การตรวจจับการไหลของน้ำบนแปลงผักไฮโดรโปนิกส์

THE WATER FLOW DETECTION OF THE HYDROPONICS PLOT

นางสาวสุธีรา บุตรอามาตย์ รหัส 55363738

นายเกริกชัย หาญกล้า รหัส 55363803

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 20 ก.ค. 2560
เลขทะเบียน 1719926 0
เลขเรียกหนังสือ ว/ร
N786ก
2558

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2558

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การตรวจจับการไหลของน้ำบนแปลงผักไฮโดรโปนิกส์

ผู้ดำเนินโครงงาน นางสาวสุธีรา บุตรอามาตย์ รหัส 55361038

นายเกริกชัย หาญกล้า รหัส 55363803

ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2558

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

.....กรรมการ

(ดร. สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การตรวจจับการไหลของน้ำบนแปลงผักไฮโดรโปนิกส์
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวสุธีรา บุตรอามาตย์ รหัส 55361038
	นายเกริกชัย หาญกล้า รหัส 55361038
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2558

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการสร้างแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์และตรวจจับการไหลของน้ำ เมื่อน้ำไม่สามารถไหลผ่านแปลงผักได้ตามปกติจะส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลให้เข้ามาแก้ไขปัญหา โดยการแจ้งเตือนจะแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ การแสดงไฟสถานะ การส่งเสียงเตือน และการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือ เมื่อน้ำที่ไหลผ่านเซนเซอร์มีอัตราการไหลต่ำกว่า 0.5 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที การแจ้งเตือนต่างๆ จะเริ่มทำงาน และผู้ดูแลสามารถรีเซ็ตระบบได้จากสวิตช์เปิดปิดที่อยู่ ณ แปลงผัก จากการทดลองพบว่าเซนเซอร์สามารถตรวจจับน้ำที่ไหลบนแปลงผักได้อย่างถูกต้อง และการแจ้งเตือนส่วนต่างๆ สามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้

Project title	The Water Flow Detection of the Hydroponics Plot
Name	Miss Sutheera Butarmart ID. 55361038
	Mr. Krekchai Hankla ID. 55363803
Project advisor	Asst. Prof. Mutita Songjun, Ph.D.
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2015

Abstract

This thesis presents the water flow detection of the hydroponics plot model which is detected by water flow sensor. When the water flow rate is lower than 0.5 L/min for 3 minutes, the system will send the notification. There are three type of notification. One id shown by the green and red LEDs on the status box. The other one is the ringing from the buzzer for 30 seconds. The last one is the message sent to the mobile phone. Moreover, there is the push button to reset the system. The results show that water flow detection of the hydroponics plot model can work well and correctly.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มุฑิตา สงฆ์จันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนสามารถดำเนินโครงงานได้เสร็จสิ้น ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณกรรมการสอบโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย และดร. สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์ ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินโครงงาน

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้คำปรึกษาด้านข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน ทั้งยังคอยช่วยเหลือด้านทุนทรัพย์และกำลังใจ นอกจากนี้ยังขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคน และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ จนการดำเนินโครงงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวสุธีรา บุตรอามาตย์
นายเกริกชัย หาญกล้า

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 งบประมาณ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ไฮโดรโปนิกส์ 4
2.1.1 ความหมายและที่มา 4
2.1.2 ข้อดีของระบบไฮโดรโปนิกส์ 4
2.1.3 ข้อเสียของระบบไฮโดรโปนิกส์ 5
2.1.4 ธาตุอาหารและสารละลายธาตุอาหาร 6
2.2 ชุดปั๊มน้ำ 6
2.2.1 ชนิดของปั๊มน้ำ 7
2.3 การตรวจจับการไหลของน้ำ 7
2.4 อุปกรณ์ควบคุม 9
2.5 การแจ้งเตือน 10
2.5.1 การแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง 10
2.5.2 การแจ้งเตือนด้วยไฟแสดงสถานะ 12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.3 การส่งข้อความแจ้งเตือน 13

2.6 รีเลย์ 14

2.6.1 โครงสร้างของรีเลย์ 15

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 17

3.1 การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ 17

3.2 แบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ 18

3.2.1 โครงสร้างของแปลงผัก 18

3.2.2 ส่วนไฟแสดงสถานะ 19

3.3 วงจรที่ใช้ในแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ 20

3.3.1 วงจรเซนเซอร์ 20

3.3.2 วงจรแจ้งเตือน 21

3.4 ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำ 22

บทที่ 4 ผลการทดสอบ 24

4.1 การทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำบนแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ 24

4.2 การทดลองการตรวจจับของเซนเซอร์ 25

4.3 การทดลองการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือนในแบบต่างๆตามเวลาที่กำหนด 27

4.3.1 การแจ้งเตือนด้วยไฟแสดงสถานะ 28

4.3.2 การแจ้งเตือนด้วยเสียง 28

4.3.3 การแจ้งเตือนด้วยข้อความ 29

4.4 การทดลองรีเซ็ตระบบ 30

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 31

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 31

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข 31

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป 32

เอกสารอ้างอิง 33

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก รหัสต้นฉบับของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ตรวจจับน้ำไหลและส่งการแจ้งเตือน.....34
ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลของ ATmega2560.....43
ภาคผนวก ค รายละเอียดข้อมูลของเซนเซอร์ตรวจจับการไหลของน้ำ.....46
ภาคผนวก ง รายละเอียดข้อมูลของโมดูล SIM800L.....49
ภาคผนวก จ รายละเอียดข้อมูลของลำโพง.....54

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน.....58

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 อัตราการไหลของน้ำขณะน้ำไหลปกติ 24
4.2 อัตราการไหลของน้ำขณะน้ำไหลต่ำกว่าปกติ 25
4.3 อัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้ในแบบจำลองท่อที่ 1 26
4.4 อัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้ในแบบจำลองท่อที่ 2 26
4.5 อัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้ในแบบจำลองท่อที่ 3 27
4.6 ผลการทดลองการแจ้งเตือนด้วยไฟแสดงสถานะ 28
4.7 ผลการทดลองการแจ้งเตือนด้วยเสียง 29
4.8 ผลการทดลองการแจ้งเตือนด้วยข้อความ 29
4.9 ผลการทดลองรีเซ็ตระบบ 30

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ลักษณะการทำงานของปั๊มแบบใบพัด 6
2.2 ลักษณะการทำงานของปั๊มแบบลูกสูบ 7
2.3 เซนเซอร์ตรวจจับการไหลของน้ำ 8
2.4 โครงสร้างฮอลล์เอฟเฟกต์ 9
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATmega2560 10
2.6 คลื่นเสียง 11
2.7 โครงสร้างและการทำงานของบัซเซอร์ 12
2.8 ไดโอดเปล่งแสงที่เปล่งแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ต่างกัน 12
2.9 วงจรการต่อไดโอดเปล่งแสง 13
2.10 โมดูล SIM800L 14
2.11 ลักษณะภายนอกของรีเลย์ 15
2.12 ส่วนประกอบภายในของรีเลย์ 15
3.1 การออกแบบโครงสร้างแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ 17
3.2 แสดงรูปแบบและโครงสร้างส่วนของแปลงผัก 18
3.3 รูปแบบและโครงสร้างของส่วนไฟแสดงสถานะ 18
3.4 โครงสร้างฐานและท่อสำหรับปลูกผัก 19
3.5 ส่วนปั๊มน้ำและถังน้ำติดตั้งเข้ากับวาล์วน้ำและท่อปลูกผัก 19
3.6 โครงสร้างภายนอกและภายในส่วนไฟแสดงสถานะ 20
3.7 การต่อวงจรเซนเซอร์ 20
3.8 วงจรแจ้งเตือนประกอบด้วยวงจรไดโอดแปล่งแสง วงจรกระดิ่งและวงจรส่งข้อความ 21
3.9 แผนภาพการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำ 22

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากแปลงผักไฮโดรโปนิกส์หรือการปลูกผักในน้ำจำเป็นต้องมีการไหลเวียนของน้ำตลอดเวลาเพื่อให้ผักได้รับธาตุอาหารจากปุ๋ยที่ละลายอยู่ เมื่อเกิดปัญหาที่ทำให้น้ำไม่สามารถไหลผ่านได้ตามปกติ เช่นเกิดการอุดตันของสิ่งสกปรกหรือตะไคร่น้ำภายในท่อ หรือท่อน้ำรั่วซึม ทำให้ผักไม่ได้รับธาตุอาหารจากน้ำที่เพียงพอ ส่งผลให้ผักเกิดการเหี่ยวเฉา จึงจำเป็นต้องคอยดูแลแปลงผักอยู่เสมอเพื่อตรวจตราและขจัดสิ่งอุดตันออกจากท่อให้น้ำไหลผ่านได้ปกติ

ด้วยเหตุนี้จึงเกิดแนวคิดที่จะสร้างอุปกรณ์สำหรับตรวจจับการไหลของน้ำ เมื่อไม่มีน้ำไหลผ่านท่อหรือน้ำไหลน้อยกว่าปกติ จะส่งการแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือของผู้ดูแลแปลงผักและส่งเสียงเตือน ณ จุดเกิดเหตุ และมีไฟแสดงสถานะการไหลของน้ำที่ปลายท่อ ทำให้ไม่จำเป็นต้องตรวจตราตลอดเวลา และสามารถเข้าไปแก้ไขได้ทันที ซึ่งจะเป็นการลดความเสียหายของผักและลดการใช้แรงงานมนุษย์ ดังนั้นในการทำโครงงานครั้งนี้จึงได้สร้างอุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำ อุปกรณ์แจ้งเตือน และแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ เพื่อแสดงระบบการทำงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างแบบจำลองแปลงผักและอุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำให้ส่งแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลด้วยเสียง ไฟแสดงสถานะและส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. สร้างแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ขนาด 40 เซนติเมตร × 140 เซนติเมตร × 65 เซนติเมตร โดยใช้ท่อพีวีซีจำนวน3 ท่อ เพื่อจำลองระบบการไหลของน้ำ
2. สร้างอุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำโดยใช้เซนเซอร์ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega2560
3. สร้างอุปกรณ์สำหรับแจ้งเตือนด้วยไฟสถานะ เสียง และส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือโดยใช้ Arduino SIM800L
4. หลังจากเซนเซอร์ตรวจไม่พบการไหลของน้ำเป็นเวลา 3 นาที จะส่งการแจ้งเตือนและส่งเสียงเตือนนาน 30 วินาที ทุกๆ 3 นาที และเตือนทั้งหมด 3 ครั้ง

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2558					ปี 2559						
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1.ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเซนเซอร์และอุปกรณ์อาดูอิโน่												
2.ออกแบบและสร้างแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์												
3.เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์												
4.ติดตั้งอุปกรณ์บนแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์												
5.ทดสอบและปรับปรุงข้อผิดพลาด												
6.สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่ม												

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำไปใช้ในแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ขนาดใหญ่ได้
2. ลดการใช้แรงงานมนุษย์ในการตรวจตราการไหลของน้ำ

1.6 งบประมาณ

มีรายละเอียดดังนี้

1. ค่าวัสดุอุปกรณ์	3,000	บาท
2. ค่าจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์	1,000	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สี่พันบาทถ้วน)	4,000	บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

การคัดแยกวัตถุตามสีในโครงงานนี้อาศัยหลักการดูดกลืนและสะท้อนสีของแสงที่ตกกระทบวัตถุ โดยสีของแสงที่ตกกระทบลงบนวัตถุเป็นแสงสีขาวหรือแสงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible light)

2.1 ไฮโดรโปนิกส์

2.1.1 ความหมายและที่มา

ไฮโดรโปนิกส์ (hydroponics) เป็นคำที่มาจากภาษากรีก 2 คำ คือคำว่า hydro แปลว่า น้ำ และคำว่า ponos แปลว่า ทำงาน หรือ แรงงาน เมื่อรวมกันจึงมีความหมายว่า การทำงานที่เกี่ยวข้องกับน้ำ ประวัติความเป็นมาของการปลูกพืชโดยวิธีนี้นั้นเริ่มมาจากการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ธาตุอาหารต่างๆ ในการปลูกพืช ซึ่งมีมาตั้งแต่หลายพันปีก่อนสมัยของอริสโตเติล จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่านักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้เขียนบันทึกต่างๆ ทางพฤกษศาสตร์ขึ้นและปรากฏอยู่จนทุกวันนี้ เมื่อประมาณ ค.ศ. 1699 John Woodward นักพฤกษศาสตร์ชาวอังกฤษได้พยายามทำการทดลอง เพื่อหาคำตอบว่าอนุภาคของของแข็งและของเหลวที่อยู่ในดินมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไร ต่อมาปี ค.ศ. 1860-1865 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Sachs และ Knop นับเป็นผู้ริเริ่มปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ โดยการปลูกพืชด้วยสารละลายเกลือ อนินทรีย์ต่างๆ เช่น โพแทสเซียมฟอสเฟต โพแทสเซียมไนเตรต ซึ่งให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน แคลเซียม และเหล็ก ภายหลังมีการพัฒนาสูตรธาตุอาหารพืชเรื่อยมา จนถึงปี ค.ศ. 1920-1930 William F.Gericke แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ประสบความสำเร็จในการปลูกมะเขือเทศในสารละลายธาตุอาหาร โดยพืชมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์และให้ผลผลิตเร็ว นับเป็นจุดเริ่มต้นของการนำเทคนิคการปลูกพืชโดยวิธีนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อปลูกพืชเป็นการค้า และได้มีการพัฒนาเทคนิควิธีการและส่วนประกอบในสารละลายเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน

2.1.2 ข้อดีของระบบไฮโดรโปนิกส์

1. ได้ผลผลิตที่สะอาดกว่าการปลูกในดิน ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง และผักสดที่ได้จะมีความนุ่มและกรอบกว่าผักที่ปลูกในดิน

2. ไม่ต้องใช้ดินในการเพาะปลูก จึงสามารถปลูกได้ทุกที่ ปลูกได้ทั้งพืชขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับผู้ที่มีพื้นที่ปลูกน้อยและไม่มีขอบเขตไม่ว่าจะเป็นการปลูกในจำนวนน้อยเพื่อใช้บริโภคเองภายในครัวเรือนหรือปลูกในพื้นที่ขนาดใหญ่ในเชิงธุรกิจ

3. พืชผักเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้เร็วกว่าการปลูกพืชผักในดินอย่างน้อยประมาณ 1-2 สัปดาห์

4. ผลผลิตที่ได้จะมีคุณภาพและมีความสม่ำเสมอมากกว่าการเพาะปลูกในดินปกติ เพราะสามารถจัดการและควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมต่อพืชที่ปลูกได้ จึงสามารถผลิตพืชได้ต่อเนื่องตลอดทั้งปี เพราะสามารถเพิ่มรอบการผลิตได้มาก มีอายุสั้น และได้คุณภาพสูง

5. ช่วยประหยัดน้ำมากกว่าการปลูกพืชผักในดินปกติไม่น้อยกว่า 10 เท่า จึงทำให้สามารถปลูกพืชผักได้แม้ในฤดูแล้งหรือนอกฤดูกาลได้ และให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า

6. การปลูกผักประเภทนี้จะมีความสม่ำเสมอของการให้น้ำได้ดีกว่าการปลูกพืชผักในดินปกติ และยังสามารถควบคุมการให้น้ำได้ตามความต้องการของพืชได้ด้วย

