ระบบช่วยเหลือการเลี้ยงปลาในตู้ปลา
AQUARIUM SUPPORT SYSTEM

กิตติธัช บุญญารัชทิพากร
KITTITUCH BOONYARACHTIPAKORN
ชวิศา พัฒนะวิยะกุล
CHAVISA PATTANAVIYAKUL

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2557

ระบบช่วยเหลือการเลี้ยงปลาในตู้ปลา

AQUARIUM SUPPORT SYSTEM

กิตติธัช บุญญารัชทิพากร
KITTITUCH BOONYARACHTIPAKORN
ชวิศา พัฒนะวิยะกุล
CHAVISA PATTANAVIYAKUL

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AQUARIUM SUPPORT SYSTEM

KITTITUCH BOONYARACHTIPAKORN

CHAVISA PATTANAVIYAKUL

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFULLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบช่วยเหลือการเลี้ยงปลาในตู้ปลา
Thesis Title	AQUARIUM SUPPORT SYSTEM
รายชื่อนักศึกษา	นายกิตติธัช บุญญารัชทิพากร
	นางสาวชวิศา พัฒนะวิยะกุล
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2557

(.....)

ผศ.ดร.พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบช่วยเหลือการเลี้ยงปลาในตู้ปลา		
Thesis Title	AQUARIUM SUPPORT SYSTEM		
รายชื่อนักศึกษา	นายกิตติธัช	บุญญารัชทิพากร	รหัสนักศึกษา 54010105
	นางสาวชวิศา	พัฒนะวิยะกุล	รหัสนักศึกษา 54010295
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2557		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์		

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีในการเลี้ยงปลาอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับผู้เลี้ยงและปลาชนิดนั้นๆด้วย การเลี้ยงปลามีหลายรูปแบบหลายประเภทแต่มีปัจจัยหลักและปัจจัยสำคัญที่เหมือนกันคือการดูแลและรักษาปลาให้สามารถเติบโตได้ตามระบบนิเวศของมัน การเลี้ยงปลามีอยู่แพร่หลายในปัจจุบันทั่วโลกไม่ว่าจะเป็นการเลี้ยงเพื่อความสวยงาม เพื่อเป็นอาชีพหรือเพื่อการศึกษา เทคโนโลยีหลายๆอย่างยังคงมีราคาแพงและค่อนข้างสูง ทำให้โครงงานนี้ได้เลือกหาเทคโนโลยีที่มีต้นทุนที่ต่ำลงและสะดวกสบายสำหรับผู้ที่ต้องการเลี้ยงปลาในปัจจุบัน โดยโครงงานนี้ได้นำเสนอระบบช่วยเหลือการเลี้ยงปลาในตู้ปลา ซึ่งประกอบด้วยเว็บไซต์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อง่ายต่อการเลี้ยงปลาแม้ว่าผู้ใช้จะไม่สามารถดูแลในระยะใกล้ได้ โดยสามารถควบคุมระบบนิเวศของปลาได้เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมปกติของปลาชนิดนั้นๆด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	AQUARIUM SUPPORT SYSTEM		
Student	Mr. Kittituch Boonyarachtipakorn	Student ID.	54010105
	Miss. Chavisa Pattanaviyakul	Student ID.	54010295
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Information Engineering		
Academic Year	2557		
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Panarat Cherntanomwong		

ABSTRACT

Currently, there are a lot of the technologies about taking care of fishes which depend on husbandry and types of fish. Although there are many technologies of feeding fishes, the similar main factor and important factor is breeding the fish to grow up in the ecology. Taking care of fishes are widely around the world whether for daintiness, metier, profession or for education. Various technologies are still expensive, therefore we purpose this project in order to search affordable technology, cheap and convenient for those who want to take care of fishes in this project, we develop the system to help taking care of fishes. It composes of the website to control the system remotely and electronic circuits for easily taking care of fishes although husbandries cannot closely take care of fishes. Moreover, the system can help controlling ecology to have an appropriate environment.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นผลงานที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้จัดทำเนื่องจากผู้จัดทำมีความมุ่งมั่นในการสร้างสรรค์ผลงานให้ออกมาเป็นรูปธรรมซึ่งการทำส่วนต่างๆนั้นไม่สามารถทำเพียงผู้เดียวได้แต่ต้องอาศัยการทำงานเป็นทีมการความช่วยเหลือจากผู้รู้

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผศ.ดร.พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์ ที่มีความเมตตาเสียสละเวลาในการช่วยเหลือดูแลคอยให้คำปรึกษาด้านต่างๆอย่างเป็นกันเอง ทั้งการแนะนำในตัวชิ้นงานและในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จนโครงงานชิ้นนี้สามารถสำเร็จได้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ช่วยเหลือสนับสนุนในการหาอุปกรณ์ต่างๆเพื่อจัดทำชิ้นงานให้คำแนะนำติชม และเป็นกำลังใจสำคัญในการทำโครงงานชิ้นนี้จนสำเร็จ

สุดท้ายนี้ต้องขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกๆท่านที่ให้วิชาความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโครงงานชิ้นนี้และยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต

