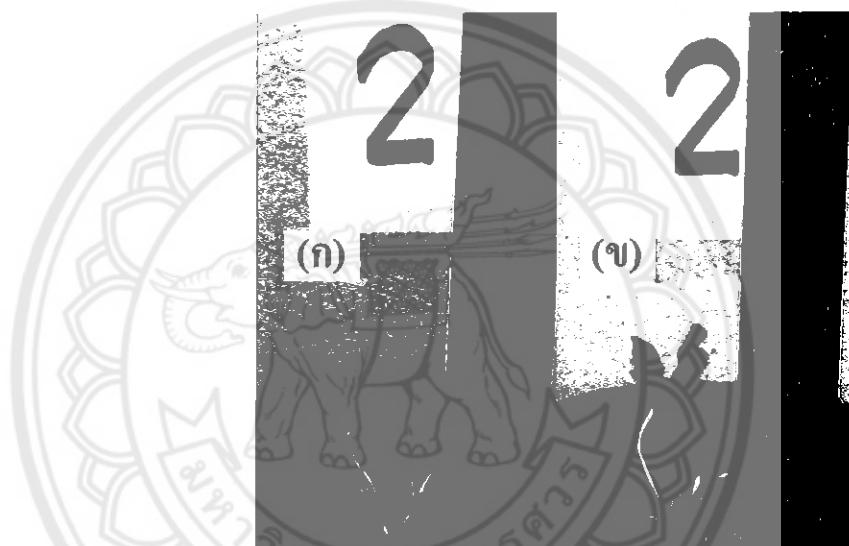
รูปที่ 4.3 (ก) ความสูงของผักบูร์จีนวันที่ 1 (ข) ความสูงของผักบูร์จีนวันที่ 7

จากนั้นนำความชื้นในดินของผักบุ้งจีนกระถางที่ 3 มาเฉลี่ยเพื่อหาความชื้นที่เหมาะสมได้ดังนี้

$$\frac{90+95+95+95+100+100+100}{7} = 96.43 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

ความชื้นในดินที่เหมาะสมของผักบุ้งจีนคือ 95 เปอร์เซ็นต์

และผักกาดหอมกระถางที่ 2 มีการเจริญเติบโตมากที่สุดเมื่อเทียบกับกระถางที่ 1 และ 3 พิจารณาได้จากความสูงของวันที่ 7 ที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 1 ด้วยส่วนต่าง 2 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 (ก) ส่วนสูงของผักกาดหอมวันที่ 1 (ข) ส่วนสูงของผักกาดหอมวันที่ 7

จากนั้นนำความชื้นในดินของผักกาดหอมกระถางที่ 2 มาเฉลี่ยเพื่อหาความชื้นที่เหมาะสมได้ดังนี้

$$\frac{75+75+75+75+80+80+75}{7} = 76.43 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

ความชื้นในดินที่เหมาะสมของผักกาดหอมคือ 75 เปอร์เซ็นต์

4.3 การทดลองการทำงานของเครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมดการทำงานที่ 1 การทำงานเวลาจริง

การทดลองนี้จะเป็นการวัดความชื้นในดินตามเวลาจริงตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อความชื้นในดินต่ำกว่าค่าเฉลี่ยความชื้นที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในหัวข้อที่ 4.2 คือความชื้นที่เหมาะสมของพักน้ำจีนอยู่ที่ 95 เปอร์เซ็นต์ พักภาคหอนอยู่ที่ 75 เปอร์เซ็นต์ เครื่องรถน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการรถน้ำอัตโนมัติจนถึงค่าความชื้นที่เหมาะสมดังแสดงในตารางบันทึกผลการทดลองต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ตารางความชื้นและสถานะของเครื่องในช่วงเวลาที่พิจารณาของพักน้ำจีน

วันที่	การทดสอบ	ความชื้นที่เหมาะสมของพักน้ำจีน (95 เปอร์เซ็นต์)				
		เวลา				
		08.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.	16.00 น.
1	ความชื้น	77.07	88.97	88.62	88.50	89.72
	สถานะ	ON	ON	ON	ON	ON
2	ความชื้น	89.91	88.62	86.21	84.43	82.13
	สถานะ	ON	ON	ON	ON	ON
3	ความชื้น	59.42	88.59	90.33	90.30	91.51
	สถานะ	ON	ON	ON	ON	ON