7. ควบคุมการให้ธาตุอาหารของพืชผักได้ง่ายกว่าการปลูกพืชผักในดิน เพราะช่วยแก้ปัญหาความไม่สม่ำเสมอของธาตุอาหารในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่แตกต่างกัน ช่วยควบคุมค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ได้ง่าย ซึ่งค่า pH นี้เองที่มีส่วนในการควบคุมรูปของธาตุอาหารให้อยู่ในรูปแบบที่พืชผักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที วิธีการนี้ยังช่วยให้ธาตุอาหารของพืชไม่สูญหายอีกด้วย

8. เนื่องจากเป็นการปลูกพืชผักโดยไม่ใช้ดิน จึงทำให้พืชไม่มีโรคที่เกิดในดิน หมดปัญหาเรื่องสภาพดินในการที่ไม่มีความเหมาะสม เช่น ดินเค็ม ดินเป็นกรดหรือด่าง ไม่มีวัชพืชมารบกวน ไม่ต้องทำการจัดการดิน และยังสามารถปลูกพืชผักใกล้กันมากได้อีกด้วย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การปลูกผักแบบไฮโดรโปนิกส์มีผลผลิตที่มากกว่าเดิมในพื้นที่จำกัด

9. สามารถสร้างอาชีพทำรายได้ให้กับบุคคลทั่วไปที่สนใจและมีประโยชน์ในด้านการศึกษา เช่น การศึกษาทดลองของนักเรียน นักศึกษา รวมไปถึงประชาชนทั่วไป เป็นต้น

2.1.3 ข้อเสียของระบบไฮโดรโปนิกส์

1. มีต้นทุนการผลิตเริ่มต้นค่อนข้างสูง เนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์ในการเพาะปลูกต่าง ๆ มากมายและมีราคาแพง แต่มีศักยภาพในการคืนทุนเร็ว

2. ต้องมีการควบคุมดูแลอย่างสม่ำเสมอ

3. ผู้ปลูกต้องมีความชำนาญและมีประสบการณ์มากพอสมควรในการควบคุมดูแลและมีความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของสรีรวิทยาของชนิดพืชที่จะปลูก เพราะถ้าไม่มีความรู้หรือไม่มีความสามารถในการจัดการที่ดีพอก็อาจทำให้พืชผักที่ปลูกมีปริมาณธาตุอาหารในพืชสูงได้

4. มีข้อจำกัดของชนิดพืชที่ปลูกมีค่อนข้างสูง ทำให้การเลือกพืชที่จะเพาะปลูกในเชิงพาณิชย์จะต้องมีการศึกษาตลาดอย่างถี่ถ้วน และควรเป็นพืชที่แตกต่างจากพืชที่ปลูกกันอยู่ทั่วไปบนดิน

5. บริเวณที่ติดตั้งระบบไฮโดรโปนิกส์ จะต้องมีระบบไฟฟ้าและระบบน้ำที่พร้อม เนื่องจากเป็นพื้นฐานของการติดตั้งระบบการปลูกด้วยวิธีนี้

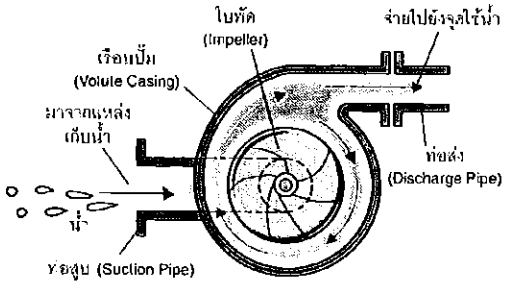
2.1.4 ธาตุอาหารและสารละลายธาตุอาหาร

ในการปลูกพืชไม่ใช้ดิน ปัจจัยหลักที่ทำให้ต้นพืชเจริญเติบโต คือ ธาตุอาหารที่เป็นวัตถุดิบในการให้ต้นพืชเจริญเติบโต ในกระบวนการสร้างสารอาหาร โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง วัตถุดิบที่ใช้คือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) เมื่อได้รับแสงบนคลอโรฟิลด์ จะได้สารคาร์โบไฮเดรต และออกซิเจน จะเห็นได้ว่าธาตุอาหารที่พืชใช้ในกระบวนการดังกล่าว คือ คาร์บอน (C) จากคาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจน ออกซิเจน จากน้ำ (H2O) และในส่วนของคลอโรฟิลล์ในพืชมีธาตุอื่นๆ เป็นองค์ประกอบ เช่น ธาตุไนโตรเจน (N) และแมกนีเซียม (Mg) ซึ่งเราสามารถจำแนกธาตุอาหารตามปริมาณความต้องการในปริมาณที่ต่างกันในการใช้ของพืช ซึ่งหากใช้ไม่เหมาะสมก็จะทำให้พืชเติบโตไม่ปกติ นอกจากนี้ การให้ธาตุอาหารให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม ถ้าให้อย่างใดอย่างหนึ่งมากหรือน้อยพืชก็ไม่สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต

2.2 ชุดปั๊มน้ำ

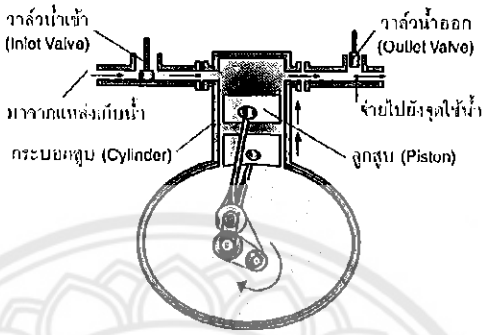
ปั๊มน้ำเปรียบเหมือนเป็นมอเตอร์กระแสตรงตัวหนึ่ง เป็นอุปกรณ์ส่งน้ำจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งหรือเพื่อเพิ่มแรงดันของน้ำ ซึ่งมีทั้งแบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าและที่ใช้เครื่องยนต์ทำหน้าที่หมุนส่งกำลังให้ปั๊มน้ำทำงานเพื่อเพิ่มแรงดันและส่งน้ำไปตามท่อ ปั๊มน้ำที่ใช้ในบ้านส่วนใหญ่จะเป็นแบบไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. ปั๊มชนิดนี้ภายในเรือนปั๊ม (Volute Casing) จะมีใบพัด (Impeller) ทำหน้าที่สร้างความดันจากการหมุนที่ความเร็วรอบสูงและแรงดันทำให้น้ำไหลไปตามท่อที่ต่อไว้ได้ นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมและตามที่อยู่อาศัยทั่วไป เพราะการไหลของน้ำจะต่อเนื่องสม่ำเสมอ



รูปที่ 2.1 ลักษณะการทำงานของปั๊มแบบใบพัด [3]

2. ปั๊มน้ำชนิดนี้เรือนปั๊มเป็นกระบอกสูบ (Cylinder) ภายในจะมีลูกสูบ (Piston) ทำหน้าที่สร้างความดันจากการเคลื่อนที่ของลูกสูบทำให้ปริมาตรของกระบอกสูบลดลงเกิดเป็นความดันเพื่อขับดันน้ำให้ไหลไปได้แต่การไหลของน้ำจะเป็นช่วง ๆ ตามจังหวะการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ส่วนใหญ่นำไปใช้ในงานที่ต้องการความดันสูง



รูปที่ 2.2 ลักษณะการทำงานของปั๊มแบบลูกสูบ [3]

2.2.1 ชนิดของปั๊มน้ำ

1. ปั๊มน้ำอัตโนมัติเหมาะสำหรับอาคาร ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านเดี่ยวเป็นระบบสวิตช์เปิด-ปิดอัตโนมัติ ประหยัดไฟกำลังส่งไปยังจุดต่าง ๆ ภายในบ้านได้ดี สามารถต่อกับเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องซักผ้า หรือก๊อกน้ำได้

2. ปั๊มน้ำแรงดันคงที่ เหมาะสำหรับอาคารตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านเดี่ยว เป็นปั๊มอัตโนมัติควบคุมแรงดันคงที่ ให้น้ำสม่ำเสมอ เหมาะกับการติดตั้งใช้กับเครื่องทำน้ำอุ่น ไม่เป็นสนิมตลอดอายุการใช้งาน

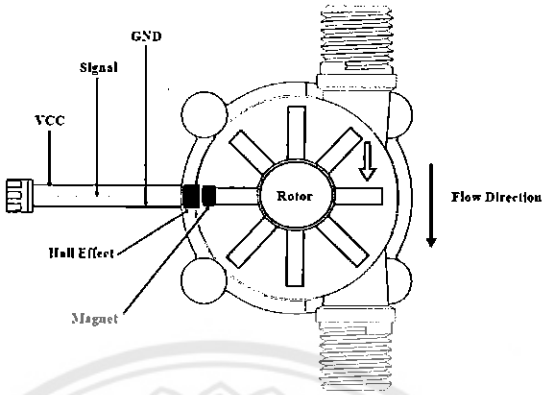
3. ปั๊มน้ำหอยโข่ง เหมาะกับงานเกษตร งานสูบน้ำขึ้นตึกสูง งานสูบจากแท็งก์หรือบ่อ งานหัวจ่ายน้ำสปริงเกอร์ สามารถสูบน้ำได้ในปริมาณที่มากหรือแรงส่งสูง ๆ

4. ปั๊มน้ำจุ่ม ใช้กับงานสูบน้ำออก เช่น งานน้ำท่วม บ่อน้ำพุ มีกำลังส่งต่ำ แต่สูบน้ำได้ปริมาณมาก ๆ

2.3 การตรวจจับการไหลของน้ำ

การตรวจจับการไหลของน้ำจะใช้เซนเซอร์ตรวจจับอัตราการไหลของน้ำ ซึ่งภายในเซนเซอร์จะประกอบด้วยโรเตอร์หรือแกนหมุนที่มีแม่เหล็กชิ้นเล็ก ๆ ติดอยู่ และตัวตรวจจับฮอลล์เอฟเฟ็กต์ บรรจุอยู่ภายในตัวถังพลาสติกที่มีข้อต่อสำหรับทางน้ำเข้าและทางน้ำออก หลักการทำงานของเซนเซอร์คือ เมื่อน้ำไหลเข้ามาในตัวตรวจจับผ่านแกนหมุน แม่เหล็กที่ติดอยู่กับใบพัดของแกน

หมุนจะเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับฮอลล์เอฟเฟ็กต์ ทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ ซึ่งจะมีอัตราความเร็วตามแรงดันของกระแสน้ำที่ไหลเข้ามาในตัวตรวจจับ



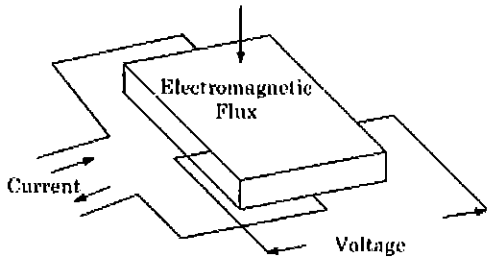
รูปที่ 2.3 เซนเซอร์ตรวจจับการไหลของน้ำ

ในการใช้งานเซนเซอร์จะใช้สายเอาท์พุตของเซนเซอร์ต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์และตัวต้านทาน 10 กิโลโอห์ม เพื่อกำหนดสถานะลอจิกที่แน่นอนในขณะที่ยังไม่มีการตรวจจับการไหลของน้ำให้เป็นลอจิก "1" เมื่อเกิดการตรวจจับ สายเอาท์พุตจะให้สัญญาณเอาท์พุตเป็นพัลส์ที่แอกทีฟด้วยลอจิก "0" สัญญาณพัลส์เอาท์พุตมีค่าดิวตี้ไซเคิลในช่วง 40 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ตัวตรวจจับนี้เหมาะสำหรับการวัดอัตราการไหลของน้ำประปา น้ำบริสุทธิ์ หรือของเหลวอื่นที่มีความหนืดใกล้เคียงหรือเท่ากับน้ำ ไม่เหมาะสำหรับใช้กับน้ำกรด ด่าง และน้ำมันทุกประเภท

คุณสมบัติของเซนเซอร์ตรวจจับการไหล

1. แรงดันใช้งานคือ 5 ถึง 24 โวลต์
2. กระแสไฟฟ้า 15 มิลลิแอมแปร์
3. น้ำหนักรวม 43 กรัม
4. ตรวจจับอัตราการไหลของน้ำได้ในช่วง 0.5 ถึง 60 ลิตรต่อนาที
5. ย่านความกดอากาศที่ใช้งานได้คือ ต่ำกว่า 1.2 เมกะปาสคาล
6. อุณหภูมิของน้ำที่ไหลผ่านต้องอยู่ในย่าน 0 ถึง 80 องศาเซลเซียส
7. ความผิดพลาดในการตรวจจับน้อยกว่า 3 เปอร์เซ็นต์
8. ทางน้ำเข้าออกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว

ฮอลล์เอฟเฟกต์เป็นทรานสดิวเซอร์ที่ใช้หลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก มีโครงสร้างดังแสดงในรูปด้านล่างเมื่อเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่ตัวของฮอลล์เอฟเฟกต์จะทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าออกมาตามความเข้มของสนามแม่เหล็กปรากฏ



รูปที่ 2.4 โครงสร้างฮอลล์เอฟเฟกต์

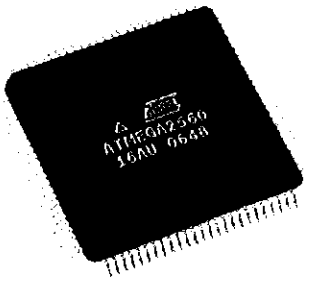
2.4 อุปกรณ์ควบคุม

อุปกรณ์ควบคุมคอนโทรลเลอร์คือ สมองกลที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น สมองกลที่ประดิษฐ์จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูป เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในการควบคุมการทำงานที่ไม่มีเงื่อนไขการทำงานมากนัก สามารถใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานได้ เช่น ตัวต้านทานตัวเก็บประจุทรานซิสเตอร์มาประกอบกันเป็นวงจรควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียงได้

ในการทำงานที่มีเงื่อนไขการทำงานมากขึ้น เราจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถให้กับสมองกล ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อแทนที่วงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานที่กล่าวมาข้างต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานได้ด้วยการเขียนโปรแกรมลำดับการควบคุมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีราคาไม่แพง ต้องการแหล่งจ่ายไฟต่ำ จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับการสร้างสมองกล ใช้อยู่ในคอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ชนิดแผงวงจรสำเร็จรูปเป็นเครื่องควบคุมที่มีการทำงานเหมือนกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพียงแต่ทุกอย่างจะถูกย่อลงมาอยู่ในแผงวงจรเล็กๆเพียงแผงเดียว นิยมใช้ในงานที่มีเงื่อนไขในการทำงานมาก หรือการควบคุมที่ซับซ้อน

รูปแบบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega2560

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งานในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่น ในแต่ละโครงสร้างอันได้แก่ หน่วยความจำภายใน จำนวนขาและจำนวนพอร์ตที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกไมโครโปรเซสเซอร์ไปใช้งานขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ หรือความเหมาะสมของงานในโครงสร้างนี้ ผู้ดำเนินโครงงานเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega2560