กิตติธัช บุญญารัชทิพากร
ชวิศา พัฒนะวิยะกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง IX
สารบัญรูป X
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.5 อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ใช้ในปริญญานิพนธ์ 3
1.5.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) 3
1.5.2 ซอร์ฟแวร์ (Software) 3
1.5.3 ภาษาที่ใช้พัฒนา 3
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน 4
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ 5
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 5
2.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 5
2.1.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ 6
2.1.3 Raspberry Pi 7
2.2 Sensor 8
2.2.1 Temperature Sensor 8
2.2.1.1 ไอซี DS1820 8
2.2.1.2 หลักการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18S20 11
2.2.2 Ultrasonic Sensor 14
2.2.2.1 Ultrasonic 14
2.2.2.2 การตรวจจับ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3 Thermoelectric (Peltier) 16
2.3.1 อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก 16
2.3.2 ประสิทธิภาพของวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก 18
2.3.3 การทำงานของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก 19
2.3.4 โครงสร้างของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก 21
2.3.5 การทำความเย็นด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก 23
2.4 Solenoid Valve 24
2.4.1 Solenoid 24
2.4.2 กำลังที่ใช้ในการเลื่อนและรักษาตำแหน่ง (Inrush and Holding Power) 25
2.4.3 การเลื่อนวาล์ว 26
2.5 Servo Motor 28
2.5.1 ระบบเซอร์โว 28
2.5.2 โครงสร้างระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 29
2.5.3 เซอร์โวมอเตอร์ 30
2.5.4 โครงสร้างและหลักการทำงาน 31
2.5.5 ข้อแตกต่างของเซอร์โวมอเตอร์กับมอเตอร์ชนิดอื่นๆ 32
2.6 Relay 35
2.6.1 หน้าสัมผัสของรีเลย์ 36
2.7 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม 37
2.7.1 ภาษา Python 37
2.7.2 ภาษา PHP 38
2.7.3 ภาษา JavaScript 39
2.7.4 ภาษา MySQL 39
2.7.5 Apache 40
2.8 ปลาหมอสี 41
2.8.1 ประวัติของปลาหมอสี 41
2.8.2 การเลี้ยงดูปลาหมอสี 41
2.8.3 ลักษณะนิสัยของปลาหมอสี 42
2.8.4 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับการเลี้ยงปลา 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ 44
3.1 องค์ประกอบของระบบ 44
3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ 46
3.2.1 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนฮาร์ดแวร์ 46
3.2.2 ชุดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและระยะทาง 47
3.2.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ 47
3.2.2.2 การออกแบบชุดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและระยะทาง 48
3.2.3 ชุดควบคุมหลัก 49
3.2.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ 49
3.2.2.2 การออกแบบชุดควบคุมหลัก 51
3.2.4 หน้าจอแสดงผล 51
3.2.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ 51
3.2.2.2 การออกแบบหน้าจอแสดงผล 53
3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ 54
3.3.1 ซอฟแวร์ที่ใช้ในการพัฒนา 54
3.3.2 การออกแบบซอฟแวร์ 55
3.3.2.1 ซอฟแวร์ส่วนเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและระยะทาง 55
3.3.2.2 ซอฟแวร์ส่วนควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 56
3.3.2.3 ซอฟแวร์ส่วนควบคุมรีเลย์ 56
3.3.3 การออกแบบฐานข้อมูล 58
3.3.3.1 การออกแบบฐานข้อมูล 58
3.3.3.2 ตารางฐานข้อมูล 59
3.3.4 การออกแบบเว็บไซต์ 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง 63
4.1 บทนำ 63
4.2 การทดลองวัดอุณหภูมิและระยะทาง 63
4.2.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง 63
4.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ 63
4.2.3 วิธีการทดลอง 63
4.2.4 สรุปผลการทดลองวัดอุณหภูมิและระยะทาง 67
4.3 การทดลองควบคุมรีเลย์ 67
4.3.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง 67
4.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ 67
4.3.3 วิธีการทดลอง 67
4.3.4 สรุปผลการทดลองควบคุมรีเลย์ 68
4.4 การทดลองการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ 68
4.4.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง 68
4.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ 68
4.4.3 วิธีการทดลอง 68
4.4.4 สรุปผลการทดลองการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ 69
4.5 การทดลองการควบคุมอุณหภูมิ 69
4.5.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง 69
4.5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ 69
4.5.3 วิธีการทดลอง 69
4.5.4 สรุปผลการทดลองการควบคุมอุณหภูมิ 71
4.6 การทดลองอัตราการปรับระดับน้ำ 71
4.6.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง 71
4.6.2 อุปกรณ์ที่ใช้ 71
4.6.3 วิธีการทดลอง 72
4.6.4 สรุปผลการทดลองอัตราการปรับระดับน้ำ 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.7 ทดสอบการทำงานของเว็บไซต์ 74
4.7.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง 74
4.7.2 อุปกรณ์ที่ใช้ 74
4.7.3 วิธีการทดลอง 74
4.7.4 สรุปผลทดสอบการทำงานของเว็บไซต์ 80
บทที่ 5 สรุปผลและแนวทางแก้ไข 81
5.1 สรุปผลการทำงาน 81
5.2 ปัญหาระหว่างการดำเนินงาน 81
5.3 แนวทางแก้ไข 82
5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ 82
เอกสารอ้างอิง 83
ภาคผนวก 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 4

2.1 การเปรียบเทียบค่ากำลังทางไฟฟ้าที่ใช้ในการเลื่อนและรักษาตำแหน่งของวาล์ว 25

2.2 ระบบควบคุมแบบลูปปิด 28

2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติทั่วๆไปของอินดัคชั่นมอเตอร์กับเซอร์โวมอเตอร์ 33

2.4 ความหมายของทอร์คแต่ละจุด 34

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 54

3.2 Timeset เก็บรายละเอียดการตั้งเวลา....59

3.3 Setting เก็บรายละเอียดการตั้งค่า 59

3.4 Sensor เก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์....60

3.5 Status เก็บสถานะของระบบ....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 บล็อกไดอะแกรม ระบบช่วยเหลือการเลี้ยงปลาในตู้ปลา 2

2.1 โครงสร้างภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ 6

2.2 Raspberry Pi Model B+ 7

2.3 ส่วนประกอบของ Raspberry Pi Model B+ 8

2.4 โครงสร้าง และขาของ DS18B20 ตัวถังแบบ TO-92 9

2.5 โครงสร้างรีจิสเตอร์ภายในของ DS18S20 10

2.6 รีจิสเตอร์ของอุณหภูมิ 10

2.7 การต่ออุปกรณ์ DS18S20 หลายตัว 11

2.8 การสร้าง Reset pulse 11

2.9 การเขียนข้อมูลลง DS18S20 12

2.10 การอ่านข้อมูลจาก DS18S20 12

2.11 ขั้นตอนการอ่านค่าอุณหภูมิจาก SD18S20 13

2.12 หลักการทำงานของอัลตร้าโซนิค 15

2.13 วงจรส่งผ่าน/รับ 15

2.14 วงจรเวลาคงที่ 16

2.15 การทดลองของ Thomas Seebeck 17

2.16 ปรากฏการณ์ Peltier effect จากการเคลื่อนที่ของประจุในโลหะต่างชนิด 17

2.17 การเกิดไฟฟ้าจากภาวะต่างระดับพลังงานในสารกึ่งตัวนำ(Cu-Bi) 18

2.18 การทำความเย็นจากภาวะต่างระดับพลังงานในสารกึ่งตัวนำ)Cu-Bi) 18

2.19 กราฟความสัมพันธ์ของ powerfactor และ Seebeck coefficient 19

2.20 Thermoelectric generation (Heat engine) 20

2.21 Thermoelectric cooling (Heat pump) 21

2.22 โครงสร้างของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.23 โครงสร้างภายในของเทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ 22

2.24 โครงสร้างบริเวณรอยต่อที่ผนังด้านร้อนและผนังด้านเย็น 22

2.25 เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ 23

2.26 การทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ 24

2.27 หลักการทำงานเบื้องต้นของโซลินอยด์วาล์ว 24

2.28 โครงสร้างของโซลินอยด์ 25

2.29 การเลื่อนวาล์วด้วยไฟฟ้าสนามแม่เหล็ก 26

2.30 การเลื่อนวาล์วกำลัง 26

2.31 การเลื่อนวาล์วโดยใช้สัญญาณลม 27

2.32 การสูญเสียเส้นแรงแม่เหล็ก 27

2.33 Solenoid Valve 28

2.34 ระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 29

2.35 ประเภทของเซอร์โว 30

2.36 เซอร์โวมอเตอร์และเอ็นโค๊ดเตอร์ 31

2.37 กราฟคุณสมบัติด้านความเร็ว - แรงบิดของเซอร์โวมอเตอร์ 33

2.38 รูปร่างและลักษณะของรีเลย์ 35

2.39 หลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์ 35

2.40 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของชุดหน้าสัมผัสแบบ 4PST 36

2.41 หน้าสัมผัสแบบ SPDT 36

2.42 หน้าสัมผัสแบบ SPDT แบบ Break – Make และ Make - Break 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.1 องค์ประกอบของระบบ 44

3.2 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนฮาร์ดแวร์ทั้งหมด 46

3.3 วงจรเซ็นเซอร์ 48

3.4 วงจรเซ็นเซอร์บนบอร์ดไข่ปลา 49

3.5 วงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 50

3.6 วงจรควบคุม Relay 50

3.7 การแบ่งหน้าที่ของรีเลย์ 51

3.8 วงจรหน้าจอแสดงผล 52

3.9 วงจรปุ่มกด 52

3.10 หน้าจอแสดงผลบนบอร์ดไข่ปลา 53

3.11 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนวัดอุณหภูมิและระยะทาง 55

3.12 ลำดับการทำงานของส่วนควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 56