หมายเหตุ: ON = ปั๊มน้ำทำงาน
OFF = ปั๊มน้ำไม่ทำงาน

ตารางที่ 4.4 ตารางความชื้นและสถานะของเครื่องในช่วงเวลาที่พิจารณาของผักกาดหอม

วันที่	การทดสอบ	ความชื้นที่เหมาะสมของผักกาดหอม (75 เปอร์เซนต์)				
		เวลา				
		08.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.	16.00 น.
1	ความชื้น	77.07	88.97	88.62	88.50	89.72
	สถานะ	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
2	ความชื้น	89.91	88.62	86.21	84.43	82.13
	สถานะ	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
3	ความชื้น	59.42	88.59	90.33	90.30	91.51
	สถานะ	ON	OFF	OFF	OFF	OFF

หมายเหตุ: ON = ปั๊มน้ำทำงาน

OFF = ปั๊มน้ำไม่ทำงาน

เมื่อความชื้นมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้เครื่องรดน้ำผักอัตโนมัติจะทำงาน (ON)



รูปที่ 4.5 หน้าโหมด 1 ขณะทำงาน

หมายเลขอ 1: แสดงโหมดการทำงาน

หมายเลขอ 2: เวลาปั๊มน้ำบัน

หมายเลขอ 3: ความชื้น

หมายเลขอ 4: สถานการณ์ทำงานของปั๊มน้ำ

เมื่อความชื้นมีค่าสูงกว่าหรือเท่าที่กำหนดไว้เครื่องรดนำ้าผักอัตโนมัติจะยังไม่ทำงาน (OFF)



รูปที่ 4.6 หน้าโหนด 1 ขณะไม่ทำงาน

หมายเลขอ 1: แสดงโหนดการทำงาน

หมายเลขอ 2: เวลาปัจจุบัน

หมายเลขอ 3: ความชื้น

หมายเลขอ 4: สถานะการทำงานของปั๊มน้ำ

4.4 การทดลองการทำงานของเครื่องรดนำ้าผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในโหนดการทำงานที่ 2 การตั้งเวลาทำงานของเครื่องวันละ 2 เวลา คือเวลา 07:00 น. และ 17:00 น.

การทดลองนี้จะทำการตั้งเวลาให้เครื่องทำงานวันละ 2 เวลา คือเวลา 07:00 น. และ 17:00 น. โดยเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าความชื้นแล้วนำมามเปรียบเทียบกับค่าความชื้นที่เหมาะสมที่กำหนดไว้ที่ได้มาจากการทดลองในหัวข้อที่ 2 คือความชื้นที่เหมาะสมของผักบุ้งจินอยู่ที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ผักกาดหอมอยู่ที่ 75 เปอร์เซ็นต์ และถ้าความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ เครื่องรดนำ้าผักก็จะทำการรดนำ้าอัตโนมัติจนถึงค่าความชื้นที่เหมาะสมดังแสดงในตารางบันทึกผลการทดลองท่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 ตารางความชื้นและสถานะของเครื่องในช่วงเวลาที่พิจารณาของผักบูร์เจิน

วันที่	ผลการทดสอบ	ความชื้นที่เหมาะสมของผักบูร์เจิน (95 เปอร์เซ็นต์)	
		เวลา	
		7.00น.	17.00น.
1	ความชื้น	77.07	89.62
	สถานะ	ON	ON
2	ความชื้น	89.81	81.13
	สถานะ	ON	ON
3	ความชื้น	59.42	91.12
	สถานะ	ON	ON

หมายเหตุ: ON = ปั๊มน้ำทำงาน

OFF = ปั๊มน้ำไม่ทำงาน

ตารางที่ 4.6 ตารางความชื้นและสถานะของเครื่องในช่วงเวลาที่พิจารณาของผักกาดหอม

วันที่	ผลการทดสอบ	ความชื้นที่เหมาะสมของผักกาดหอม (75 เปอร์เซ็นต์)	
		เวลา	
		7.00น.	17.00น.
1	ความชื้น	77.07	89.62
	สถานะ	OFF	OFF
2	ความชื้น	89.81	81.13
	สถานะ	OFF	OFF
3	ความชื้น	59.42	91.12
	สถานะ	ON	OFF