รูปที่ 2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATmega2560

คุณสมบัติของ ATmega2560

1. หน่วยความจำแบบแฟลช (Flash) สำหรับบันทึกหน่วยความจำโปรแกรมหลัก (Program Memory) ขนาด 256 กิโลไบท์
2. หน่วยความจำแบบอีอีพรอม (EEPROM) สำหรับบันทึกหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ขนาด 4 กิโลไบท์
3. หน่วยความจำแบบเอสแรม (SRAM) ขนาด 8 กิโลไบท์ทำงานที่แรงดัน 2.7 - 5.5 โวลต์
4. ระบบกำเนิดความถี่สัญญาณแบบ PWM จำนวน 12 ช่อง ขนาด 16 บิต
5. มีวงจร Internal RC Clock 8 เมกะเฮิรตซ์
6. ทำงานที่ความถี่ 16 เมกะเฮิรตซ์
7. ระบบการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลแบบอะซิงโครนัส (UART) จำนวน 4 ช่อง
8. ระบบการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลแบบซิงโครนัส (SPI) จำนวน 1 ช่อง
9. มี 4 ช่อง USART
10. ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ ขนาด 8 บิต จำนวน 2 ช่อง
11. ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิต จำนวน 4ช่อง
12. มี ISP(In System Programming) สำหรับโปรแกรม

2.5 การแจ้งเตือน

2.5.1 การแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียง

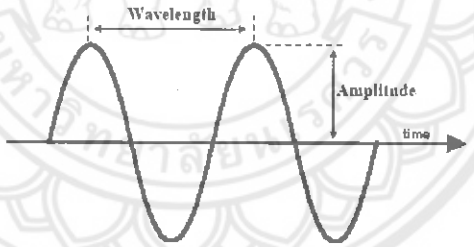
การแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียงจะใช้สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากเอาท์พุตของเซนเซอร์ตรวจจับอัตราการไหลของน้ำมาป้อนเข้าสู่ขดลวดของลำโพง จะทำให้เกิดกระบวนการสร้างสัญญาณเสียงออกมา หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจะมีดังต่อไปนี้

1. เสียง (Sound) เสียงเป็นคลื่นเชิงกลที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ เมื่อวัตถุสั่นสะเทือน ก็จะทำให้เกิดการอัดตัวและขยายตัวของคลื่นเสียง และถูกส่งผ่านตัวกลาง เช่น อากาศ ไปยังหู แต่เสียงสามารถเดินทางผ่านสสารในสถานะก๊าซ ของเหลว และของแข็งก็ได้ แต่ไม่สามารถเดินทางผ่านสุญญากาศได้ คุณลักษณะของเสียงได้แก่

ระดับเสียง (pitch) หมายถึง เสียงสูงเสียงต่ำ สิ่งที่ทำให้เสียงแต่ละเสียงสูงต่ำแตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับความเร็วในการสั่นสะเทือนของวัตถุ วัตถุที่สั่นเร็วเสียงจะสูงกว่าวัตถุที่สั่นช้า โดยจะมีหน่วยวัดความถี่ของการสั่นสะเทือนต่อวินาที เช่น 60 รอบต่อวินาที หรือ 2,000 รอบต่อวินาที เป็นต้น และนอกจาก วัตถุที่มีความถี่ในการสั่นสะเทือนมากกว่า จะมีเสียงที่สูงกว่าแล้ว หากความถี่มากขึ้นเท่าตัว ก็จะมีระดับเสียงสูงขึ้นเท่ากับ 1 ออกเตฟ (octave) หรือ 1 ช่วงคู่แปด

ความยาวช่วงคลื่น (wavelength) หมายถึง ระยะทางระหว่างยอดคลื่นสองยอดที่ติดกันซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการอัดตัวของคลื่นเสียง (คล้ายคลึงกับยอดคลื่นในทะเล) ยิ่งความยาวช่วงคลื่นมีมาก ความถี่ของเสียง (ระดับเสียง) ยิ่งต่ำลง

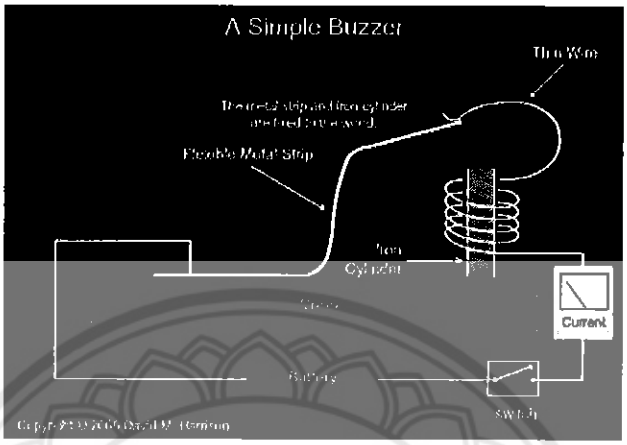
แอมปลิจูด (amplitude) หมายถึง ความสูงระหว่างยอดคลื่นและท้องคลื่นของคลื่นเสียง ที่แสดงถึงความเข้มของเสียง (Intensity) หรือความดังของเสียง (Loudness) ยิ่งแอมปลิจูดมีค่ามาก ความเข้มหรือความดังของเสียงก็ยิ่งเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.6 คลื่นเสียง

2. บัซเซอร์ (Buzzer) คือลำโพงแบบแม่เหล็กหรือแบบเปียโซที่มีวงจรกำเนิดความถี่ (oscillator) อยู่ภายในตัว เมื่อป้อนแรงดันสามารถกำเนิดเสียงได้ด้วยตัวเอง แต่ไม่สามารถเปลี่ยนความถี่ของเสียงได้ หลักการทำงานของบัซเซอร์คือ แม่เหล็กไฟฟ้าจะดึงดูดให้แกนอามาเจอร์ (Armature) เคลื่อนที่มาเคาะกับกระดิ่ง (Bell) ทำให้เกิดเสียงดังได้ โครงสร้างภายในของบัซเซอร์ประกอบด้วยแท่งเหล็กรูปตัวยู (U-Shaped) พันขดลวดรอบๆ แท่งเหล็กนี้ต่ออนุกรมกับหน้าสัมผัสซึ่งเปิดปิดได้โดยการเคลื่อนที่ของก้านอามาเจอร์การใช้งานต้องต่อกระดิ่งไฟฟ้าอนุกรมกับสวิตช์กดปุ่ม (Push Button) และแหล่งจ่ายไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่ เมื่อกดสวิตช์กระแสไฟฟ้าจะผ่านหน้าสัมผัสและขดลวด ทำให้เกิดการดึงดูดอามาเจอร์ให้เคลื่อนที่มาเคาะกระดิ่งทำให้เกิดเสียงดังในขณะที่

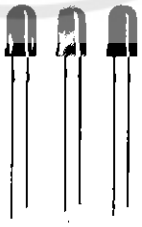
อามาเจอร์เคลื่อนที่ก็จะตัดวงจรไฟฟ้าออกไปด้วย ดังนั้นเมื่อก้านอามาเจอร์เคาะกระดิ่ง แล้วก็จะดีดไปตำแหน่งเดิมทันที่ และต่อวงจรไฟฟ้าอีกครั้ง เมื่อใดที่ปล่อยมือจากสวิตช์กระบวนการที่เกิดขึ้นก็จะหยุดลง แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 โครงสร้างและการทำงานของบัซเซอร์ [6]

2.5.2 การแจ้งเตือนด้วยไฟแสดงสถานะ

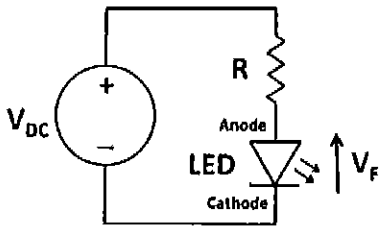
การแจ้งเตือนด้วยไฟแสดงสถานะ คือการแสดงสถานะของการไหลของน้ำโดยใช้ไดโอดเปล่งแสง หรือ ไดโอดแปล่งแสง (Light -Emitting Diode) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอย่างหนึ่ง จัดอยู่ในจำพวกไดโอด ที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบเมื่อได้รับแรงดันไฟฟ้า โดยความถี่ของคลื่นแสงที่ความถี่ต่างๆกันจะทำให้มองเห็นเป็นสีต่างกันไปด้วย เช่น สีเหลือง จะมีความยาวคลื่นประมาณ 468 นาโนเมตร สีเขียว จะมีความยาวคลื่นประมาณ 565 นาโนเมตร และสีแดงจะมีความยาวคลื่นประมาณ 630 นาโนเมตร เป็นต้น



รูปที่ 2.8 ไดโอดเปล่งแสงที่เปล่งแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ต่างกัน

ไดโอดเปล่งแสงมีหลักการคือเมื่อจ่ายไฟบวกกระแสตรงเข้าที่ขาอาร์โนด (Anode) หรือขาที่ยาวกว่า และต่อไฟลบเข้ากับขา แคโธด (Cathode) หรือขาสั้น จะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวไดโอดแปล่งแสง ที่เรียกว่า V_F หรือ Forward Voltage เมื่อมีแรงดันตกคร่อม V_F ที่ว่านี้

ด้วยคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำภายใน ไดโอดแปล่งแสง ก็จะเปล่งแสงออกมา แต่เพื่อจำกัดไม่ให้กระแสไหลผ่าน ไดโอดแปล่งแสง มากจนเกินไป ก็จำเป็นต้องต่อตัวต้านทานอนุกรมเข้าไปในวงจร ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.9 วงจรการต่อไดโอดเปล่งแสง

2.5.3 การส่งข้อความแจ้งเตือน

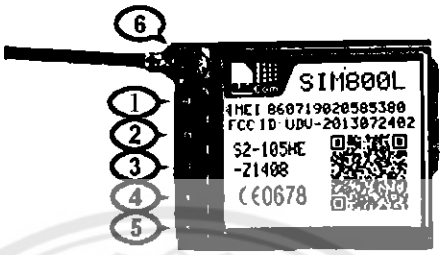
การส่งข้อความแจ้งเตือน จะใช้อุปกรณ์โมดูล SIM800L เพื่อใช้ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือ อุปกรณ์โมดูล SIM800L เป็นโมดูลสื่อสารระบบ GSM/GPRS ขนาดเล็ก ใช้งานกับไมโครซิม รองรับระบบการสื่อสาร GSM/GPRS ความถี่ 850/900/1800/1900 เมกะเฮิรตซ์สามารถใช้รับ-ส่ง SMS โทรศัพท์หาเบอร์ที่ต้องการ เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต เหมาะกับงานเฉพาะด้านที่ต้องการความคุ้มค่า การต่อขาใช้เพียง 2 เส้น คือ TX และ RX ใช้ไฟเลี้ยงที่ 3.7 ถึง 4.2 โวลต์ กระแสสูงสุด 2 แอมแปร์

คุณสมบัติของโมดูล SIM800L

1) รองรับความถี่ GSM/GPRS 850/900/1800/1900 เมกะเฮิรตซ์
2) รองรับมาตรฐานคำสั่ง AT Command
3) รองรับ SIM Application Toolkit
4) ทำงานที่ย่านแรงดัน 3.4 ถึง 4.5 โวลต์
5) สามารถเชื่อมต่อโดยตรงกับไมโครคอนโทรเลอร์ โดยไม่ต้องใช้ MAX232
6) สามารถบูตระบบเครือข่ายได้โดยอัตโนมัติ
7) ใช้ได้กับ SIM ทุกเครือข่าย
8) มีขั้วต่อเสาอากาศภายนอก
9) มีไฟสัญญาณอยู่บนบอร์ด

การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

การใช้งานโมดูล SIM800L เพื่อทำหน้าที่รับส่งข้อมูลระหว่างโมดูล SIM800L กับไมโครคอนโทรลเลอร์ จะต้องมีการเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ ดังนี้

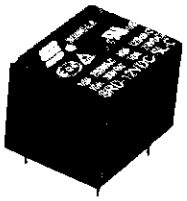


รูปที่ 2.10 โมดูล SIM800L

หมายเลข 1 คือ Vcc ต่อไฟเลี้ยงกระแสตรง 3.7 ถึง 4.2 โวลต์
หมายเลข 2 คือ RST ใช้สำหรับปรับตั้งการทำงานใหม่ของโมดูล SIM800L
หมายเลข 3 คือ TxD เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม
หมายเลข 4 คือ RxD เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม
หมายเลข 5 คือ GND ต่อกราวด์
หมายเลข 6 คือ สายต่อเสาอากาศภายนอก

2.6 รีเลย์

รีเลย์ คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อวงจร โดยอาศัยหลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงของหน้าสัมผัส เมื่อเราป้อนกำลังงานไฟฟ้าให้แก่รีเลย์เพียงเล็กน้อย ก็สามารถควบคุมการวงจรกำลังงานสูงๆ ที่ต่ออยู่กับหน้าสัมผัสของรีเลย์ได้ โดยเมื่อทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดรีเลย์ (Coil) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวด ซึ่งอำนาจแม่เหล็กชั่วคราวที่เกิดขึ้นมีค่าเพียงพอที่จะชนะแรงสปริง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่หน้าสัมผัส รีเลย์มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน ในการเลือกใช้งานรีเลย์จะต้องคำนึงถึงชนิดของรีเลย์ อัตรากำลังสูงสุดที่รีเลย์สามารถทนได้ ความถี่ใช้งานและอื่นๆ เพื่อให้สามารถใช้งานรีเลย์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม



รูปที่ 2.11 ลักษณะภายนอกของรีเลย์

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ที่ทำงานด้วยไฟฟ้าและใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย สามารถแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์กำลัง (power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor Magnetic contactor) เป็นรีเลย์ที่มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ควบคุม นิยมใช้งานกับกำลังไฟฟ้าสูง ส่วนใหญ่ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลังที่มีขนาดใหญ่ เช่น การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส เป็นต้น

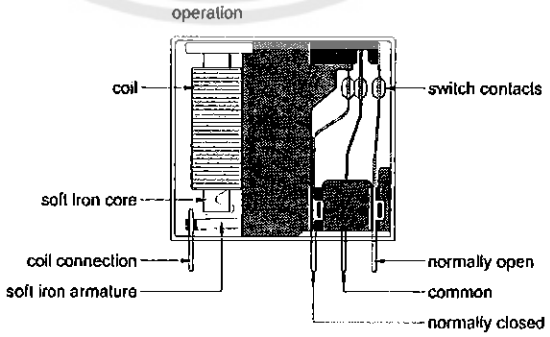
2. รีเลย์ควบคุม (control Relay) เป็นรีเลย์ที่มีขนาดเล็ก ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมนิยมเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

2.6.1 โครงสร้างของรีเลย์

รีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ



รูปที่ 2.12 ส่วนประกอบภายในของรีเลย์

จุดต่อใช้งานมาตรฐานของรีเลย์ ประกอบด้วย

1. จุดต่อ **NC** ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

2. จุดต่อ **NO** ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด เช่น โคมไฟ