3.13 ลำดับการทำงานของส่วนควบคุมรีเลย์ 57

3.14 ฐานข้อมูลของระบบ 58

4.1 วงจรเซ็นเซอร์ 64

4.2 การอ่านค่าอุณหภูมิจากบัส 1-wire 64

4.3 โค้ดในส่วนการคำนวณหาระยะจากเซ็นเซอร์ถึงผิวน้ำ 65

4.4 โค้ดในส่วนการแปลงระยะทางเป็นเปอร์เซ็นต์ 66

4.5 ทดสอบการวัดระดับน้ำและอุณหภูมิ 66

4.6 การทดสอบสั่งงานรีเลย์ 67

4.7 การทดลองการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ 68

4.8 ระบบโดยรวมของการควบคุมอุณหภูมิ 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.9 องค์ประกอบระบบควบคุมอุณหภูมิ....70

4.10 ผลของการปรับอุณหภูมิ....71

4.11 องค์ประกอบของระบบน้ำ....72

4.12 การทดลองวัดระดับน้ำ....73

4.13 หน้าแรกของเว็บไซต์....74

4.14 ตำแหน่งของกล้อง....75

4.15 ภาพรวมของตู้ปลา....75

4.16 เว็บไซต์ส่วนของ Streaming....76

4.17 เว็บไซต์ส่วนของ Monitor....76

4.18 เว็บไซต์ส่วนของ Setting....77

4.19 การตั้งค่าตู้ปลา....77

4.20 ส่วนการแสดงผลตอบรับ....78

4.21 การตั้งค่าการให้อาหาร....78

4.22 การตั้งค่าหลอดไฟ....79

4.23 การตั้งค่าอุณหภูมิ....79

4.24 การตั้งค่าระดับน้ำ....80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมีการเลี้ยงปลาได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นโดยผู้คนส่วนมากมีความชื่นชอบในการเลี้ยง ทั้งการเลี้ยงเพื่อเพาะขาย การเลี้ยงเพื่อความสวยงาม หรือการเลี้ยงเพื่อการศึกษา ทำให้ปลาบางชนิดมีราคาสูงในท้องตลาดและมีรายละเอียดในการดูแลปลาที่ค่อนข้างยาก ในการเริ่มต้นการเลี้ยงปลานั้นปัจจัยสำคัญคือสภาพแวดล้อม ส่วนมากปลาที่มีราคาสูงจะนิยมเลี้ยงกันโดยการจัดสภาพแวดล้อมความเป็นอยู่ของปลาให้คงที่อย่างสม่ำเสมอเช่นการปรับอุณหภูมิในน้ำเพื่อให้มีความสมดุล การรักษาความสะอาดของน้ำ การเปิดปิดไฟเพื่อช่วยกระตุ้นในการขับสีของปลา การให้อาหารเป็นต้น

การเลี้ยงปลามีหลายรูปแบบและมีการนำเทคโนโลยีหลายๆอย่างเข้ามาช่วยในการดูแลรักษาปลาที่เลี้ยงโดยสภาพปัจจุบันที่ผู้เลี้ยงปลาส่วนมากมีเวลาในการเลี้ยงดูไม่เพียงพอในแต่ละวัน ดังนั้นการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการเลี้ยงปลาจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้เลี้ยงปลาได้ ดังนั้นจึงได้พัฒนาโครงงานนี้ขึ้นเพื่อการเลี้ยงปลาโดยสามารถควบคุม ตั้งค่าและปรับระดับน้ำในการเลี้ยงปลาโดยใช้ผ่านเว็บไซต์โดยผ่านทางอินเทอร์เน็ตให้สามารถควบคุมออนไลน์ได้ทั้งนี้การปรับสภาพแวดล้อมของปลาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญในการเลี้ยง การควบคุมผ่านเว็บไซต์เป็นส่วนของการดูแลเท่านั้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อให้สามารถดูแลตู้ปลาได้ง่ายขึ้น และสามารถดูแลได้ทุกเวลาผ่านเว็บไซต์

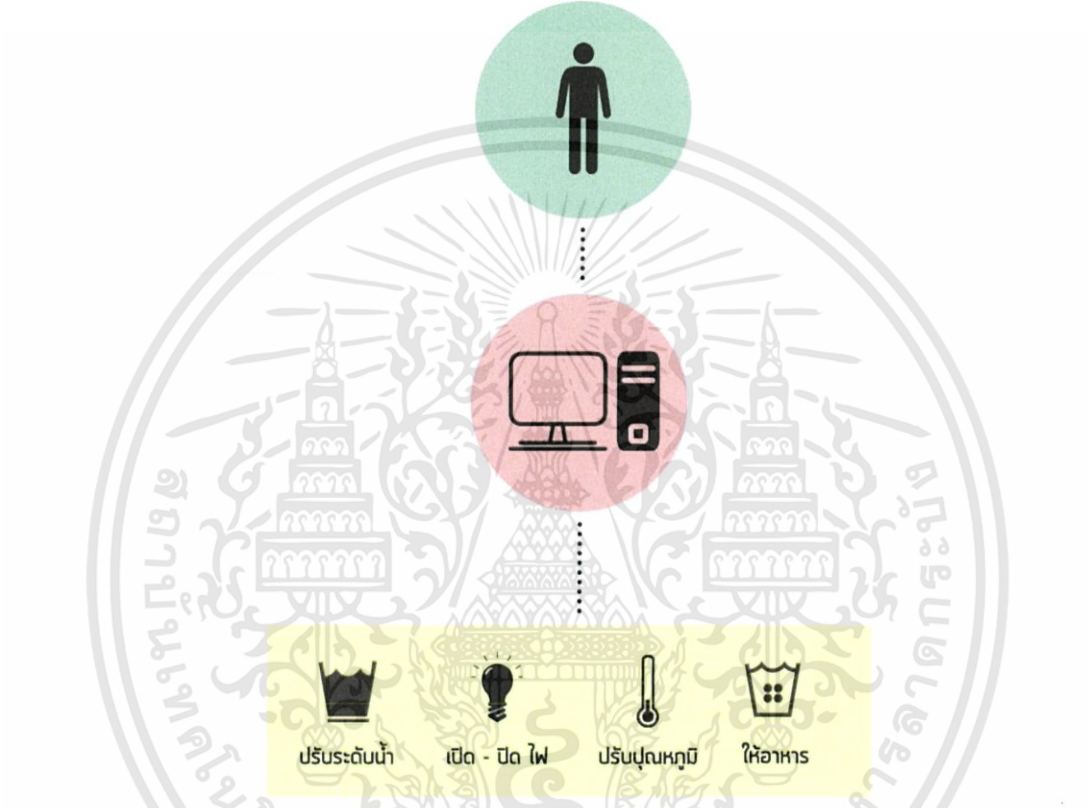
1.2.2 เพื่อศึกษาการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยการรับค่าจากเซ็นเซอร์ต่างๆมาคำนวณหาค่าต่างๆที่เหมาะสมของปลาในตู้ปลา หลังจากนั้นจึงสั่งให้ฮาร์ดแวร์ในส่วนนั้นๆ ทำงานเพื่อปรับค่าให้เหมาะสม

1.2.3 เพื่อศึกษาการเขียนเว็บไซต์เพื่อ ให้สามารถรับภาพเคลื่อนไหวของปลาในปัจจุบัน พร้อมทั้งแสดงค่าสถานะของหลอดไฟ ระดับของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ และสามารถควบคุมการเปิด ปิดไฟ เพิ่ม-ลดของระดับน้ำ เพิ่ม-ลดระดับอุณหภูมิของน้ำ และสามารถให้อาหารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ระบบช่วยเหลือการเลี้ยงปลาในตู้ปลา เน้นไปทางการควบคุมฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ใช้ในการช่วยเลี้ยงดูปลาในตู้ปลาโดยนำไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาประยุกต์เพื่อควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ตามความเหมาะสม