หมายเหตุ: ON = ปั๊มน้ำทำงาน

OFF = ปั๊มน้ำไม่ทำงาน

เมื่อความชื้นมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้เครื่องดน้ำผักอัตโนมัติจะทำงาน (ON)



รูปที่ 4.7 หน้าจอโหนด 2 ขณะเป็นทำงาน

หมายเลขอ 1: แสดงโหนดการทำงาน

หมายเลขอ 2: เวลาปัจจุบัน

หมายเลขอ 3: ความชื้น

หมายเลขอ 4: สถานะการทำงานของปั๊มน้ำ

เมื่อความชื้นมีค่าสูงกว่าหรือเท่าที่กำหนดไว้เครื่องดน้ำผักอัตโนมัติจะยังไม่ทำงาน (OFF)



รูปที่ 4.8 หน้าจอโหนด 2 ขณะเป็นไม่ทำงาน

หมายเลขอ 1: แสดงโหนดการทำงาน

หมายเลขอ 2: เวลาปัจจุบัน

หมายเลขอ 3: ความชื้น

หมายเลขอ 4: สถานะการทำงานของปั๊มน้ำ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา ออกแบบ ทดสอบ และทำการปรับปรุงชิ้นงานขึ้นเป็นเครื่องรดน้ำผัก อัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ระยะเวลาคำนวณ 2 ภาคการศึกษาทำให้ ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในบทนี้จะเป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลองในโครงการ พร้อม เสนอแนะแนวทางในการนำโครงการนี้ไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไป

5.1 สรุปผลการทดลองการทำงานของเครื่องรดน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์

จากการทดลองการทำงานของเครื่องรดน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในหัวข้อการทดลองที่ผ่านมาพบว่า

เมื่อนำเครื่องวัดความชื้น (moisture meter) และเซนเซอร์วัดความชื้นจากนั้นนำค่าที่วัด ได้มาเปรียบเทียบกันพบว่า ความชื้นในดินนั้นมีอยู่เครื่องวัดความชื้นในดินวัดจะอยู่ในช่วง 0 – 100 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นที่ 0 เปอร์เซ็นต์ คือดินที่ไม่มีความชื้นเป็นดินแห้ง ส่วนที่ความชื้น 100 เปอร์เซ็นต์ คือดินที่มีความชื้นมากที่สุดเป็นดินเปียกหรือชุ่มน้ำมาก และเมื่อใช้เซนเซอร์วัดความชื้น ในดินวัดความชื้นจะได้ผลลัพธ์เป็นแรงดันที่อยู่ในช่วง 0 – 5 โวลท์ ระดับแรงดันที่ 0 โวลท์ คือ ดินที่มีความชื้นมากที่สุดเป็นดินเปียกหรือชุ่มน้ำมาก ส่วนที่ระดับแรงดันที่ 5 โวลท์ คือดินที่แห้งไม่มีความชื้น

การปลูกผักบุ้งจีนและผักกาดหอมเพื่อحاคามชั้นที่เหมาะสมในการรดน้ำผักทั้ง 2 ชนิด ผลการทดลองจากตารางสามารถนำมาเฉลี่ยเพื่อหาค่าความชื้นได้คือ ความชื้นที่เหมาะสมของ ผักบุ้งจีนอยู่ที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ผักกาดหอมอยู่ที่ 75 เปอร์เซ็นต์

เครื่องรดน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ในโหมดที่ 1 และโหมดที่ 2 คือทำงานได้ตามเวลาจริงตลอด 24 ชั่วโมงและแบบกำหนดเวลาทำงาน วันละ 2 ครั้งคือเวลา 07.00 น. และ 17.00 น. โดยการวัดความชื้นแล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ กำหนดแล้วสามารถควบคุมการสั่งงานให้ปั๊มน้ำทำงานได้ถูกต้อง