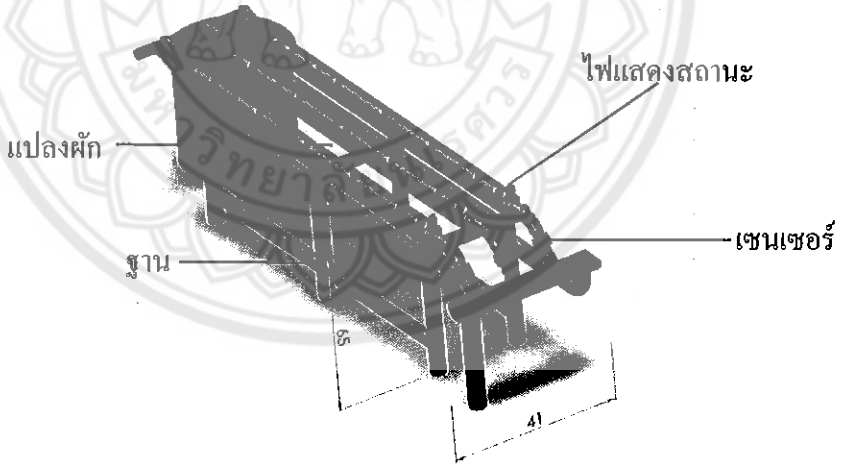
3. จุดต่อ C ย่อมากจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

ในบทนี้จะเป็นวิธีดำเนินโครงงานตามขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน คือ การออกแบบโครงสร้างและการสร้างแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ การต่อวงจรที่ใช้บนแบบจำลอง และการกำหนดขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

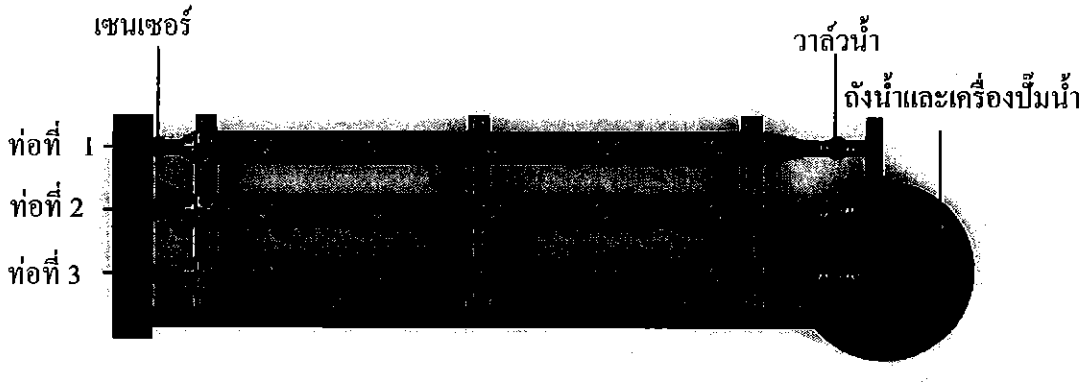
3.1 การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์

แบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์เป็นโครงสร้างที่สำคัญที่ทำให้เราสามารถจำลองระบบการไหลของน้ำและสามารถตรวจจับการไหลของน้ำได้ โดยโครงสร้างของแบบจำลองแปลงผักนั้นจะเน้นใช้วัสดุที่มีความแข็งแรง น้ำหนักเบา ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย และมีขนาดที่พอเหมาะ ส่วนประกอบของโครงสร้างทั้งหมดจะประกอบไปด้วย ฐาน แปลงผัก อุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำ และส่วนส่งสัญญาณแจ้งเตือน ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การออกแบบโครงสร้างแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์

โครงสร้างทั้งหมดจะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 41 × 138 × 65 เซนติเมตร ส่วนของฐานจะใช้ท่อพีวีซีประกอบกันเพื่อรองรับส่วนของแปลงผัก โดยส่วนของแปลงผักจะใช้ท่อพีวีซีจำนวน 3 ท่อ แต่ละท่อจะได้รับน้ำจากเครื่องปั๊มน้ำผ่านวาล์วเปิดปิดน้ำ และปลายท่อจะต่อกับเซนเซอร์ตรวจจับการไหลของน้ำและหลอดไดโอดแปล่งแสงสีเขียวและสีแดง ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงรูปแบบและโครงสร้างส่วนของแปลงผัก

รูปที่ 3.3 รูปแบบและโครงสร้างของส่วนไฟแสดงสถานะ

จากรูปที่ 3.3 ไฟแสดงสถานะจะใช้หลอดไดโอดแปล่งแสงสีเขียวและสีแดงเพื่อแสดงสถานะการไหลของน้ำที่ต่างกัน ส่วนที่แสดงไฟสถานะจะมีอยู่ 2 ตำแหน่งคือ ส่วนปลายของท่อน้ำและกล่องแสดงไฟสถานะที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ โดยกล่องแสดงไฟสถานะจะใช้ไม้อัดเป็นวัสดุในการทำ ประกอบเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 14.4 เซนติเมตร× 21 เซนติเมตร

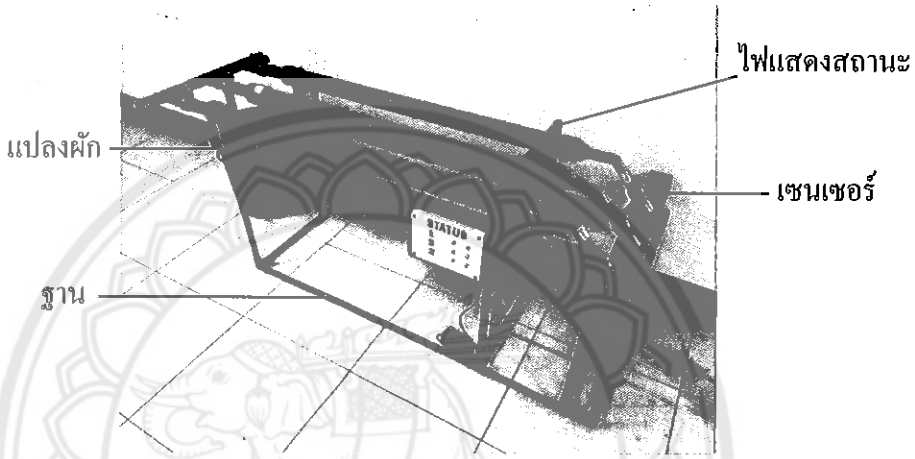
3.2 แบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์

การสร้างแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ให้มีขนาดตามที่ออกแบบไว้นั้น จะเลือกใช้ท่อพีวีซีในการทำโครงสร้าง โดยจะตัดและประกอบชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้เป็นส่วนๆ โดยการสร้างแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์นั้นจะประกอบไปด้วยโครงสร้างของแปลงผักและส่วนไฟแสดงสถานะ

3.2.1 โครงสร้างของแปลงผัก

โครงสร้างของแปลงผักจะประกอบไปด้วยฐานและท่อสำหรับปลูกผัก ฐานจะสร้างด้วยท่อพีวีซีขนาด 1/2 นิ้ว และท่อสำหรับปลูกผักสร้างด้วยท่อพีวีซีขนาด 2 นิ้ว นำมาตัดและประกอบตามที่ออกแบบไว้เป็นส่วนๆ โดยจะเริ่มจากการทำฐานรองรับ จากนั้นทำส่วนท่อสำหรับปลูกผัก

ต่อวาล์วน้ำขนาด 1 นิ้ว ทั้งหมด 3 อัน เพื่อควบคุมการเปิดปิดน้ำและกำหนดระดับอัตราการไหลของน้ำที่มาจากเครื่องปั๊มน้ำ ปั๊มน้ำที่ใช้เป็นปั๊มแช่น้ำที่มีอัตราการหมุนเวียนน้ำ 900 ลิตร/ชั่วโมง ใช้กำลังไฟ 20-30 วัตต์ และใช้ไฟกระแสสลับ 220-240 โวลต์ ในส่วนปลายท่อแต่ละท่อจะติดตั้งเซนเซอร์ ที่สามารถตรวจจับอัตราการไหลของน้ำได้ตั้งแต่ 0.5 - 30 ลิตร/นาที และใช้ไฟกระแสตรง 5 โวลต์ ทั้งหมด 3 ตัว ในส่วนของการแจ้งเตือน จะใช้ไดโอดเปล่งแสงสีแดงและสีเขียวติดที่ปลายท่อแต่ละท่อ ทั้งหมด 6 หลอด และนำถังน้ำมาติดตั้ง ได้ดังรูปที่ 3.4 และรูปที่ 3.5



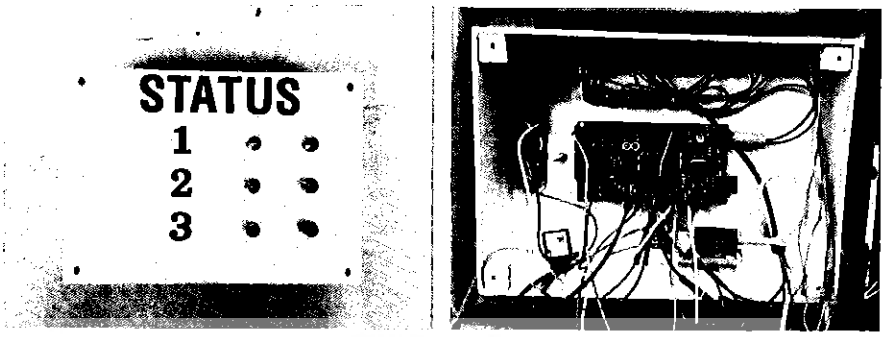
รูปที่ 3.4 โครงสร้างฐานและท่อสำหรับปลูกผัก

รูปที่ 3.5 ส่วนปั๊มน้ำและถังน้ำติดตั้งเข้ากับวาล์วน้ำและท่อปลูกผัก

3.2.2 ส่วนไฟแสดงสถานะ

โครงสร้างของส่วนไฟแสดงสถานะจะมี 2 ส่วนคือ โครงสร้างภายนอกที่เป็นส่วนแสดงสถานะและโครงสร้างภายในเป็นวงจร ไดโอดแปล่งแสง โครงสร้างภายนอกจะใช้ไม้อัดหนา 1

มิลลิเมตรสำหรับประกอบเป็นกล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า จะใช้ไดโอดเปล่งแสงสีแดงและสีเขียวทั้งหมด 6 หลอดเพื่อแสดงสถานะการไหลของน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 3.6



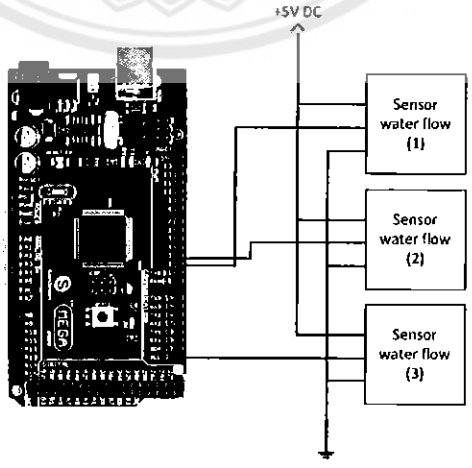
รูปที่ 3.6 โครงสร้างภายนอกและภายในส่วนไฟแสดงสถานะ

3.3 วงจรที่ใช้ในแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์

วงจรที่ใช้ในการทำงานของแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ จะต้องต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้ากับไมโครคอนโทลเลอร์เพื่อให้ไมโครคอนโทลเลอร์ประมวลผล แบ่งออกเป็น การต่อวงจรเซนเซอร์และการต่อวงจรการแจ้งเตือน

3.3.1 วงจรเซนเซอร์

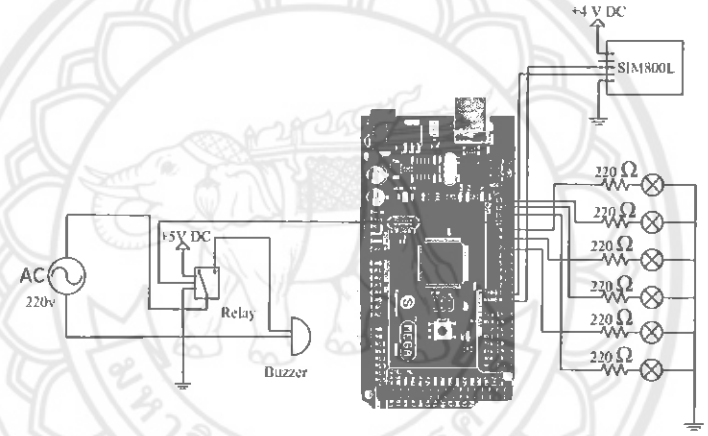
เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับการไหลของน้ำ ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ และต่อสายสัญญาณเข้าที่ขา 2, 3 และ21 ของบอร์ด Arduino Mega2560 ซึ่งเป็นขาที่สามารถใช้งานอินเทอร์รัปได้ เมื่อมีน้ำไหลผ่านใบพัด เซนเซอร์จะส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ไอซี ATmaga2560 เป็นตัวรับลอจิกจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อไปสั่งงานที่วงจรแจ้งเตือน ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การต่อวงจรเซนเซอร์