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรม ระบบช่วยเหลือการเลี้ยงปลาในตู้ปลา

1.3.1 สามารถอ่านค่าอุณหภูมิและระดับน้ำโดยใช้เซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ และเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิคได้

1.3.2 สามารถเปิด-ปิดไฟ เพิ่ม-ลดระดับน้ำ ให้อาหาร และปรับเปลี่ยนอุณหภูมิน้ำได้ผ่านทางเว็บไซต์ได้

1.3.3 สามารถตั้งเวลาในการเปิดปิดไฟ และให้อาหารได้

1.3.4 สามารถดูแลปลาผ่านภาพเคลื่อนไหวผ่านทางเว็บไซต์ได้

1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ระบบที่พัฒนาสามารถควบคุมสภาพอุณหภูมิน้ำ และระดับน้ำได้เหมาะสม

1.4.2 ระบบที่พัฒนาช่วยลดปัญหาสำหรับผู้ที่ไม่มีเวลาในการดูแล ให้สามารถดูแลได้ในระยะไกลผ่านทางเว็บไซต์ ได้ทุกที่ทุกเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3 ระบบที่พัฒนาสามารถช่วยให้การดูแลปลาในตู้ปลาสะดวกยิ่งขึ้น
1.4.4 ระบบที่พัฒนาสามารถช่วยลดภาระในการเลี้ยงดูปลาจำนวนมากได้

1.5 อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ใช้

1.5.1 Hardware

- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ไมโครคอนโทรลเลอร์
  - Raspberry Pi B+ จำนวน 1 ตัว
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์วงจรรวม
  - IC PCF8574 จำนวน 2 ตัว
- เซ็นเซอร์
  - เซ็นเซอร์อุณหภูมิ DS18B20 จำนวน 1 ตัว
  - เซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิค HC-SR04 จำนวน 1 ตัว
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ควบคุม
  - 8 Channels Relay Module จำนวน 1 ตัว
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์แสดงผล
  - LCD 16x2 Character จำนวน 1 ตัว
  - สวิตช์ 4 ขา จำนวน 7 ตัว
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์อื่นๆ
  - ปั๊มน้ำ จำนวน 1 ตัว
  - หลอดไฟ จำนวน 1 หลอด
  - โซเลนอยวาล์ว (Solenoid Valve) จำนวน 3 ตัว
  - เพลเทียร์ (Peltier) จำนวน 1 ตัว
  - เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) จำนวน 1 ตัว

1.5.2 *Software*

โปรแกรม Nano on Linux
โปรแกรม Apache on Linux
Raspbian OS

1.5.3 ภาษาที่ใช้พัฒนา

ภาษาไพทอน (Python)
ภาษาเฮชทีเอ็มแอล (HTML)
ภาษาเอสคิวแอล (SQL)
ภาษาพีเฮชพี (PHP)
ภาษาจาวาสคริปส์ (Javascript)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงงาน

ตารางเวลาในการดำเนินโครงงาน นับตั้งแต่วันที่ 14 สิงหาคม 2557 ถึงวันที่ 30 พฤษภาคม 2558

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

Project 1 Project 2

ID	TASK NAME	2014					2015				
		ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1	เสนอหัวข้อโครงงาน										
2	ศึกษาอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ										
3	ออกแบบ และจัดทำฮาร์ดแวร์										
4	จัดทำส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ										
5	จัดทำส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ควบคุมการเพิ่ม-ลดระดับน้ำ										
6	จัดทำส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ควบคุมการปรับอุณหภูมิ										
7	จัดทำส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ควบคุมการให้อาหาร										
8	จัดทำส่วนของฮาร์ดแวร์ที่จับภาพเคลื่อนไหว										
9	ศึกษาและพัฒนาเว็บไซต์										
10	ทดสอบการใช้งานและปรับปรุงแก้ไข										
11	สรุปผลและเขียนรายงาน										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์[1]

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตอลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิพจะมีหน่วยความจำ, Port อยู่ในชิพเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุท/เอาท์พุท บางส่วนเข้าไปในตัว ไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา, วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล เป็นต้น สรุปคือ

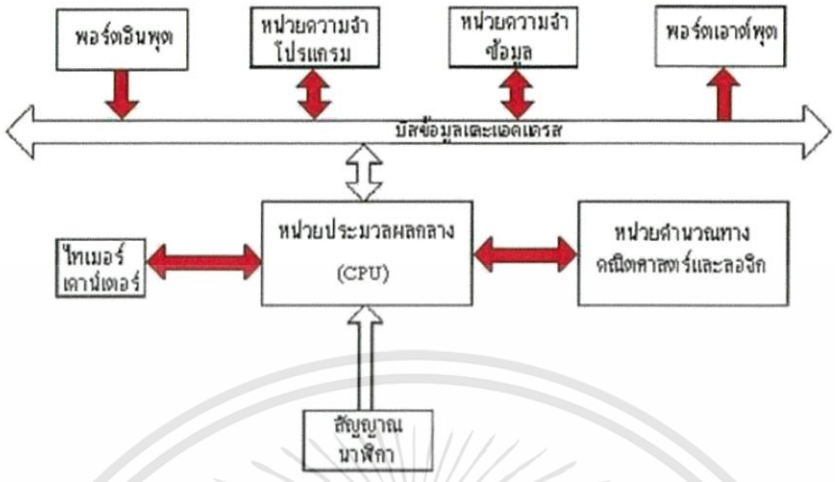
Microcontroller = Microprocessor + Memory + I/O

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์, เตาอบไมโครเวฟ, เครื่องปรับอากาศ, เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้ในงานควบคุมหลายประการ เช่น

- ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโพรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกันทำให้เลือกใช้กับงานได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ [1]

2.1.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ [2]

โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำงานประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของ เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

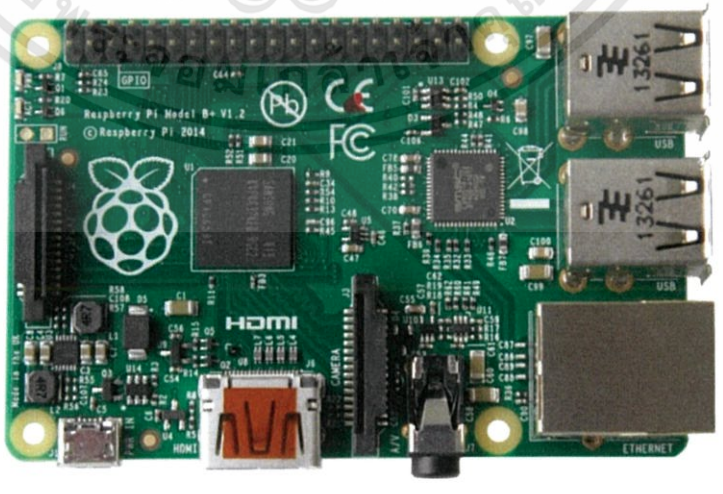
5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

2.1.3 Raspberry Pi[3]

Raspberry Pi อ่านว่า “ราสเบอร์รี่ พาย” เป็นแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดย นาย Eben Upton ในปี 2006 กับกลุ่มเพื่อนของเค้าใน University of Cambridge’s เพื่อสร้างเป็นคอมพิวเตอร์ต้นทุนต่ำ สำหรับส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐานในโรงเรียน ใช้ระบบปฏิบัติการ Linux และ ภาษา Python