5.2 ปัญหาและการแก้ไข

1. ระดับแรงดันของน้ำที่ใช้ในการรดน้ำผักที่ข้อบกพร่องทำให้ไม่สามารถส่งน้ำไปยังหัวน้ำหยอดได้ และถ้าแรงดันของน้ำมีมากเกินไปจะเกิดการรั่วบริเวณหัวหรือสายยางได้ดังนั้นควรเลือกอุปกรณ์ในการควบคุมการเปิด – ปิดน้ำให้เหมาะสมกับแรงดันน้ำ
2. ในการทำงานมีอุปกรณ์หลายส่วนจึงเกิดการใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเดียวไม่เพียงพอต่อการทำงานทำให้อุปกรณ์บางชิ้นไม่ทำงานจึงควรหาแหล่งจ่ายที่มีพลังงานไม่เพียงพอต่อการใช้งาน
3. การวางแผนของเชนเชอร์วัดความชื้นมีผลต่อค่าความชื้นที่วัดได้ ดังนั้นควรหาจุดที่มีความชื้นเฉลี่ยของระบบที่ใช้ปุ๊ก เพื่อให้ค่าความชื้นที่เหมาะสมที่เครื่องการทำงานได้ถูกต้อง

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

จากปัญหาที่พบในการดำเนินการเครื่องรดน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ศักยภาพการทำงานของเครื่องรดน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลง จึงต้องมีการศึกษาแนวทางวิธีในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อการพัฒนาเครื่องรดน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังต่อไปนี้

1. ในการทดลองมีตัวแปลบท้ายอย่างที่ส่งผลต่อการทดลองตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ ชนิดของคิน สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการปุ๊กผัก จะทำให้ผลการทดลองมีความแม่นยำและถูกต้องยิ่งขึ้น
2. การใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงจะทำให้สามารถพัฒนาและต่อยอดการทำงานให้มีขอบเขตการทำงานที่กว้างมากขึ้นทำงานได้หลากหลายและมีความน่าเชื่อที่ถือสูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] คุณสมบัติของดิน สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2556
จาก <http://www.niteschan.com/thinking/soilanalysis/soi21.html>
- [2] ดิน สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2556
จาก http://oss101.ddd.go.th/web_soils_for_youth/s_compo2.htm
- [3] หัวน้ำധด สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2556
จาก <http://thaitechno.net/t1/productdetails.php?id=44975&uid=38626>
- [4] ผักกาดหอม สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2556
จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/ผักกาดหอม>
- [5] ผักบูรจีน สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2556
จาก <http://www.oknation.net/blog/horti-asia/2012/10/18/entry-1>
- [6] การวัดความชื้นในดิน สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2556
จาก http://forprod.forest.go.th/forprod/tips/silvicebook/forest_proceeding/oral/Session5/t2-1.pdf
- [7] เชนเซอร์วัดความชื้นในดิน สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2556
จาก <http://thai.alibaba.com/product-gs/soil-moisture-sensor-soil-hygrometer-detection-module-for-arduino-1136159750.html>
- [8] ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2556
จาก <http://www.atmel.com/devices/atmega328p.aspx>
- [9] เรียลไทม์คล็อก สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2556
จาก http://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_clock
- [10] วิธีการต่อใช้งานรีเลย์ 5 ขา และ 6 ขา. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2556
จาก <http://www.thaiedurobot.com/article-th-86634-วิธีการต่อใช้งานรีเลย์+5+ขา+และ+6+ขา.html>
- [11] จอแอลซีดี สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2556
จาก <http://www.rmutphysics.com/CHARUD/invention/invention2/Nanodisplay/nanodisplay4.htm>
- [12] ปั๊มน้ำ. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2556
จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/ปั๊มน้ำ>
- [13] อະเดคปเตอร์ สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2556
จาก <http://atcloud.com/stories/74246>



โปรแกรมการทำงานของเครื่องรดน้ำผักอัตโนมัติควบคุมด้วย
ไมโครคอนโทรลเลอร์

```

#include <LiquidCrystal.h> //ฟังก์ชันของแอลซีดี

#include <Wire.h> // ฟังก์ชันเรียลไทม์คล็อก

#include "RTClib.h" // ฟังก์ชันเรียลไทม์คล็อก

int SenPin = 0; // ประกาศรับค่าเซ็นเซอร์

int ledPin = 13; // สัญญาณไฟออกเพื่อทริกเกอร์

int buttonPin = 2; // รับสัญญาณโหมด 1

int Pin = 3; // รับสัญญาณโหมด 2

LiquidCrystal lcd(7, 8, 9, 10, 11, 12); // ประกาศสัญญาณผ่านออกไปยังแอลซีดี

RTC_DS1307 RTC; // เรียลไทม์คล็อก

//-----//

void setup()
{
    Serial.begin(57600);

    Wire.begin();

    RTC.begin();

    if (! RTC.isrunning()) {/// ฟังก์ชันเรียลไทม์คล็อก

        Serial.println("RTC is NOT running!"); // following line sets the RTC to the date

& time this sketch was compiled

        RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
    }
}