3.3.2 วงจรแจ้งเตือน

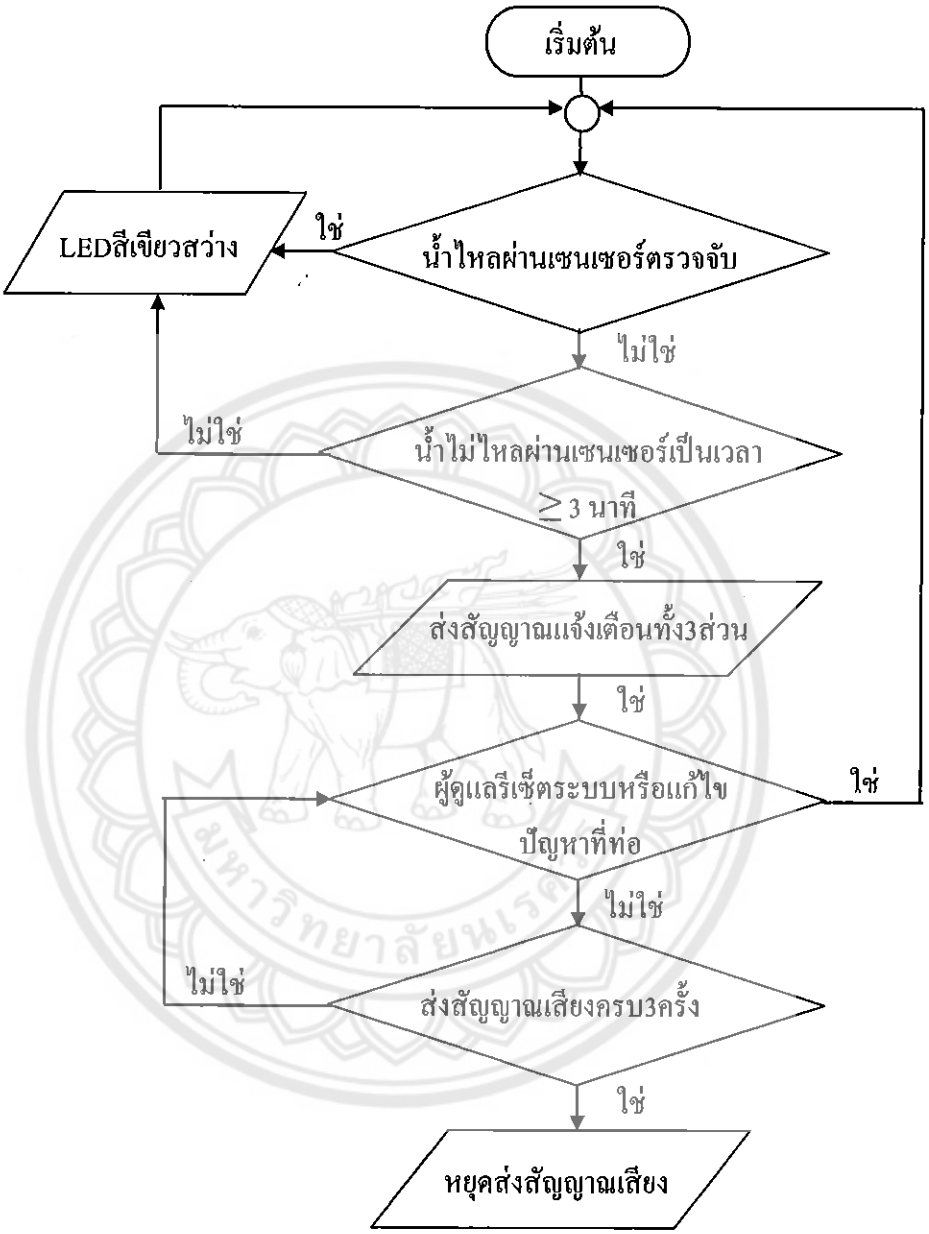
วงจรแจ้งเตือนประกอบไปด้วย วงจรไดโอดแปล่งแสง วงจรกระดิ่ง และวงจรส่งข้อความ เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับการไหลส่งค่ามายังไมโครคอนโทรลเลอร์ ไอซี ATmaga2560 จะส่งคำสั่งไปยังวงจร ไดโอดแปล่งแสง โดยใช้ตัวต้านขนาด 220 โอห์ม ต่ออนุกรมกับ ไดโอดแปล่งแสง เพื่อลดแรงดันที่ตกคร่อมไดโอดแปล่งแสง โดยต่อเข้าที่ขา 7, 8, 9, 11, 12 และ13 ของบอร์ด Arduino Mega2560 ซึ่งกำหนดให้เป็นขาเอาท์พุต ในส่วนของวงจรกระดิ่ง จะใช้รีเลย์ในการควบคุมวงจร เมื่อรีเลย์ได้รับคำสั่ง หน้าสัมผัสของรีเลย์จะเปลี่ยนสถานะ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ปิดเปิดการทำงานของวงจร โดยต่อเข้าที่ขา 10 ของบอร์ด Arduino Mega2560 ซึ่งกำหนดให้เป็นขาเอาท์พุต และวงจรส่งข้อความ จะใช้ไฟเลี้ยง 4 โวลต์ โดยไอซี ATmaga2560 จะส่งคำสั่งผ่านขา Tx และขา Rx ของโมดูล SIM800L ให้ทำการส่งข้อความไปยังโทรศัพท์มือถือ ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรแจ้งเตือนประกอบด้วยวงจรไดโอดแปล่งแสง วงจรกระดิ่งและวงจรส่งข้อความ

การส่งข้อความแจ้งเตือน จะใช้อุปกรณ์โมดูล SIM800L เพื่อใช้ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือ อุปกรณ์โมดูล SIM800L เป็นโมดูลสื่อสารระบบ GSM/GPRS ขนาดเล็ก โดยใช้งานกับไมโครซิมเครือข่ายทรูมูฟ ที่ความถี่ 850 เมกะเฮิรตซ์ การทำงานจะใช้ชุดคำสั่ง AT COMMAND ซึ่งเป็นชุดคำสั่งมาตรฐานในการติดต่อสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล SIM800L เพื่อใช้งานในการส่งข้อความแจ้งเตือนในครั้งนี้

3.4 ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำ



รูปที่ 3.9 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำ

จากรูป 3.9 อธิบายขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์การไหลของน้ำได้ดังนี้

1. น้ำไหลจากท่อน้ำผ่านเซนเซอร์ตรวจจับการไหล เซนเซอร์จะส่งค่าไปที่ส่วนแสดงสถานะด้วยไฟสัญญาณ ทำให้ ไดโอดแปล่งแสง สีเขียวเปล่งแสงเพื่อแจ้งสถานะว่าน้ำไหลปกติ

2. ถ้าท่อน้ำอุดตันหรือเกิดปัญหาอื่นๆที่ทำให้น้ำไม่สามารถไหลผ่านเซนเซอร์ที่ปลายท่อเป็นเวลาน้อยกว่า 3 นาที เซนเซอร์จะยังส่งค่าไปยังส่วนแสดงสถานะว่าน้ำยังไหลปกติ แต่ถ้าน้ำไม่ไหลเป็นเวลามากกว่า 3 นาที เซนเซอร์จะส่งค่าไปที่ส่วนส่งสัญญาณแจ้งเตือนทั้งสามส่วนได้แก่

2.1 ส่วนแสดงสถานะด้วยไฟสัญญาณ ไดโอดแปล่งแสงสีแดงจะสว่างเพื่อแจ้งสถานะว่าไม่มีน้ำไหลผ่านท่อ

2.2 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือนด้วยเสียง บัซเซอร์จะส่งสัญญาณเสียงเป็นเวลา 30 วินาที ทุกๆ 3 นาที ทั้งหมด 3 ครั้ง

2.3 อุปกรณ์การส่งข้อความแจ้งเตือน โมดูล SIM800L จะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือของผู้ดูแล

3. เมื่อผู้ดูแลได้รับการแจ้งเตือนและเข้ามาแก้ไขปัญหาที่ท่อให้น้ำไหลปกติหรือกดสวิตช์รีเซ็ตระบบ เซนเซอร์ก็จะเริ่มต้นการทำงานใหม่อีกครั้ง

4. ถ้าไม่มีผู้ดูแลเข้ามาแก้ไขปัญหาที่ท่อหรือไม่กดสวิตช์รีเซ็ตระบบจนกระทั่งบัซเซอร์ส่งสัญญาณเสียงจนครบ 3 ครั้ง บัซเซอร์จะหยุดทำงาน แต่ ไดโอดแปล่งแสงสีแดงจะยังคงสว่างเพื่อแสดงสถานะ

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

การทดลองในบทนี้เป็นการทดลองการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำบนแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ ขณะที่อัตราการไหลของน้ำปกติและต่ำกว่าปกติ ดังนี้

1) การทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำในแปลงผักไฮโดรโปนิกส์
2) การทดลองการตรวจจับของเซนเซอร์
3) การทดลองการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือนในแบบต่างๆตามเวลาที่กำหนด

4.1 การทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำบนแปลงผักไฮโดรโปนิกส์

การทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำบนแปลงผักไฮโดรโปนิกส์มีจุดประสงค์เพื่อต้องการทราบอัตราการไหลของน้ำแบบปกติและอัตราการไหลของน้ำที่ส่งผลให้ผักเกิดความเสียหายบนแปลงผักจริงแล้วนำค่าอัตราการไหลที่ได้มาอ้างอิงในแบบจำลอง โดยจะเลือกทดลองแปลงผักที่มีอัตราการไหลของน้ำปกติและสม่ำเสมอทั้งหมด 10 ท่อ และเลือกทดลองแปลงผักที่มีอัตราการไหลของน้ำที่ต่ำกว่าปกติโดยเลือกทดลองในท่อที่พบว่าผักมีการเหี่ยวเฉาเนื่องจากได้รับสารอาหารไม่เพียงพอทั้งหมด 5 ท่อ โดยการใช้บีกเกอร์ความจุ 500 มิลลิลิตร ตวงปริมาตรน้ำจากปลายท่อเทียบกับเวลา และคำนวณผลให้มีหน่วยเป็นลิตร/นาที จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 อัตราการไหลของน้ำขณะน้ำไหลปกติ

ท่อที่	อัตราการไหลของน้ำที่คำนวณได้ (ลิตร/นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
1	1.142	1.145	1.149	1.143	1.145	1.145
2	0.646	0.644	0.646	0.645	0.646	0.645
3	1.176	1.173	1.175	1.176	1.177	1.175
4	0.877	0.874	0.877	0.875	0.876	0.876
5	0.969	0.968	0.971	0.971	0.970	0.970
6	0.782	0.781	0.784	0.784	0.783	0.789
7	0.567	0.564	0.564	0.565	0.566	0.565
8	0.983	0.985	0.984	0.987	0.987	0.985
9	0.941	0.940	0.943	0.942	0.943	0.942
10	1.014	1.016	1.016	1.017	1.015	1.016

1919960 ปร
20 ต.ค. 2560 2559
สำนักหอสมุด

จากการทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำขณะน้ำไหลปกติบนแปลงผักทั้งหมด 10 ท่อ พบว่ามีอัตราการไหลของน้ำตั้งแต่ 0.57 ลิตร/นาที ไปจนถึง 1.18 ลิตร/นาที มีค่าเฉลี่ยคือ 0.91 ลิตร/นาที

ดังนั้น จึงนำค่าอัตราการไหลของน้ำในช่วง 0.6-1.0 ลิตร/นาที มากำหนดให้เป็นค่าอัตราการไหลของน้ำขณะที่น้ำไหลปกติ

ตารางที่ 4.2 อัตราการไหลของน้ำขณะน้ำไหลต่ำกว่าปกติ

ท่อที่	อัตราการไหลของน้ำที่วัดได้ (ลิตร/นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
1	0.363	0.363	0.362	0.364	0.363	0.363
2	0.454	0.453	0.453	0.454	0.453	0.453
3	0.425	0.425	0.424	0.423	0.424	0.424
4	0.287	0.285	0.287	0.286	0.286	0.286
5	0.381	0.382	0.382	0.383	0.381	0.382

จากการทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำในแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ขณะน้ำไหลต่ำกว่าปกติ พบว่ามีอัตราการไหลของน้ำตั้งแต่ 0.29 ลิตร/นาที ไปจนถึง 0.45 ลิตร/นาที จึงนำค่าอัตราการไหลของน้ำที่ 0.5 ลิตร/นาที มาพิจารณาเป็นค่าต่ำสุดที่ทำให้แปลงผักมีปัญหา และทำให้ระบบแจ้งเตือนเริ่มทำงาน

4.2 การทดลองการตรวจจับของเซนเซอร์

การทดลองการทำงานของเซนเซอร์มีจุดประสงค์เพื่อต้องการทราบว่าเซนเซอร์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำและมีช่วงการทำงานเหมาะสมกับการใช้งานในครั้งนี้หรือไม่ โดยจะให้เซนเซอร์ตรวจจับน้ำไหลบนแปลงผักตั้งแต่ 0.4 - 1.0 ลิตร/นาที โดยเพิ่มครั้งละ 0.1 ลิตร/นาที ซึ่งเป็นอัตราการไหลของน้ำที่ไหลต่ำกว่าปกติไปจนถึงขณะที่น้ำไหลปกติตามลำดับ การกำหนดอัตราการไหลของน้ำบนแปลงผักในแต่ละระดับ โดยใช้บีกเกอร์ความจุ 500 มิลลิลิตร ตวงปริมาตรของน้ำที่ปลายท่อเทียบกับเวลา และคำนวณผลให้มีหน่วยเป็นลิตร/นาที และนำค่าที่คำนวณได้มาเทียบกับค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ โดยแบ่งการทดลองได้ทั้งหมด 3 ท่อ จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ 4.3 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 อัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้ในแบบจำลองท่อที่ 1

อัตราการไหลที่กำหนด (ลิตร/นาที)	อัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้ (ลิตร/นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.50	0.50	0.45	0.50	0.50	0.49
0.60	0.60	0.57	0.60	0.60	0.57	0.58
0.70	0.70	0.70	0.70	0.65	0.70	0.69
0.80	0.85	0.85	0.80	0.80	0.75	0.81
0.90	0.95	0.90	0.90	0.95	1.00	0.94
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

จากการทดลองการตรวจจับของเซนเซอร์ในแบบจำลองท่อที่ 1 พบว่าที่อัตราการไหล 0.40 ลิตร/นาที เซนเซอร์ไม่สามารถตรวจจับได้ และแสดงค่าเป็น 0 ลิตร/นาที และจะเริ่มตรวจจับได้เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเป็น 0.50 ลิตร/นาที และอัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้มีค่าใกล้เคียงกับอัตราการไหลของน้ำที่กำหนด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนที่มากที่สุดคือ 4.44 เปอร์เซ็นต์ ที่ขณะน้ำไหล 0.9 ลิตร/นาที

ตารางที่ 4.4 อัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้ในแบบจำลองท่อที่ 2

อัตราการไหลที่กำหนด (ลิตร/นาที)	อัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้ (ลิตร/นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.55	0.50	0.45	0.55	0.50	0.51
0.60	0.60	0.55	0.60	0.60	0.57	0.59
0.70	0.70	0.60	0.70	0.65	0.70	0.67
0.80	0.75	0.80	0.80	0.80	0.75	0.78
0.90	0.95	0.90	0.90	0.95	0.85	0.91
1.00	0.95	1.00	0.95	1.00	1.00	0.98

จากการทดลองการตรวจจับของเซนเซอร์ในแบบจำลองท่อที่ 2 พบว่าที่อัตราการไหล 0.40 ลิตร/นาที เซนเซอร์ไม่สามารถตรวจจับได้ และแสดงค่าเป็น 0 ลิตร/นาที และจะเริ่มตรวจจับได้เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเป็น 0.50 ลิตร/นาที และอัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้มีค่าใกล้เคียงกับอัตราการไหลของน้ำที่กำหนด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนที่มากที่สุดคือ 4.28 เปอร์เซ็นต์ ที่ขณะน้ำไหล 0.7 ลิตร/นาที

ตารางที่ 4.5 อัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้ในแบบจำลองท่อที่ 3

อัตราการไหลที่กำหนด (ลิตร/นาที)	อัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้ (ลิตร/นาที)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.40
0.60	0.60	0.65	0.60	0.65	0.60	0.62
0.70	0.70	0.70	0.75	0.70	0.70	0.71
0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.75	0.79
0.90	0.85	0.90	0.90	0.85	1.00	0.90
1.00	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	0.98

จากการทดลองการตรวจจับของเซนเซอร์ในแบบจำลองท่อที่ 3 พบว่าที่อัตราการไหล 0.40 ลิตร/นาที เซนเซอร์ไม่สามารถตรวจจับได้ และแสดงค่าเป็น 0 ลิตร/นาที และจะเริ่มตรวจจับได้เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเป็น 0.50 ลิตร/นาที และอัตราการไหลของน้ำที่เซนเซอร์ตรวจจับได้มีค่าใกล้เคียงกับอัตราการไหลของน้ำที่กำหนด โดยเซนเซอร์มีค่าความคลาดเคลื่อนที่มากที่สุดคือ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ขณะน้ำไหล 0.5 ลิตร/นาที

4.3 การทดลองการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือนในแบบต่างๆตามเวลาที่กำหนด

ในการทดลองการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือน มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือนว่าสามารถแจ้งเตือนตามเงื่อนไขและเวลาที่กำหนดหรือไม่ โดยจะกำหนดให้อุปกรณ์แจ้งเตือนทุกอย่างเริ่มทำงานเมื่ออัตราการไหลของน้ำในท่อต่ำกว่า 0.50 ลิตร/นาที เป็นเวลา 3 นาที จึงควบคุมวาล์วเปิดปิดน้ำที่ต้นทางให้น้ำไหลผ่านท่อต่ำกว่า 0.5 ลิตร/นาที เพื่อให้อุปกรณ์แจ้งเตือนต่างๆ เริ่มทำงาน ดังต่อไปนี้