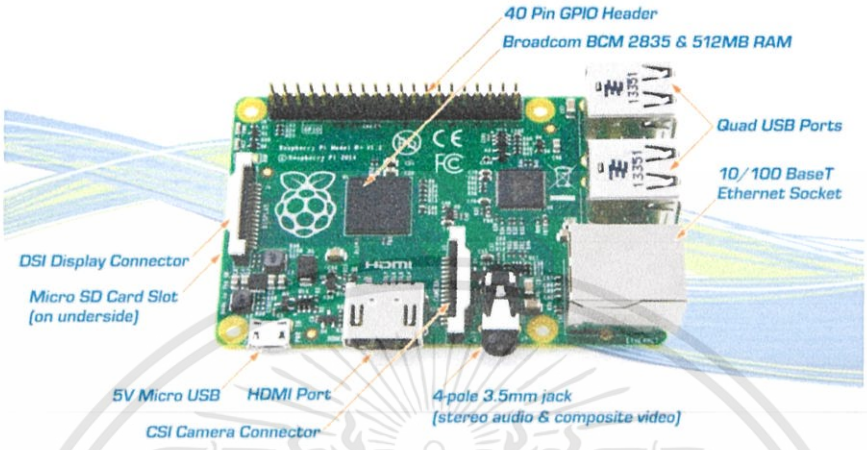
คุณสมบัติของ Raspberry Pi Model B+

- Chip : Broadcom BCM2835 SoC full HD multimedia applications processor
- CPU : 700 MHz Low Power ARM1176JZ-F Applications Processor
- GPU : Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor
- Memory : 512MB SDRAM
- Ethernet : onboard 10/100 Ethernet RJ45 jack
- USB 2.0 : 2*Dual USB Connector
- Video Output : HDMI (rev 1.3 & 1.4) Composite RCA (PAL and NTSC)
- Audio Output : 3.5mm jack, HDMI
- Onboard Storage : SD, MMC, SDIO card slot
- Operating System : Linux
- Dimensions : 8.6cm x 5.4cm x 1.7cm
- Power requirements : 5V - 700mA



รูปที่ 2.2 Raspberry Pi Model B+ [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของ Raspberry Pi Model B+ [5]

2.2 Sensor

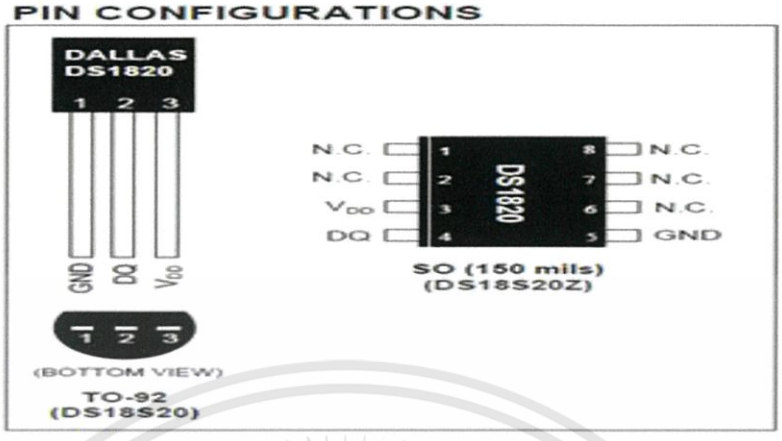
2.2.1 Temperature Sensor [6]

2.2.1.1 ไอซี DS1820

ไอซี DS1820 เป็นไอซีที่มีระบบการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบหนึ่งสายซึ่งถือได้ว่าเป็นระบบที่มีความชาญฉลาด และใช้จำนวนสายสัญญาณเพียง 1 เส้นเท่านั้น โดยไม่ต้องมีสายสัญญาณนาฬิกามาควบคุมจังหวะการถ่ายทอดข้อมูลเหมือนกับระบบสื่อสารข้อมูลอนุกรมในแบบอื่น สายข้อมูลจะทำหน้าที่เสมือนเป็นสายสัญญาณนาฬิกาในตัว ส่วนค่าของข้อมูลจะพิจารณาจากลักษณะของรูปสัญญาณที่ปรากฏบนสายสัญญาณในแต่ละช่องของเวลาซึ่งเรียกว่า ไทม์สล็อต (Time Slot) โดยคาบเวลาต่ำสุดและสูงสุดของสถานะต่าง ๆ ในการสื่อสารข้อมูลในแต่ละไทม์สล็อตมีการกำหนดขอบเขตไว้อย่างชัดเจนการถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้นในแต่ละไทม์สล็อตนั้น รูปแบบการถ่ายทอด ข้อมูลจะเป็นแบบอะซิงโครนัสในระดับบิต ไม่มีการกำหนดความยาวของข้อมูลเป็นระดับไบต์ระบบสื่อสารแบบนี้เหมาะที่จะใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างไอซีแผงวงจรเดียวกัน

เหตุผลที่เลือก DS18S20 เนื่องจากสิ่งที่เราต้องการในการวัดอุณหภูมินี้เราต้องการระบบบัสที่สามารถเดินสายได้ในระยะไกลซึ่งเหมาะสำหรับระบบบัสแบบ 1-wire ดูจะเหมาะกว่าในแง่ของความสะดวกในการใช้งานระยะห่างของแต่ละจุดที่วัดความแม่นยำของค่าที่วัดได้ใช้ไอซีเบอร์ DS18S20 ซึ่งมีระดับความผิดพลาดที่ 0.5องศาเซลเซียส DS18S20 เป็น IC วัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล ของ Dallas Semiconductor สามารถวัดอุณหภูมิเป็นหน่วยองศา C ในช่วง -55C ถึง 125 C ที่ความละเอียด 9-12 บิต และมีความแม่นยำอยู่ที่ 0.5C ในช่วง -10C ถึง 85 C ในกรณีที่เป็นตัวถังแบบ TO-92 นั้นจะมีโครงสร้าง และขาดังแสดงในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

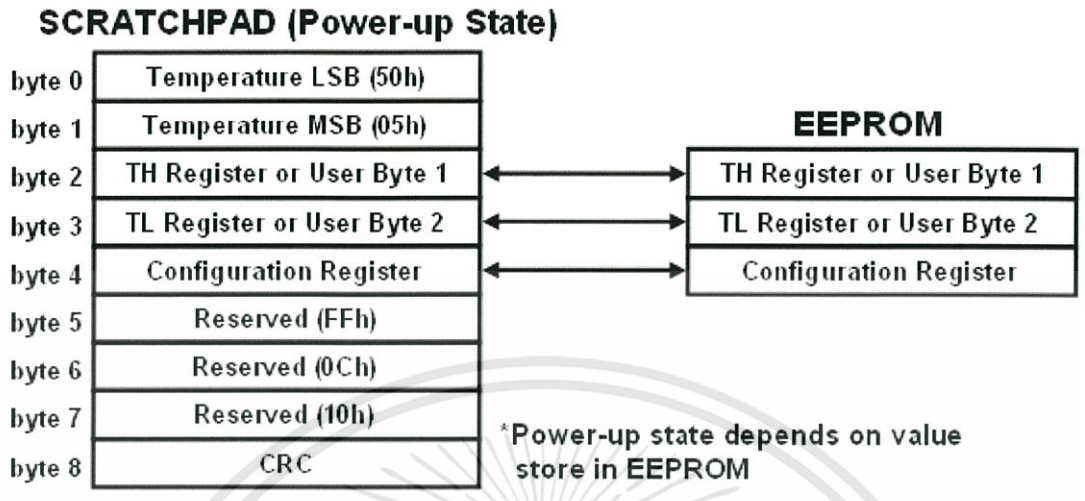


PIN	SYMBOL	Description
1	GND	Ground
2	DQ	Data Input/ Output pin
3	Vdd	Optional Vdd pin