```

```

        lcd.begin(16, 2); // พینก์ชันจอแอลซีดี

        pinMode(buttonPin, INPUT); // พینก์ชันโหมด 1

        pinMode(Pin, INPUT); // พินก์ชันโหมด 1

        pinMode(leddPin, OUTPUT); // พินก์ชันทริกรีเลย์

    }

//=====

void loop()
{
    float Reading = analogRead(SenPin); //รับสัญญาณจากอินเดก

    float Vol = Reading * (5.0 / 1024.0); //สมการวัดแรงดัน

    float Wet = 100-(Vol*20); //สมการวัดความชื้น

    buttonState = digitalRead(buttonPin);

//----mode select-----//

    {

        buttonS = digitalRead(Pin); //ตัวอย่างทริกรีเลย์

        if (buttonS == HIGH) //ถ้า buttonS มีค่าเท่ากับ HIGH

        {   lcd.setCursor(0,0); //เช็คหน้าจอหลักที่ 00อกແດວ 1

            lcd.print("MODE 1 "); //ออกหน้าจอโหมด 2

            DateTime now = RTC.now(); //ตั้งเวลา

            lcd.setCursor(8,0); //เช็คหน้าจอหลักที่ 8 อกແດວ 1
}
}

```

```

if(now.hour() < 10)

{

lcd.print("0");

}

lcd.print(now.hour(), DEC); //แสดงชั่วโมง

lcd.print(':');

}

if(now.minute() < 10)

{

lcd.print("0");

}

lcd.print(now.minute(), DEC); //แสดงนาที

lcd.print(':');

if(now.second() < 10)

{

lcd.print("0");

}

lcd.print(now.second(), DEC); //แสดงวินาที

delay(500);

lcd.setCursor(0,1); //เข้าหน้าจอหลักที่ 8 ออกແດວ 1

lcd.print(" WET "); //แสดงคำว่า WET

```

```

lcd.setCursor(5,1); //เข็มหน้าจอหลักที่ 8 ออกແດວ 2

lcd.print(Wet); //ເຮືອກສນກາຣ Wet ພອກหน້າຈອ

{

if(Wet<=80) //ຕັ້ງຄວາມຊື່ນໄທນົດ 1

{

digitalWrite(ledPin, HIGH); //ສ້າງສູງພາລິກຣີເລີຍ ຄໍາທີ່ຄ່າ ສູງ

lcd.setCursor(9,1); //ເຂົ້າຫຼັກທີ່ 9 ພອກແດວ 2

lcd.print(" ON "); //ໜ້າຈອແສດງຄຳວ່າ ON

}

else

{

digitalWrite(ledPin, LOW); //ຫຼຸດສ້າງສູງພາລິກຣີເລີຍ ຄໍາທີ່ຄ່າ ຕໍ່າ

lcd.setCursor(10,1); //ເຂົ້າຫຼັກທີ່ 9 ພອກແດວ 2

lcd.print(" OFF "); //ໜ້າຈອແສດງຄຳວ່າ OFF

}

delay(500);

}

}

else

{

```

```

lcd.setCursor(0,0); //เข็มหน้าจอหลักที่ 0 ออกແຕວ 1

lcd.print("MODE 2 "); //หน้าจอแสดงคำว่า MODE 2

DateTime now = RTC.now();

lcd.setCursor(8,0); //หน้าจอแสดงเวลา

if(now.hour() < 10)

{

lcd.print("0");

}

lcd.print(now.hour(), DEC);

lcd.print(':');

if(now.minute() < 10)

{

lcd.print("0");

}

lcd.print(now.minute(), DEC);

lcd.print(':');

if(now.second() < 10)

{

lcd.print("0");

}

```

```

lcd.print(now.second(), DEC);

delay(500);

// ===== แก้เลข ตั้งเวลา now.hour คือ ชั่วโมง , now.minute คือ นาที ===== //

{

{

if((now.hour()==7||now.hour()==17)&&now.minute()==0||now.minute()==1||now.minute()==2||n
ow.minute()==3||now.minute()==4) //ตั้งเวลาไว้ที่ 7.00-7.04 และตั้งเวลาไว้ที่
                                17.00-17.04

{

lcd.setCursor(5,1);

lcd.print(Wet);

if(Wet<=80) //ความชื้น โภนค 2

{

digitalWrite(ledPin, HIGH);

lcd.setCursor(9,1);

lcd.print(" ON ");

}

else

{

digitalWrite(ledPin, LOW);

lcd.setCursor(10,1);
}
}
}