4.3.1 การแจ้งเตือนด้วยไฟแสดงสถานะ

การแจ้งเตือนด้วยไฟแสดงสถานะ กำหนดให้ขณะน้ำไหลปกติ ให้ไฟสีเขียวติดและไฟสีแดงดับ เมื่อน้ำไหลต่ำกว่าปกติเป็นเวลา 3 นาที ให้ไฟสีเขียวดับและไฟสีแดงติด และยังคงสถานะไว้จนกว่าน้ำจะกลับมาไหลปกติหรือมีการรีเซ็ตระบบ จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการแจ้งเตือนด้วยไฟแสดงสถานะ

การทดลองครั้งที่	ขณะน้ำไหลปกติ		ขณะน้ำไหลต่ำกว่าปกติ		
	ไฟสีเขียว ติด	ไฟสีแดง ดับ	ไฟสีเขียว ดับ	ไฟสีแดง ติด	3 นาที
1	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓

จากการทดลองการแจ้งเตือนด้วยไฟแสดงสถานะพบว่า ขณะน้ำไหลปกติไฟสีเขียวจะติดและไฟสีแดงจะดับ หลังจากที่ลดอัตราการไหลของน้ำให้ต่ำกว่า 0.5 ลิตร/นาที จนครบ 3 นาที ไฟสีเขียวจะดับและไฟสีแดงจะติด ซึ่งการทดลองทุกครั้งให้ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐาน

4.3.2 การแจ้งเตือนด้วยเสียง

การแจ้งเตือนด้วยเสียง กำหนดให้ส่งเสียงเมื่อน้ำไหลต่ำกว่าปกติ ทั้งหมด 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 จะส่งเสียงหลังจากน้ำไหลต่ำกว่าปกติเป็นเวลา 3 นาที และส่งเสียงต่อเนื่องเป็นเวลา 30 วินาที ครั้งที่ 2 จะส่งเสียงหลังจากการส่งเสียงครั้งที่ 1 หยุดลงเป็นเวลา 3 นาที และส่งเสียงต่อเนื่องเป็นเวลา 30 วินาที ครั้งที่ 3 จะส่งเสียงหลังจากการส่งเสียงครั้งที่ 2 หยุดลงเป็นเวลา 3 นาที และส่งเสียงต่อเนื่องเป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการแจ้งเตือนด้วยเสียง

การทดลองครั้งที่	ส่งเสียงครั้งที่ 1		ส่งเสียงครั้งที่ 2		ส่งเสียงครั้งที่ 3	
	ครบ 3 นาที	ดังต่อเนื่อง 30 วินาที	ครบ 3 นาที	ดังต่อเนื่อง 30 วินาที	ครบ 3 นาที	ดังต่อเนื่อง 30 วินาที
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากการทดลองการแจ้งเตือนด้วยเสียงพบว่าเมื่อน้ำไหลต่ำกว่า 0.5 ลิตร/นาที จนครบ 3 นาที จะมีการส่งเสียงครั้งที่ 1 ดังต่อเนื่อง 30 วินาที หลังจากนั้น 3 นาที จะมีการส่งเสียงครั้งที่ 2 ดังต่อเนื่อง 30 วินาที และหลังจากเสียงเตือนครั้งที่ 2 จบลงจนครบ 3 นาที เสียงเตือนครั้งที่ 3 ก็จะดังต่อเนื่อง 30 วินาที ซึ่งการทดลองทุกครั้งเป็นไปตามสมมติฐาน

4.3.3 การแจ้งเตือนด้วยข้อความ

การแจ้งเตือนด้วยข้อความ กำหนดให้ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือ 1 ครั้ง หลังจากน้ำไหลต่ำกว่าปกติเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองการแจ้งเตือนด้วยข้อความ

การทดลองครั้งที่	ส่งข้อความได้
1	✓
2	✓
3	✓
4	✓
5	✓

จากการทดลองการแจ้งเตือนด้วยข้อความพบว่า เมื่อน้ำไหลต่ำกว่า 0.5 ลิตร/นาที เป็นเวลา 3 นาที จะมีการส่งข้อความไปยังโทรศัพท์มือถือ 1 ครั้ง ซึ่งในการทดลองทุกครั้งให้ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐาน

4.4 การทดลองรีเซ็ตระบบ

การทดลองรีเซ็ตระบบ มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบทั้งหมดว่าเมื่อกดสวิตช์รีเซ็ตแล้วระบบทั้งหมดจะกลับมาที่สถานะเริ่มต้นได้หรือไม่ โดยจะกดสวิตช์รีเซ็ตระบบในขณะที่อุปกรณ์แจ้งเตือนทำงานอยู่ จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองรีเซ็ตระบบ

การทดลองครั้งที่	รีเซ็ตระบบได้
1	✓
2	✓
3	✓
4	✓
5	✓

จากการทดลองรีเซ็ตระบบพบว่าเมื่อกดปุ่มสวิตช์รีเซ็ตระบบในขณะที่อุปกรณ์แจ้งเตือนทำงานอยู่ อุปกรณ์ทุกอย่างกลับมาอยู่ในสถานะเริ่มต้น ในการทดลองทุกครั้งให้ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐาน

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองทั้งหมดที่ได้ดำเนินมาทำให้สามารถสรุปผลการดำเนินงานและทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะทำการทดลองเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาโครงงานให้มีประสิทธิภาพดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงงานนี้เป็นการสร้างแบบจำลองแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้ท่อพีวีซีทั้งหมด 3 ท่อ สำหรับการทดลองตรวจจับการไหลของน้ำ ขณะน้ำมีอัตราการไหลต่ำกว่าปกติ ให้ส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลแปลงผัก โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega2560 รับสัญญาณจากเซนเซอร์เพื่อประมวลผลและส่งคำสั่งให้อุปกรณ์แจ้งเตือนต่างๆ อันได้แก่ การแจ้งเตือนด้วยไฟสถานะจะใช้ไดโอดเปล่งแสงสีเขียวเพื่อแสดงว่าน้ำไหลปกติและใช้ไดโอดเปล่งแสงสีแดงเพื่อแสดงว่าน้ำไหลต่ำกว่าปกติ การแจ้งเตือนด้วยเสียงจะใช้บัซเซอร์ส่งเสียงแจ้งเตือนทั้งหมด 3 ครั้ง และการแจ้งเตือนด้วยข้อความจะใช้โมดูล SIM800L เพื่อส่งข้อความไปยังโทรศัพท์มือถือ

จากการทดลองพบว่า ขณะน้ำไหลปกติ ไฟแสดงสถานะสีเขียวจะเปล่งแสงทั้งหมด เมื่อลดอัตราการไหลของน้ำลงให้ต่ำกว่าปกติเป็นเวลา 3 นาที ไฟแสดงสถานะสีแดงจะเปล่งแสงแทนสีเขียว บัซเซอร์จะส่งเสียงเตือนครั้งแรกเป็นเวลา 30 วินาที และส่งเสียงแจ้งเตือนครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ทุกๆ 3 นาที และโมดูล SIM800L จะส่งข้อความไปยังโทรศัพท์มือถือทันที ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการตรวจจับการไหลของน้ำและส่งการแจ้งเตือนของแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ทุกประการ

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

เนื่องจากอุปกรณ์เซนเซอร์มีขนาดเล็ก อาจทำให้สิ่งสกปรกหรือตะไคร่น้ำเข้ามาอุดตันที่ทางเข้าออกของน้ำหรือใบพัด ทำให้การทำงานของเซนเซอร์มีความผิดปกติ อาจแก้ไขปัญหาได้โดยการเลือกใช้เซนเซอร์ที่มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานจริง ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ขึ้นสามารถเปิดปิดเพื่อทำความสะอาดได้โดยง่าย หรือเลือกใช้เซนเซอร์ประเภทอื่น เช่น เซนเซอร์ที่วัดอัตราการไหลในรางเปิด หรือเซนเซอร์วัดอัตราการไหลและปริมาณการไหลโดยไม่ต้องตัดต่อท่อ ซึ่งใช้คลื่นเสียงอัลตร้าโซนิคยิงทะลุผ่านท่อ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาสิ่งอุดตันในเซนเซอร์ได้

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

1) สามารถพัฒนาโปรแกรมให้สามารถแสดงสถานะออนไลน์ผ่านอินเตอร์เน็ตหรือแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนเพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบได้ตลอดเวลา

2) เมื่อวัดอัตราการไหลของน้ำโดยละเอียด สามารถใช้ค่าอัตราการไหลที่ได้มาพัฒนาโปรแกรมที่สามารถกำหนดการเปิดปิดน้ำหรือ กำหนดปริมาณน้ำตามที่ต้องการเพื่อให้ผักได้รับปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด

เอกสารอ้างอิง

[1] H2ohydrogarden, "ประวัติความเป็นมาไฮโดรโปนิกส์", สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2558 จาก: http://www.h2ohydrogarden.com/ความรู้เบื้องต้น/ประวัติความเป็นมาไฮโดรโปนิกส์.html

[2] มัฆวาล หอสุวรรณ์, "ไฮโดรโปนิกส์", สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2558 จาก: http://www.bangsaiagro.com/general.aspx

[3] "เครื่องปั๊มน้ำ/เครื่องสูบน้ำ", สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2558 จาก: http://www.956intertrade.com/14612780/คลังความรู้-

[4] Go_Portrait, "ฮอลล์เอฟเฟกต์ (Hall effect)", สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2558 จาก: http://electronicspocketbook.blogspot.com/2014/02/blog-post_4.html

[5] Arduino MEGA Board "Arduino MEGA 2560 & Genuino MEGA 2560", สืบค้นเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2558 จาก: http:// arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560

[6] David M. Harrison, "Electric circuits", สืบค้นเมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม 2559จาก: http://www.cabrillo.edu/~jmccullough/Applets/Applets_by_Topic/Electric_Circuits.html

[7] "สอนวิธีใช้งาน GSM Module SIM800L Aduino", สืบค้นเมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2558 จาก: http://www.arduinoall.com/article/14/

[8] Seeed studio, "Grove-SPDT Relay (30A)", สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2558 จาก: http://www.seeedstudio.com/wiki/Grove_-_SPDT_Relay(30A)