รูปที่ 2.4 โครงสร้าง และขาของ DS18B20 ตัวถังแบบ TO-92 [6]

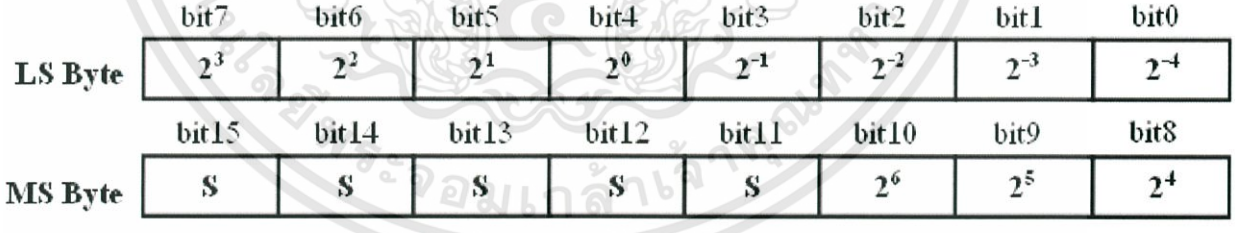
การสื่อสารและควบคุม DS18S20 นั้นสามารถทำได้โดยใช้บัสข้อมูลแบบ 1-wire ของ Dallas Semiconductor ซึ่งใช้สายสัญญาณเพียงแค่เส้นเดียวเท่านั้น ภายใน DS18S20 แต่ละตัวมีโค๊ดประจำตัวขนาด 64 บิต ทำให้สามารถใช้งาน DS18S20 หลายตัวทำงานบนบัสแบบ 1 wire พร้อมกันได้ นอกจากนี้ DS18S20 ยังสามารถทำงานในโหมดพาราสิต (Parasite Power Mode) ซึ่งเป็นการทำงานโดยไม่ใช้ไฟเลี้ยง แต่ใช้พลังงานจากสายสัญญาณ 1-wire ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการวัดอุณหภูมิระยะไกล หรือในการใช้งานในที่ ๆ มีเนื้อที่จำกัด โครงสร้างรีจิสเตอร์ภายในของ DS18S20 มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.5 จะเห็นได้ว่าประกอบไปด้วย SRAM Scratchpad ขนาด 9 ไบต์ และ EEPROM ขนาด 3 ไบต์ ซึ่งใช้เก็บค่าอุณหภูมิสูงสุด (TH) ต่ำสุด (TL) สำหรับเปรียบเทียบการเกิดสัญญาณเตือน และรีจิสเตอร์ควบคุม (Configuration Register)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างรีจิสเตอร์ภายในของ DS18S20 [6]

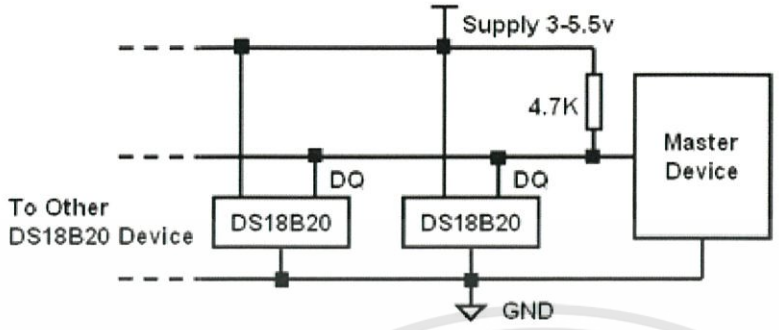
ข้อมูลอุณหภูมิที่วัดได้จะถูกเก็บอยู่ในรีจิสเตอร์ Temperature ซึ่งมีขนาด 16 บิต ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ถ้าข้อมูลอุณหภูมิเป็นบวก S จะเป็น “1” แต่ถ้าข้อมูลอุณหภูมิเป็นลบ S จะเป็น “0” ในกรณีที่ DS18S20 ทำงานในโหมดความละเอียด 12 บิต บิตทุกบิตในรีจิสเตอร์ Temperature จะถูกใช้หมด แต่ในกรณีที่ทำงานในโหมด 9-11 บิต บิตล่าง (บิต 0 – บิต 2) จะไม่ถูกใช้งาน ซึ่งในการกำหนดโหมดความละเอียดการทำงานของ DS18S20 นั้นสามารถกำหนดได้ที่รีจิสเตอร์ Configuration ซึ่งโดยปกติเริ่มต้น DS18S20 จะทำงานในโหมด12 บิต



รูปที่ 2.6 รีจิสเตอร์ของอุณหภูมิ [6]

การสื่อสารแบบ 1-wire เป็นระบบบัสข้อมูลแบบ Half-duplex นั้นคือสามารถสื่อสารได้ 2 ทิศทาง แต่ไม่สามารถรับ และส่งข้อมูลพร้อมกันในช่วงเวลาเดียวกันได้ ระบบบัสมีการทำงานเป็นแบบ Master/Slaveโดยอุปกรณ์ Master จะเป็นตัวควบคุมสถานะ และจังหวะการรับส่งของบัสข้อมูล ในขณะที่อุปกรณ์ Slave จะทำงานตามการควบคุมของอุปกรณ์ Master เท่านั้น ในการใช้งานบัสแบบ 1-wire นี้ สายสัญญาณข้อมูล DQ จะต้องมีสภาวะปกติที่ลอจิกสูง สามารถทำได้โดยการต่อตัวต้านทานประมาณ 5 กิโลโอห์ม พูลอัปไว้กับไฟเลี้ยง หรือในกรณีที่ใช้บัสแบบ 1-wire ต่อร่วมกับอุปกรณ์ DS18S20 หลายตัว ก็สามารถทำได้ดังแสดงในรูปที่ 2.7

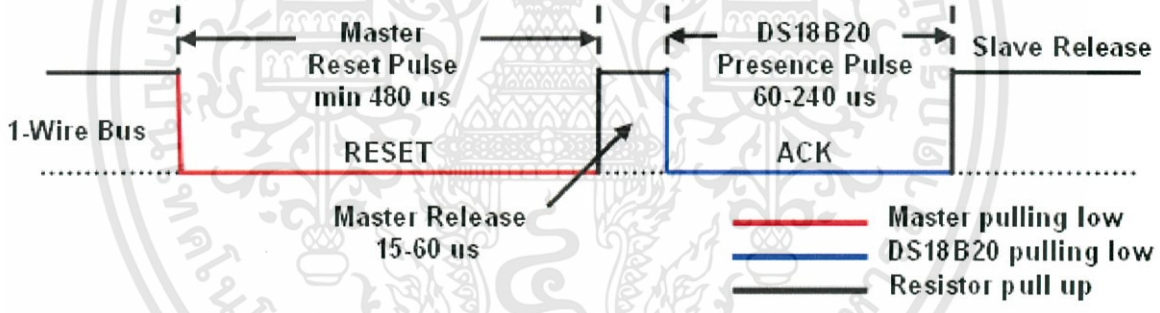
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การต่ออุปกรณ์ DS18S20 หลายตัว [6]