```

```
        lcd.print(" OFF  ");

    }

}

else

{

    digitalWrite(ledPin, LOW);           //ถ้า ledPin มีค่า ต่ำ

    lcd.setCursor(8,1);                //เซ็ทหน้าจอหลักที่ 8 ออกແດວ 2

    lcd.print(" Waiting ");            //หน้าจอแสดงคำว่า Waiting

    lcd.setCursor(0,1);                //เซ็ทหน้าจอหลักที่ 0 ออกແດວ 2

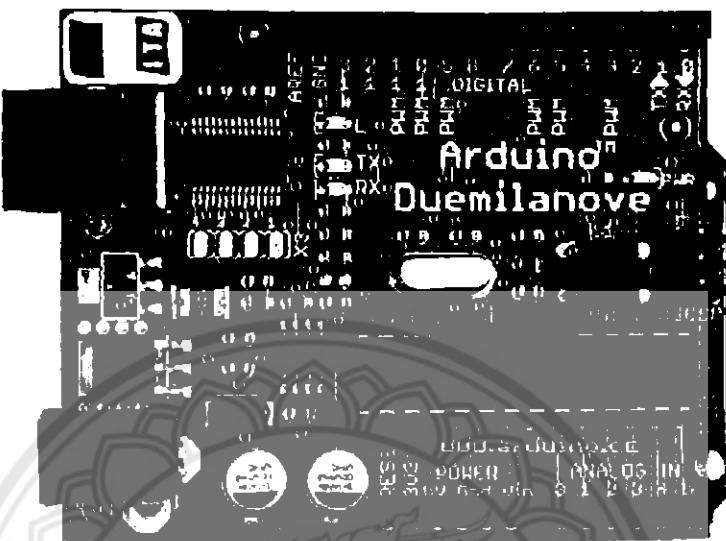
    lcd.print("      ");

} } } } }
```





Arduino Duemilanove



Product Overview

The Arduino Duemilanove ("2009") is a microcontroller board based on the ATmega328. It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

"Duemilanove" means 2009 in Italian and is named after the year of its release. The Duemilanove is the latest in a series of USB Arduino boards; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Index

Technical Specifications	/ Page 2
How to use Arduino Programming Environment, Basic Tutorials	/ Page 6
Terms & Conditions	/ Page 7
Information about Protection against intellectual property rights	/ Page 8



radiospares

RADIONICS





Technical Specification

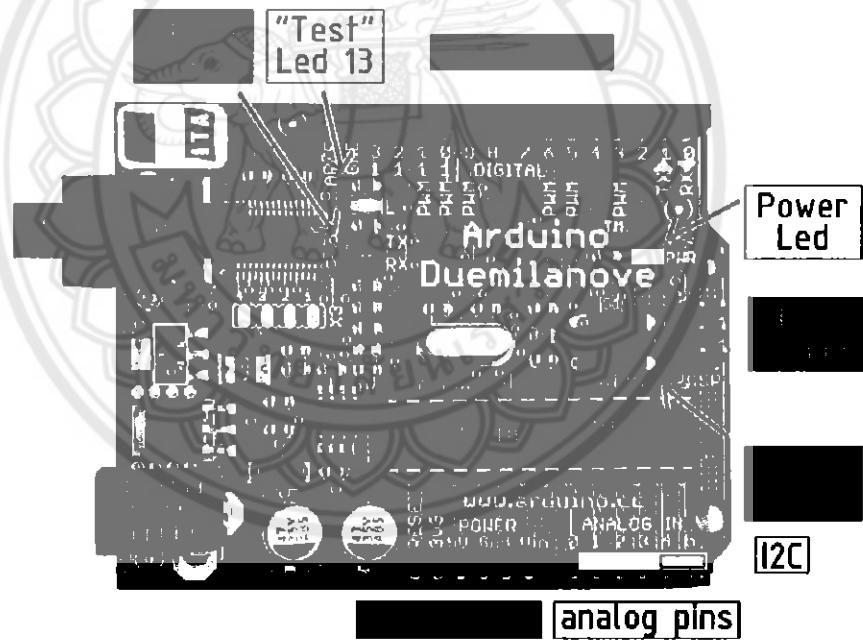


EAGLE files: [arduino-duemilanove-reference-design.zip](#) Schematic: [arduino-duemilanove-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 2 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares

RADIONICS



Power

The Arduino Duemilanove can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board FTDI chip. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 2 KB is used for the bootloader); the ATmega328 has 32 KB, (also with 2 KB used for the bootloader). The Atmega328 has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Duemilanove can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial:** 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the FTDI USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts:** 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM:** 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED:** 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.



Radiospares

RADIONICS



The Duemilanove has 6 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the `analogReference()` function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 ports](#).

Communication

The Arduino Duemilanove has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provide UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An FTDI FT232RL on the board handles this serial communication over USB and the FTDI drivers (included with the Arduino software) provide a virtual com port to software on the computer. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the FTDI chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Duemilanove's digital pins.

The ATmega328 also support I²C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a [Wire library](#) to simplify use of the I²C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega328 datasheet.

Programming

The Arduino Duemilanove can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Duemilanove w/ ATmega328" from the Tools > Board menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Duemilanove comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.



radiospares

RADIONICS







DS1307 64 x 8 Serial Real-Time Clock

www.maxim-ic.com

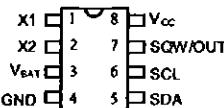
FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

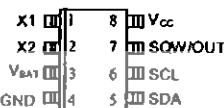
ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

PIN ASSIGNMENT



DS1307 8-Pin DIP (300-mil)



DS1307 8-Pin SOIC (150-mil)

PIN DESCRIPTION

V _{CC}	- Primary Power Supply
X ₁ , X ₂	- 32.768kHz Crystal Connection
V _{BAT}	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver

DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.



**LM193, LM293, LM293A
LM393, LM393A, LM2903, LM2903V
DUAL DIFFERENTIAL COMPARATORS**
SLCS005W - JUNE 1976 - REVISED JULY 2010

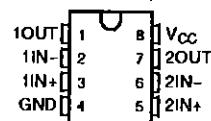
- Single Supply or Dual Supplies
- Wide Range of Supply Voltage
 - Max Rating ... 2 V to 36 V
 - Tested to 30 V ... Non-V Devices
 - Tested to 32 V ... V-Suffix Devices
- Low Supply-Current Drain Independent of Supply Voltage ... 0.4 mA Typ Per Comparator
- Low Input Bias Current ... 25 nA Typ
- Low Input Offset Current ... 3 nA Typ (LM193)
- Low Input Offset Voltage ... 2 mV Typ
- Common-Mode Input Voltage Range Includes Ground
- Differential Input Voltage Range Equal to Maximum-Rated Supply Voltage ... ±36 V
- Low Output Saturation Voltage
- Output Compatible With TTL, MOS, and CMOS

description/ordering Information

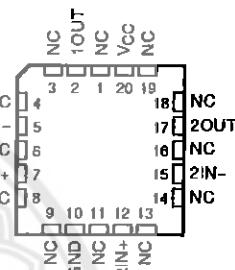
These devices consist of two independent voltage comparators that are designed to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from dual supplies also is possible as long as the difference between the two supplies is 2 V to 36 V, and V_{CC} is at least 1.5 V more positive than the input common-mode voltage. Current drain is independent of the supply voltage. The outputs can be connected to other open-collector outputs to achieve wired-AND relationships.

The LM193 is characterized for operation from -55°C to 125°C. The LM293 and LM293A are characterized for operation from -25°C to 85°C. The LM393 and LM393A are characterized for operation from 0°C to 70°C. The LM2903 is characterized for operation from -40°C to 125°C.

LM193 ... D OR JG PACKAGE
LM293 ... D, DGK, OR P PACKAGE
LM293A ... D OR DGK PACKAGE
LM393, LM393A ... D, DGK, P, PS, OR PW PACKAGE
LM2903 ... D, DGK, P, PS, OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)



LM193 ... FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC - No internal connection



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCT DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2010, Texas Instruments Incorporated. Our products conform to TML-PR1-JS95, unless otherwise noted. All values are nominal. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.