ภาคผนวก ก
รหัสต้นฉบับของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ตรวจจับน้ำไหลและส่งการแจ้งเตือน

```
volatile float Fan0;  // ประกาศตัวแปร Fan0 เป็น float ที่ข้อมูลสามารถถูกลบเลือนได้
volatile float Fan1;
volatile float Fan2;
float Calc0;  // ประกาศตัวแปร Calc0 เป็น float ไว้เพื่อแสดงค่าอัตราการไหลของน้ำ
float Calc1;
float Calc2;
int Count0 = 0;  // ประกาศตัวแปร Count0 เป็น int และมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0 ไว้เพื่อเก็บค่าเวลา
int Count1 = 0;
int Count2 = 0;
int Count3 = 0;
int Count4 = 0;
int Count5 = 0;
int callat1 = 2;  // ประกาศตัวแปร callat1 เป็น int และมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 2 ไว้เพื่อเก็บค่าเวลา
int callat2 = 2;  // ประกาศตัวแปร callat2 เป็น int และมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 2 ไว้เพื่อเก็บค่าเวลา
int callat3 = 2;  // ประกาศตัวแปร callat3 เป็น int และมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 2 ไว้เพื่อเก็บค่าเวลา
#define FLOW0 2  // กำหนดพอร์ตของเซนเซอร์ตัวที่ 1 และประกาศตัวแปร
#define FLOW1 3  // กำหนดพอร์ตของเซนเซอร์ตัวที่ 2 และประกาศตัวแปร
#define FLOW2 A5  // กำหนดพอร์ตของเซนเซอร์ตัวที่ 3 และประกาศตัวแปร
#define ALARM 10  // กำหนดพอร์ตของการแจ้งเตือน และประกาศตัวแปร
unsigned long previousMillis = 0;  // กำหนดตัวแปรเก็บค่า เวลาสุดท้ายที่ทำงาน
const long interval  = 3000;  // กำหนดค่าตัวแปรให้ทำงานทุกๆ 3 วินาที
void rpm0 ()  // สร้างฟังค์ชันการทำงานของ rpm0
{ Fan0++; }  // ให้ตัวแปร Fan0 เพิ่มค่าขึ้นครั้งละ 1
void rpm1 ()  // สร้างฟังค์ชันการทำงานของ rpm1
{ Fan1++; }  // ให้ตัวแปร Fan1 เพิ่มค่าขึ้นครั้งละ 1
void rpm2 ()  // สร้างฟังค์ชันการทำงานของ rpm2
{ Fan2++; }  // ให้ตัวแปร Fan2 เพิ่มค่าขึ้นครั้งละ 1
void setup()
{
pinMode(FLOW0, INPUT_PULLUP);  // กำหนดให้เซนเซอร์ตัวที่ 1 เป็นอินพุต
attachInterrupt(0, rpm0, RISING);  // อินเตอร์รัพท์เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะจาก LOW เป็น HIGH
                                   ของเซ็นเซอร์ตัวที่ 1
```

```
  pinMode(FLOW1, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(1, rpm1, RISING);
  pinMode(FLOW2, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(2, rpm2, RISING);
  pinMode(11 , OUTPUT);  // กำหนดให้ขาที่ 11 เป็นเอาท์พุต
  pinMode(12 , OUTPUT);
  pinMode(13 , OUTPUT);
  pinMode(ALARM , OUTPUT);
  pinMode(7 , OUTPUT);
  pinMode(8 , OUTPUT);
  pinMode(9 , OUTPUT);
  digitalWrite(11 , HIGH);  // ให้แอลอีดีสว่างทั้งหมด เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบพร้อมทำงาน
  digitalWrite(12 , HIGH);
  digitalWrite(13 , HIGH);
  digitalWrite(ALARM , HIGH);
  digitalWrite(7 , HIGH);
  digitalWrite(8 , HIGH);
  digitalWrite(9 , HIGH);
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial);
}
void loop ()
{
  unsigned long currentMillis = millis();  //  ทำการหน่วงเวลาเป็นมิลิวินาที
  if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
   previousMillis = currentMillis;
   if (Fan0 >= 0) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 0
     Calc0 = 0 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0
   if (Fan0 >= 3) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 3
     Calc0 = 0.45 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.45
   if (Fan0 >= 4) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 4
     Calc0 = 0.50 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.50
```

```
if (Fan0 >= 7) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 7
  Calc0 = 0.53 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.53
if (Fan0 >= 8) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 8
  Calc0 = 0.55 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.55
if (Fan0 >= 10) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 10
  Calc0 = 0.57 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.57
if (Fan0 >= 12) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 12
  Calc0 = 0.60 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.60
if (Fan0 >= 13) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 13
  Calc0 = 0.65 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.65
if (Fan0 >= 14) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 14
  Calc0 = 0.70 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.70
if (Fan0 >= 16) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 16
  Calc0 = 0.75 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.75
if (Fan0 >= 17) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 17
  Calc0 = 0.80 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.80
if (Fan0 >= 18) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 18
  Calc0 = 0.85 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.85
if (Fan0 >= 19) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 19
  Calc0 = 0.90 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.90
if (Fan0 >= 20) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 20
  Calc0 = 0.95 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.95
if (Fan0 >= 21) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 21
  Calc0 = 1.00 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 1.00

if (Fan1 >= 0) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 0
  Calc1 = 0 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0
if (Fan1 >= 4) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 4
  Calc1 = 0.40 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.40
if (Fan1 >= 6) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 6
  Calc1 = 0.45 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.45
if (Fan1 >= 7) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 7
```

```
 Calc1 = 0.50 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.50
if (Fan1 >= 8) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 8
 Calc1 = 0.55 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.55
if (Fan1 >= 9) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 9
 Calc1 = 0.60 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.60
if (Fan1 >= 11) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 11
 Calc1 = 0.70 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.70
if (Fan1 >= 12) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 12
 Calc1 = 0.75 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.75
if (Fan1 >= 13) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 13
 Calc1 = 0.80 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.80
if (Fan1 >= 14) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 14
 Calc1 = 0.85 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.85
if (Fan1 >= 15) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 15
 Calc1 = 0.90 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.90
if (Fan1 >= 17) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 17
 Calc1 = 0.95 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.95
if (Fan1 >= 18) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 18
 Calc1 = 1.00 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 1.00

if (Fan2 >= 0) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 0
 Calc2 = 0 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0
if (Fan2 >= 1) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 1
 Calc2 = 0.50 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.50
if (Fan2 >= 3) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 3
 Calc2 = 0.55 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.55
if (Fan2 >= 4) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 4
 Calc2 = 0.60 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.60
if (Fan2 >= 5) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 5
 Calc2 = 0.65 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.65
if (Fan2 >= 6) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 6
 Calc2 = 0.70 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.70
```

```
if (Fan2 >= 7) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 7
 Calc2 = 0.75 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.75
if (Fan2 >= 9) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 9
 Calc2 = 0.80 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.80
if (Fan2 >= 11) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 11
 Calc2 = 0.85 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.85
if (Fan2 >= 12) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 12
 Calc2 = 0.90 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 0.90
if (Fan2 >= 13) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Fan0 มากกว่าหรือเท่ากับ 13
 Calc2 = 1.00 ;}  // แสดงค่า Calc0 เท่ากับ 1.00

if (Calc0 < 0.5) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Calc0 น้อยกว่า 0.5
 Count0++;}  // ให้ตัวแปร Count0 เพิ่มค่าขึ้นครั้งละ 1
else {  // เมื่อไม่เข้าเงื่อนไข
 Count0 = 0;}  // ให้ตัวแปร Count0 มีค่าเท่ากับ 0
if (Calc1 < 0.5) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Calc1 น้อยกว่า 0.5
 Count1++;}  // ให้ตัวแปร Count1 เพิ่มค่าขึ้นครั้งละ 1
else {  // เมื่อไม่เข้าเงื่อนไข
 Count1 = 0;}  // ให้ตัวแปร Count1 มีค่าเท่ากับ 0
if (Calc2 < 0.5) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Calc2 น้อยกว่า 0.5
 Count2++;}  // ให้ตัวแปร Count2 เพิ่มค่าขึ้นครั้งละ 1
else {  // เมื่อไม่เข้าเงื่อนไข
 Count2 = 0;}  // ให้ตัวแปร Count2 มีค่าเท่ากับ 0
if (Calc0 < 0.5 || Calc1 < 0.5 || Calc2 < 0.5) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Calc0 หรือ Calc1 หรือ
                                                  Calc2 น้อยกว่า 0.5
 Count3++;}  // ให้ตัวแปร Count3 เพิ่มค่าขึ้นครั้งละ 1
else {  // เมื่อไม่เข้าเงื่อนไข
 Count3 = 0;}  // ให้ตัวแปร Count3 มีค่าเท่ากับ 0
if (Count0 >= 60) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count0 มากกว่าหรือเท่ากับ 60
 callat1 = 0;}  // ให้ตัวแปร callat1 มีค่าเท่ากับ 0
if (Count0 >= 61) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count1 มากกว่าหรือเท่ากับ 60
 callat1 = 2;}  // ให้ตัวแปร callat1 มีค่าเท่ากับ 2
```

```
 if (Count1 >= 60) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count1 มากกว่าหรือเท่ากับ 60
  callat2 = 0;}  // ให้ตัวแปร callat2 มีค่าเท่ากับ 0
 if (Count1 >= 61) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count1 มากกว่าหรือเท่ากับ 61
  callat2 = 2;}  // ให้ตัวแปร callat2 มีค่าเท่ากับ 2
 if (Count2 >= 60) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count2 มากกว่าหรือเท่ากับ 60
  callat3 = 0;}  // ให้ตัวแปร callat3 มีค่าเท่ากับ 0
 if (Count2 >= 61) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count2 มากกว่าหรือเท่ากับ 61
  callat3 = 2;}  // ให้ตัวแปร call มีค่าเท่ากับ 2

 if (Count0 >= 60) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count0 มากกว่าหรือเท่ากับ 60
  digitalWrite(11 , HIGH);  // เขียนขา 11 ให้มีค่า HIGH
  digitalWrite(7 , LOW);  // เขียนขา 7 ให้มีค่า LOW
 } else {  // เมื่อไม่เข้าเงื่อนไข
  digitalWrite(11 , LOW);  // เขียนขา 11 ให้มีค่า LOW
  digitalWrite(7 , HIGH);  // เขียนขา 7 ให้มีค่า HIGH
 }
 if (Count1 >= 60) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count1 มากกว่าหรือเท่ากับ 60
  digitalWrite(12 , HIGH);  // เขียนขา 12 ให้มีค่า HIGH
  digitalWrite(8 , LOW);  // เขียนขา 8 ให้มีค่า LOW
 } else {  // เมื่อไม่เข้าเงื่อนไข
  digitalWrite(12 , LOW);  // เขียนขา 12 ให้มีค่า LOW
  digitalWrite(8 , HIGH);  // เขียนขา 8 ให้มีค่า HIGH
 }
 if (Count2 >= 60) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count2 มากกว่าหรือเท่ากับ 60
  digitalWrite(13 , HIGH);  // เขียนขา 13 ให้มีค่า HIGH
  digitalWrite(9 , LOW);  // เขียนขา 9 ให้มีค่า LOW
 } else {  // เมื่อไม่เข้าเงื่อนไข
  digitalWrite(13 , LOW);  // เขียนขา 13 ให้มีค่า LOW
  digitalWrite(9 , HIGH);  // เขียนขา 9 ให้มีค่า HIGH
 }
 // แจ้งเตือนด้วยเสียงรอบที่ 1
 if (Count3 >= 60) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count3 มากกว่าหรือเท่ากับ 60
```

```
 digitalWrite(ALARM , LOW);  // เขียนขา ALARM ให้มีค่า LOW
}
if (Count3 >= 70) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count3 มากกว่าหรือเท่ากับ 70
 digitalWrite(ALARM , HIGH);  // เขียนขา ALARM ให้มีค่า HIGH
}
// แจ้งเตือนด้วยเสียงรอบที่ 2
if (Count3 >= 130) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count3 มากกว่าหรือเท่ากับ 130
 digitalWrite(ALARM , LOW);  // เขียนขา ALARM ให้มีค่า LOW
}
if (Count3 >= 140) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count3 มากกว่าหรือเท่ากับ 140
 digitalWrite(ALARM , HIGH);  // เขียนขา ALARM ให้มีค่า HIGH
}
// แจ้งเตือนด้วยเสียงรอบที่ 3
if (Count3 >= 200) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count3 มากกว่าหรือเท่ากับ 200
 digitalWrite(ALARM , LOW);  // เขียนขา ALARM ให้มีค่า LOW
}
if (Count3 >= 210) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count3 มากกว่าหรือเท่ากับ 210
 digitalWrite(ALARM , HIGH);  // เขียนขา ALARM ให้มีค่า HIGH
}
// ถ้าน้ำไหลแล้ว ให้เสียงดับ
if (Count3 <= 1) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ Count3 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1
 digitalWrite(ALARM , HIGH);  // เขียนขา ALARM ให้มีค่า HIGH
}
// แจ้งเตือนด้วยการส่งข้อความ
if (callat1 <= 1) {  // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ callat1 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1
 Serial.write("AT+CMGF=1\r\n");
 delay(1000);
 Serial.write("AT+CMGS=\"0881741207\"\r\n");  // กำหนดหมายเลขโทรศัพท์
 delay(1000);
 Serial.write("LOW WATER FLOW RATE AT 1");  // ข้อความที่ส่งไปยังโทรศัพท์มือถือ
 delay(1000);
 Serial.write((char)26);
```

```
delay(1000);
}
if (callat2 <= 1) { // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ callat2 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1
Serial.write("AT+CMGF=1\r\n");
delay(1000);
Serial.write("AT+CMGS=\"0881741207\"\r\n"); // กำหนดหมายเลขโทรศัพท์
delay(1000);
Serial.write("LOW WATER FLOW RATE AT 2"); // ข้อความที่ส่งไปยังโทรศัพท์มือถือ
delay(1000);
Serial.write((char)26);
delay(1000);
}
if (callat3 <= 1) { // พิจารณาเงื่อนไข เมื่อ callat3 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1
Serial.write("AT+CMGF=1\r\n");
delay(1000);
Serial.write("AT+CMGS=\"0881741207\"\r\n"); // กำหนดหมายเลขโทรศัพท์
delay(1000);
Serial.write("LOW WATER FLOW RATE AT 3"); // ข้อความที่ส่งไปยังโทรศัพท์มือถือ
delay(1000);
Serial.write((char)26);
delay(1000);
}
Fan0 = 0; // กำหนดตัวแปร Fan0 เท่ากับ 0 เพื่อเตรียมไปคำนวณรอบใหม่
Fan1 = 0;
Fan2 = 0;
}
}
```

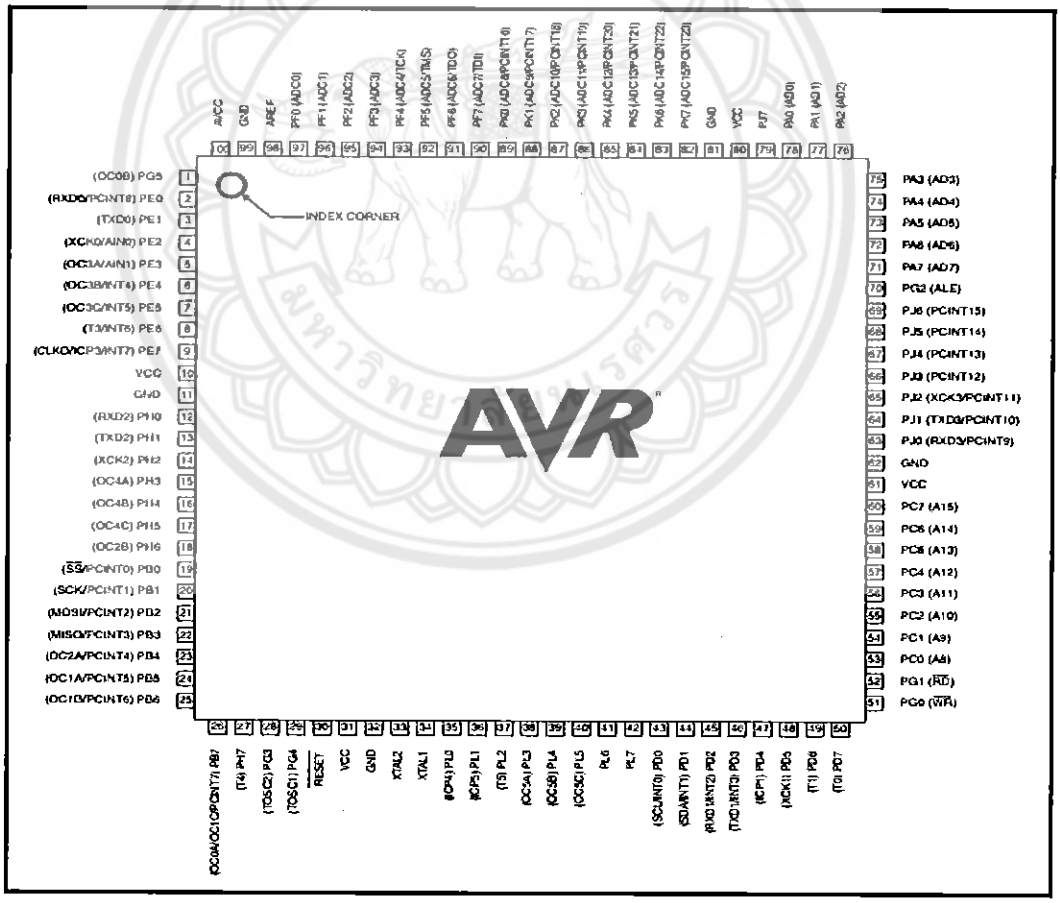
ภาคผนวก ข

รายละเอียดข้อมูลของ ATmega2560

Features

- High Performance, Low Power Atmel® AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 135 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
  - On-Chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
  - 64K/128K/256KBytes of In-System Self-Programmable Flash
  - 4Kbytes EEPROM
  - 8Kbytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles:10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - In-System Programming by On-chip Boot Program
    - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
    - Endurance: Up to 64Kbytes Optional External Memory Space
- Atmel® QTouch® library support
  - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
  - QTouch and QMatrix® acquisition
  - Up to 64 sense channels
- JTAG (IEEE std. 1149.1 compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - Four 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare- and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Four 8-bit PWM Channels
  - Six/Twelve PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Output Compare Modulator
  - 8/16-channel, 10-bit ADC (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Two/Four Programmable Serial USART (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Byte Oriented 2-wire Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change

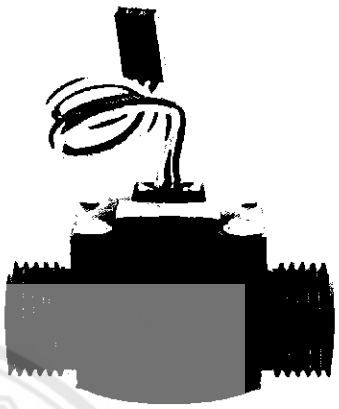
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 54/86 Programmable I/O Lines (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - 64-pad QFN/MLF, 64-lead TQFP (ATmega1281/2561)
  - 100-lead TQFP, 100-ball CBGA (ATmega640/1280/2560)
  - RoHS/Fully Green
- Temperature Range:
  - -40°C to 85°C Industrial
- Ultra-Low Power Consumption
  - Active Mode: 1MHz, 1.8V: 500µA
  - Power-down Mode: 0.1µA at 1.6V
- Speed Grade:
  - ATmega640V/ATmega1280V/ATmega1281V:
    - 0 - 4MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
  - ATmega2560V/ATmega2561V:
    - 0 - 2MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
  - ATmega640/ATmega1280/ATmega1281:
    - 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V, 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V
  - ATmega2560/ATmega2561:
    - 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V



ภาคผนวก ค

รายละเอียดข้อมูลของเซนเซอร์ตรวจจับการไหลของน้ำ

Water Flow sensor

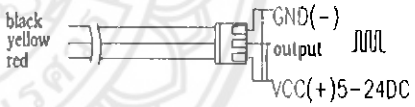


Water flow sensor consists of a plastic valve body, a water rotor, and a hall-effect sensor.
When water flows through the rotor, rotor rolls. Its speed changes with different rate of flow. The hall-effect sensor outputs the corresponding pulse Signal.