2.2.1.2 หลักการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18S20

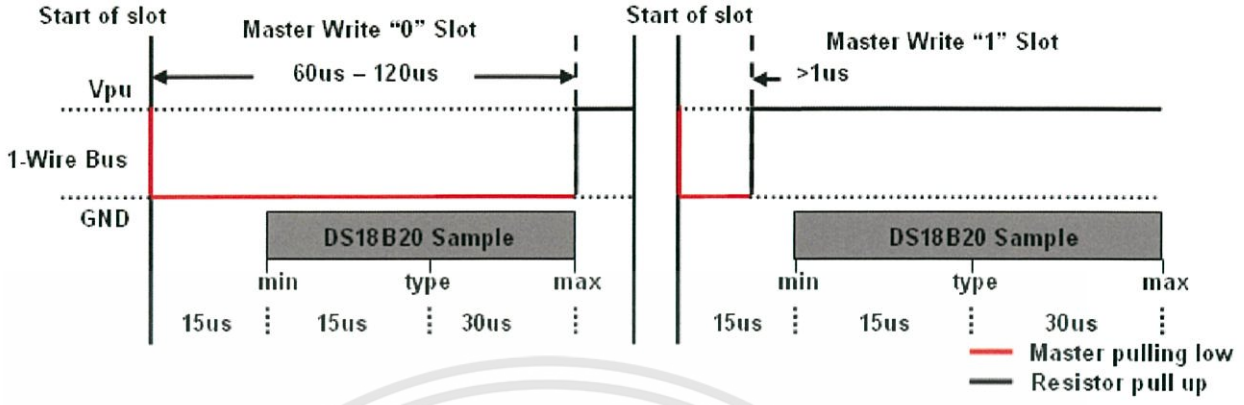
ในกระบวนการเริ่มต้นการสื่อสารแบบ 1-wire ทั้งหมดนั้น อุปกรณ์ Master ต้องขอเริ่มการสื่อสารด้วยการสร้าง Reset pulse ก่อน เมื่ออุปกรณ์ Slave ได้รับ Reset pulse ก็จะสร้าง Presence pulse เพื่อตอบรับการขอเริ่มการสื่อสารนั้น ซึ่งมีรายละเอียดของช่วงเวลาต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การสร้าง Reset pulse [6]

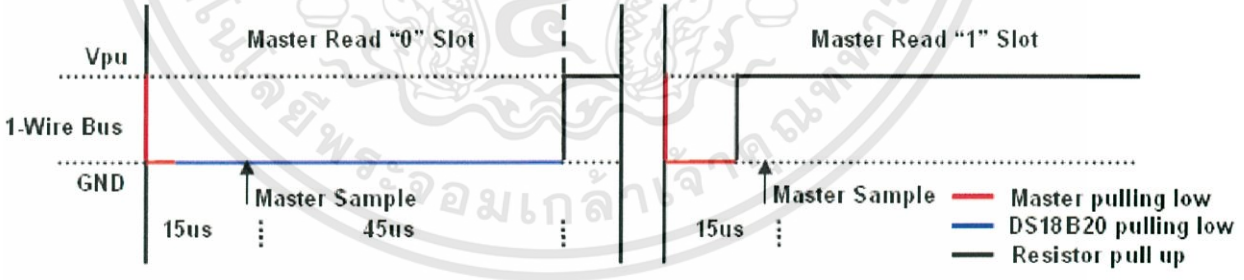
ในการเขียนข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือการเขียนข้อมูล “0” และการเขียนข้อมูล “1” ดังแสดงในรูปที่ 2.9 การเขียนข้อมูลลง DS18S20 ต้องใช้ช่วงเวลาของไทม์สล๊อตอย่างต่ำ 60 usec และต้องมีช่วงเวลาระหว่างไทม์สล๊อตอย่างต่ำ 1 usec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การเขียนข้อมูลลง DS18S20 [6]

การเขียนข้อมูลทั้ง 2 ชนิด เริ่มแรกอุปกรณ์ Master ต้องดึงสัญญาณบนบัส 1-wire ลงมาให้อยู่ในสถานะลอจิกต่ำก่อน ในกรณีที่ต้องการเขียนข้อมูล "0" ลงใน DS18S20 อุปกรณ์ Master ต้องดึงสัญญาณบนบัสให้เป็นลอจิกต่ำต่อ จนกว่าจะครบช่วงเวลาไทม์สล๊อต (อย่างต่ำ 60 usec) ส่วนในกรณีที่ต้องการเขียนข้อมูล "1" ลง DS18S20 อุปกรณ์ Master ต้องปล่อยบัส เพื่อให้บัสกลับไปอยู่ในสถานะลอจิกสูงก่อนการ Sampling ของ DS18S20 ซึ่งจะอยู่ในช่วง 15 usec-60 usec หลังจากที่อุปกรณ์ Master ดึงสัญญาณบัส 1-wire ลงมาในการอ่านค่าภายใน SRAM ของ DS18S20 สามารถทำได้ก็ต่อเมื่ออุปกรณ์ Master ได้เขียนข้อมูลเพื่อขอทำการอ่านค่าใน SRAM (Read Scratchpad) ซึ่งมีค่าเป็น 0xBE ลงไปที่ DS18S20 เสียก่อน จากนั้นจึงเริ่มอ่านข้อมูลจากบัส 1-wire โดยไทม์สล๊อตของการอ่านต้องมีช่วงเวลาอย่างต่ำ 60 usec และต้องมีช่วงเวลาระหว่างไทม์สล๊อตอย่างต่ำ 1 usec ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การอ่านข้อมูลจาก DS18S20 [6]

การอ่านข้อมูลจากบัส 1-wire เริ่มแรกอุปกรณ์ Master จะต้องดึงบัส 1-wire ลงให้อยู่ในสถานะลอจิกต่ำเป็นช่วงเวลาอย่างน้อย 1 usec จากนั้นจึงค่อยปล่อยบัส ในกรณีที่ DS18S20 ส่งข้อมูล "0" DS18S20 จะดึงบัสให้เป็นลอจิกต่ำจนจนกว่าจะสิ้นสุดไทม์สล๊อตถึงจึงจะปล่อยบัสให้กลับไปอยู่ในสถานะลอจิกสูง ส่วนในกรณีที่ DS18S20 ส่งข้อมูล "1" DS18S20 จะปล่อยบัสให้อยู่ในสภานะลอจิกสูงตลอดในการ Sample เพื่อรับข้อมูลจาก DS18S20 ควรทำภายใน 15 usec หลังจากจุดเริ่มของไทม์สล๊อตดังแสดงในรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

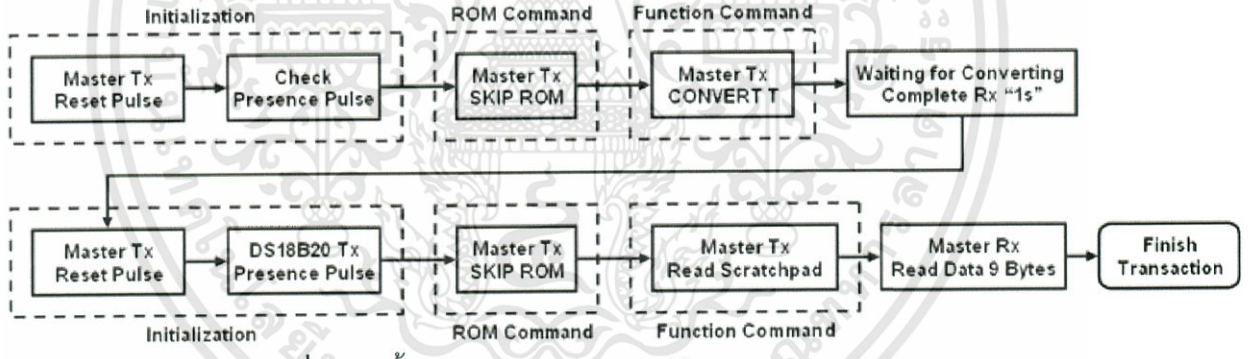
ขั้นตอนการใช้งาน DS18S20 มี 3 ขั้นตอนด้วยกันคือ