Specification

Working voltage	5V-24V
Maximum current	15 mA (DC 5V)
Weight	43 g
External diameters (Inflow and outflow)	20mm
Flow rate range	1~30 L/min
Operating temperature	0℃~80℃
Operating humidity	35%~90%RH
Operating pressure	under 1.2Mpa
Store temperature	-25℃~+80℃

Wiring diagram



The external diameter of thread the connections use is 1.4mm.

Output Table

Pulse frequency (Hz) in Horizontal Test= 7.5Q, Q is flow rate in L/min. (Results in +/- 3% range)

Output pulse high level	Signal voltage >4.5 V(input DC 5 V)
Output pulse low level	Signal voltage <0.5V(input DC 5V)
Precision	3% (Flow rate from 1L/min to 10L/min)
Output signal duty cycle	40%~60%

Revision History

Rev.	Descriptions	Release date
1.0	public release 1.0	31.05.2010
2.0	public release 1.0	05.07.2010

ภาคผนวก ง

รายละเอียดข้อมูลของโมดูล SIM800L

1. Introduction

This document describes SIM800L hardware interface in great detail.
This document can help user to quickly understand SIM800L interface specifications, electrical and mechanical details. With the help of this document and other SIM800L application notes, user guide, users can use SIM800L to design various applications quickly.

2. SIM800L Overview

SIM800L is a quad-band GSM/GPRS module, that works on frequencies GSM850MHz, EGSM900MHz, DCS1800MHz and PCS1900MHz. SIM800L features GPRS multi-slot class 12/ class 10 (optional) and supports the GPRS coding schemes CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4.

With a tiny configuration of 15.8*17.8*2.4mm, SIM800L can meet almost all the space requirements in user applications, such as smart phone, PDA and other mobile devices.

SIM800L has 88pin pads of LGA packaging, and provides all hardware interfaces between the module and customers' boards.

- Support 5*5*2 keypads
- One full modem serial port, user can configure two serial ports
- One USB, the USB interfaces can debug, download software
- Audio channel which includes two microphone input; a receiver output and a speaker output
- Programmable general purpose input and output
- A SIM card interface
- Support FM
- Support one PWM

SIM800L is designed with power saving technique so that the current consumption is as low as 0.7mA in sleep mode.

2.1. SIM800L Key Features

Table 1: SIM800L key features

Feature	Implementation
Power supply	3.4V ~4.4V
Power saving	typical power consumption in sleep mode is 0.7mA (AT+CFUN=0)
Frequency bands	• Quad-band: GSM 850, EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900. SIM800L can search the 4 frequency bands automatically. The frequency bands can also be set by AT command "AT+CBAND". For details, please refer to document [1]. • Compliant to GSM Phase 2/2+
Transmitting power	• Class 4 (2W) at GSM 850 and EGSM 900 • Class 1 (1W) at DCS 1800 and PCS 1900
GPRS connectivity	• GPRS multi-slot class 12 (default) • GPRS multi-slot class 1~12 (option)
Temperature range	• Normal operation: -40°C ~ +85°C

	• Storage temperature -45°C ~ +90°C
Data GPRS	• GPRS data downlink transfer: max. 85.6 kbps • GPRS data uplink transfer: max. 85.6 kbps • Coding scheme: CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4 • PAP protocol for PPP connect • Integrate the TCP/IP protocol. • Support Packet Broadcast Control Channel (PBCCH) • CSD transmission rates: 2.4, 4.8, 9.6, 14.4 kbps
CSD	• Support CSD transmission
USSD	• Unstructured Supplementary Services Data (USSD) support
SMS	• MT, MO, CB, Text and PDU mode • SMS storage: SIM card
SIM interface	Support SIM card: 1.8V, 3V
External antenna	Antenna pad
Audio features	Speech codec modes: • Half Rate (ETS 06.20) • Full Rate (ETS 06.10) • Enhanced Full Rate (ETS 06.50 / 06.60 / 06.80) • Adaptive multi rate (AMR) • Echo Cancellation • Noise Suppression
Serial port and debug port	**Serial port:** • Full modem interface with status and control lines, unbalanced, asynchronous. • 1200bps to 115200bps. • Can be used for AT commands or data stream. • Support RTS/CTS hardware handshake and software ON/OFF flow control. • Multiplex ability according to GSM 07.10 Multiplexer Protocol. • Autobauding supports baud rate from 1200 bps to 57600bps. • upgrading firmware **Debug port:** • USB_DM and USB_DP • Can be used for debugging and upgrading firmware.
Phonebook management	Support phonebook types: SM, FD, LD, RC, ON, MC.
SIM application toolkit	GSM 11.14 Release 99
Real time clock	Support RTC
Timing functions	Use AT command set
Physical characteristics	Size:15.8*17.8*2.4mm Weight:1.35g
Firmware upgrade	Main serial port or USB port.

Table 2: Coding schemes and maximum net data rates over air interface

Coding scheme	1 timeslot	2 timeslot	4 timeslot
CS-1	9.05kbps	18.1kbps	36.2kbps
CS-2	13.4kbps	26.8kbps	53.6kbps
CS-3	15.6kbps	31.2kbps	62.4kbps
CS-4	21.4kbps	42.8kbps	85.6kbps

2.2. Operating Mode

The table below summarizes the various operating modes of SIM800L.

Table 3: Overview of operating modes

Mode	Function	
Normal operation	GSM/GPRS SLEEP	Module will automatically go into sleep mode if the conditions of sleep mode are enabling and there is no on air and no hardware interrupt (such as GPIO interrupt or data on serial port). In this case, the current consumption of module will reduce to the minimal level. In sleep mode, the module can still receive paging message and SMS.
	GSM IDLE	Software is active. Module is registered to the GSM network, and the module is ready to communicate.
	GSM TALK	Connection between two subscribers is in progress. In this case, the power consumption depends on network settings such as DTX off/on, FR/EFR/HR, hopping sequences, antenna.
	GPRS STANDBY	Module is ready for GPRS data transfer, but no data is currently sent or received. In this case, power consumption depends on network settings and GPRS configuration.
	GPRS DATA	There is GPRS data transfer (PPP or TCP or UDP) in progress. In this case, power consumption is related with network settings (e.g. power control level); uplink/downlink data rates and GPRS configuration (e.g. used multi-slot settings).
Power down	Normal power down by sending AT command "AT+CPOWD=1" or using the PWRKEY. The power management unit shuts down the power supply for the baseband part of the module, and only the power supply for the RTC is remained. Software is not active. The serial port is not accessible. Power supply (connected to VBAT) remains applied.	
Minimum functionality mode	AT command "AT+CFUN" can be used to set the module to a minimum functionality mode without removing the power supply. In this mode, the RF part of the module will not work or the SIM card will not be accessible, or both RF part and SIM card will be closed, and the serial port is still accessible. The power consumption in this mode is lower than normal mode.	

2.3. Functional Diagram

The following figure shows a functional diagram of SIM800L:

- GSM baseband
- GSM RF
- Antenna interface
- Other interface

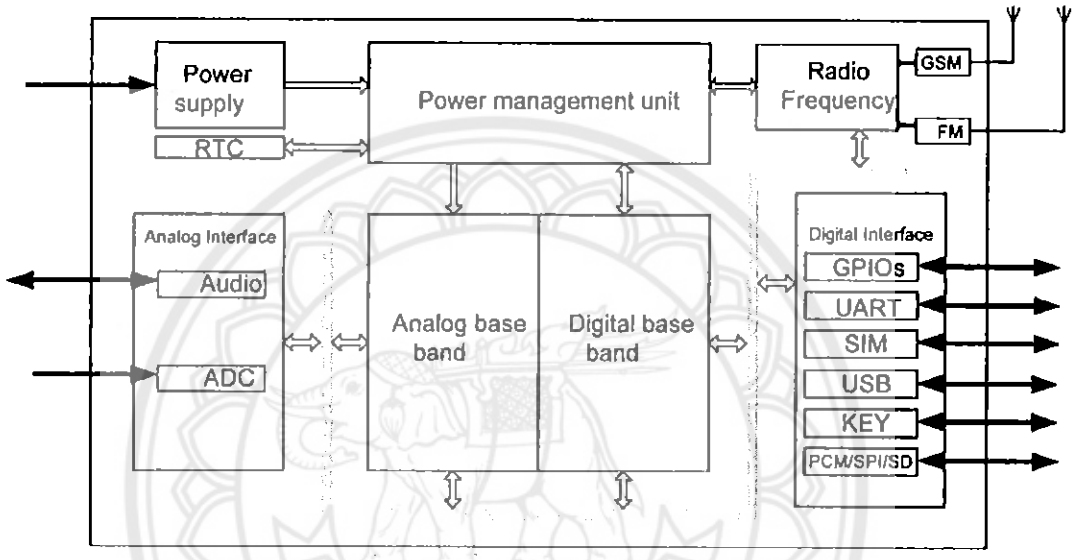


Figure 1: SIM800L functional diagram

ภาคผนวก จ

รายละเอียดข้อมูลของลำโพง

CUI INC

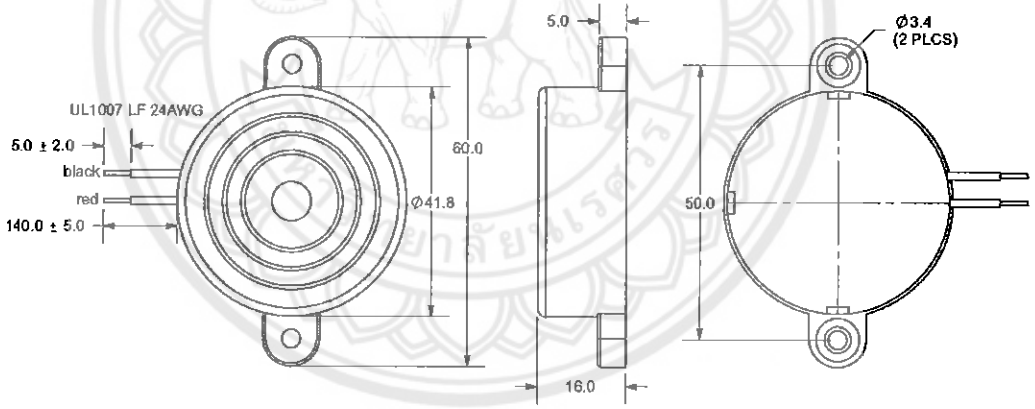
PART NUMBER: CPE-350A **DESCRIPTION:** piezo audio indicators

SPECIFICATONS

operating frequency	2.8 ± 0.5 KHz	
operating voltage range	3 ~ 20 V DC	
current consumption	12 mA max.	at 12 V DC
sound pressure level	92 db min.	at 30 cm/12 V DC
rated voltage	12 V DC	
tone	continuous	
operating tempurature	-30 ~ +85° C	
storage tempurature	-40 ~ +95° C	
dimensions	Ø41.8 x H16.0 mm	
weight	14.6 g max.	
material	ABS UL-94 1/16" high heat (black)	
terminal	wire type	
RoHS	yes	

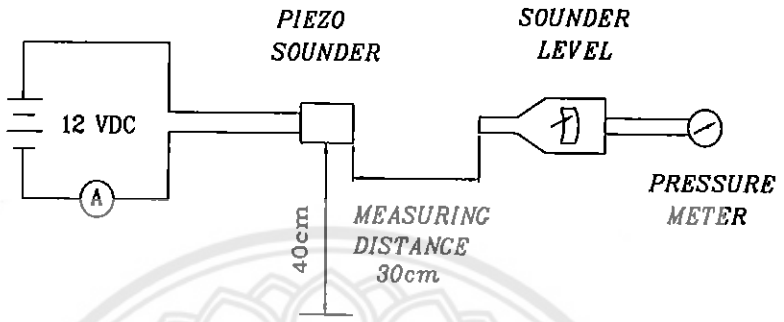
APPEARANCE DRAWING

tolerance: ±0.5
units: mm



PART NUMBER: CPE-350A **DESCRIPTION:** piezo audio indicators

MEASUREMENT METHOD



S.P.L. Measuring Circuit
Mic: RION S.P.L. meter UC30 or equivalent
S.G.: Hewlett Packard 33120A function gernerator or equivalent

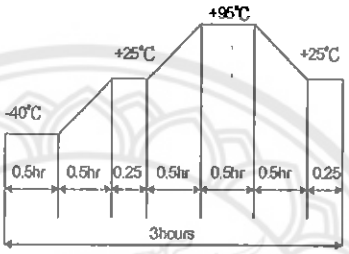
MECHANICAL CHARACTERISTICS

item	test condition	evaluation standard
solderability	Stripped wires are immersed in rosin for 5 seconds and then immersed in solder bath of 270 ±5°C for 3 ±1 seconds.	90% min. of the lead terminals will be wet with solder (except the edge of the terminal).
lead wire pull strength	The pull force shall be applied to lead wire: Horizontal 3.0N for 30 seconds Vertical 2.0N for 30 seconds	No damage or cutting off.
vibration	The buzzer shall be measured after applying a vibration amplitude of 1.5 mm with 10 to 55 Hz band of vibration frequency to each of the 3 perpendicular directions for 2 hours.	The value of oscillation frequency/current consumption should be ±10% of the initial measurements. The SPL should be within ±10dB compared with the initial measurement.
drop test	The part will be dropped from a height of 75 cm onto a 40 mm thick wooden board 3 times in 3 axes (X, Y, Z) for a total of 9 drops.	

CUI INC

PART NUMBER: CPE-350A **DESCRIPTION:** piezo audio indicators

ENVIRONMENT TEST

item	test condition	evaluation standard
high temp. test	After being placed in a chamber at +95°C for 240 hours.	
low temp. test	After being placed in a chamber at -40°C for 240 hours.	
humidity test	After being placed in a chamber at +40°C and 90±5% relative humidity for 240 hours.	
temp. cycle test	The part shall be subjected to 5 cycles. One cycle will consist of: 	The buzzer will be measured after being placed at +25°C for 4 hours. The value of the oscillation frequency/current consumption should be ±10% compared to the initial measurements. The SPL should be within ±10dB compared to the initial measurements.

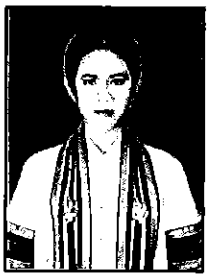
RELIABILITY TEST

item	test condition	evaluation standard
operating (life test)	1. Continuous life test: The part will be subjected to 48 hours of continuous operation at +70°C with rated voltage applied. 2. Intermittent life test: A duty cycle of 1 minute on, 1 minutes off, a minimum of 5,000 times at room temp (+25 ±2°C) with rated voltage applied.	The buzzer will be measured after being placed at +25°C for 4 hours. The value of the oscillation frequency/current consumption should be ±10% compared to the initial measurements. The SPL should be within ±10dB compared to the initial measurements.

TEST CONDITIONS

standard test condition	a) tempurature: +5 ~ +35°C	b) humidity: 45 - 85%	c) pressure: 860-1060 mbar
judgement test condition	a) tempurature: +25 ±2°C	b) humidity: 60 - 70%	c) pressure: 860-1060 mbar

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน



ชื่อ นางสาวสุธีรา บุตรอามาตย์
ภูมิลำเนา 88 หมู่ 11 ต.แคมป์สน อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนแคมป์สนวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **sutheerab55@email.nu.ac.th**

ชื่อ นายเกริกชัย หาญกล้า
ภูมิลำเนา 23 หมู่ 8 ต.หนองกลับ อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวรรค์อนันต์วิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **krerkchaih55@email.nu.ac.th**