1.Initialization

2.ROM Command

3.DS18S20 Function Command

ขั้นตอนการอ่านค่าอุณหภูมิจาก DS18S20นั้น แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ Converting Temperature ซึ่งเป็นการแปลงอุณหภูมิให้อยู่ในรูปข้อมูลดิจิตอลเก็บไว้ใน Scratchpad และ Read Scratchpad ซึ่งเป็นการอ่านข้อมูลที่เก็บใน Scratchpad นั้นออกมา ดังแสดงในรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่าไมโครคอนโทรเลอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ Master จะต้องทำการ Initialization จากนั้นจึงค่อยคำสั่ง SKIP ROM [CCh] ซึ่งเป็น ROM Command ที่ใช้ในกรณีที่ต่อใช้งาน DS18S20เพียงตัวเดียวจากนั้นจึงค่อยส่ง Function Command CONVERT T [44h] เพื่อสั่งให้ DS18S20ทำการแปลงอุณหภูมิให้อยู่ในรูปแบบดิจิตอลและเก็บไว้ใน Scratchpad กระบวนการแปลงนี้จะใช้เวลาประมาณ 750ms ซึ่งเราสามารถตรวจสอบสถานการณ์แปลงข้อมูลได้จากการเช็คสถานะของบัส 1-wire ในกรณีที่ DS18S20 ยังทำการแปลงข้อมูลอยู่บัส 1-wire จะมีสถานะเป็นลอจิกต่ำ แต่ถ้า DS18S20ได้ทำการแปลงข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วบัส 1-wire จะกลับมาอยู่ในสถานะปกติคือลอจิกสูง



รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการอ่านค่าอุณหภูมิจาก DS18S20 [6]

เมื่อ DS18S20 แปลงข้อมูลอุณหภูมิเป็นดิจิตอลเก็บไว้ใน Scratchpad แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถอ่านข้อมูลภายใน Scratchpad นั้นโดยทำการ Initialization บัส 1-wire อีกครั้ง จากนั้นจึงส่งคำสั่ง SKIP ROM ซึ่งเป็น ROM Command และส่งคำสั่ง READ SCRATCHPAD ซึ่งเป็น Function Command เพื่อขออ่านข้อมูล Scratchpad ภายใน DS18S20 จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงค่อยทำการอ่านข้อมูลภายใน Scratchpad ของ DS18S20 มาทีละไบต์จนครบ 9 ไบต์ และแสดงผลข้อมูลอุณหภูมิที่อยู่ซึ่งเป็นข้อมูลในไบต์แรก และไบต์ 2 ที่อ่านมาจาก Scratchpad นั้นออกมาทางพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Ultrasonic Sensor [7]

2.2.2.1 Ultrasonic

Ultrasonic คือ คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงถึงเพียงแค่ประมาณ 15 KHz เท่านั้น แต่พวกที่อายุยังน้อย ๆ อาจจะได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่านี้ได้ ดังนั้นโดยปกติแล้วคำว่าอัลตร้าโซนิคจึงมักจะหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 KHz ขึ้นไป จะสูงขึ้นจนถึงเท่าใดไม่ได้ระบุจำกัดเอาไว้

สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลตร้าโซนิคมาใช้ก็เพราะว่าเป็นคลื่นทีมีทิศทางทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง เรื่องนี้เป็นคุณสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้นความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวกำเนิดเสียงความถี่นั้นเช่น คลื่นความถี่ 300 Hz ในอากาศจะมีความยาวถึงประมาณ 1 เมตรเศษ ๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่ให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงโดยทั่วไปมากมายคลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่นแต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตร้าโซนิค อย่างเช่น 40 KHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียงประมาณ 8 มม. เท่านั้นซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มากคลื่นเสียงจะไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบจึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบ ๆ หรือที่เราเรียกว่า “มีทิศทาง”

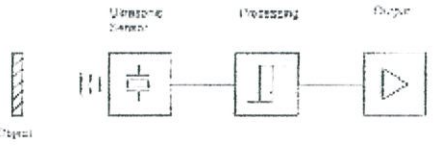
การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตร้าโซนิคทำให้เรานำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control) เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic cleaner) โดยให้น้ำสั่นที่ความถี่สูง เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยสังเกตระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเครื่องหาตำแหน่งอวัยวะบางส่วนในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วไหลของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น คลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้วความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 KHz เพราะที่ความถี่สูงขึ้นกว่านี้อากาศจะดูดกลืนคลื่นเสียงเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการรัศมีทำการสั้น ๆ ก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 MHz ถึง 10 MHz ขณะที่ความถี่เป็น GHz (109 Hz) ก็มีใช้กันในหลายๆ การใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านไม่ใช่อากาศ

2.2.2.2 การตรวจจับ

อัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ส่งสัญญาณพัลส์ของพลังงานซึ่งเป็นการเดินทางของความเร็วเสียง การลดทอนของพลังงานที่ถูกสะท้อนกลับมาจากวัตถุเสียงนี้เป็นการสะท้อนกลับจากวัตถุแล้วเดินทางกลับไปยังเซ็นเซอร์ โดยการตรวจจับระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางไปกลับของเสียงเมื่อมีการตกกระทบจากวัตถุแล้วนำมาคำนวณเป็นระยะทาง

รูปแบบต่าง ๆ ของอัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ประกอบด้วย ตัวตรวจจับด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค, ชุดส่งสัญญาณ, ชุดประมวลผลและชุดเอ้าท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 หลักการทำงานของอัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ [7]

มักจะใช้เป็นภาครับและภาคส่ง อาจมีระบบซึ่งประกอบด้วยส่วนหลักๆ แยกกันอยู่ 2 ส่วน ในระหว่างการทำงาน เซ็นเซอร์จะทำการส่งสัญญาณเสียงซึ่งเรียกว่า "ซาวด์พาร์เซลส์" (Sound parcels) ให้ขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ ของเวลาทำงานไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมีการรับการสะท้อนครั้งแรกเกิดขึ้น การทำงานเป็นวงจรของอัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ จะส่งผ่านคลื่นพัลซ์เสียงที่ช่วงเวลาสม่ำเสมอหรือช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลง คลื่นเสียงที่ปล่อยออกไปจะถูกสะท้อนได้โดยวัตถุที่เหมาะสม โดยเซ็นเซอร์และระบบการทำงานจะรับการสะท้อนของคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมา (ดังแสดงในรูป)ความกว้างของคลื่นพัลซ์ของเสียงอยู่ในช่วง 2-200 ms

รูปที่ 2.13 วงจรส่งผ่าน/รับ [7]

เวลาในการเดินทางของคลื่นพัลซ์ของคลื่นเสียงเป็นการวัดระยะห่างจากวัตถุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเซ็นเซอร์ ระยะห่างนี้นำไปแสดงในรูปของสัญญาอนาล็อก (Analog Signal) (เช่น 0-20 mA) สัญญาณลอจิก (Logic Signal) (เช่น สัญญาณลอจิก 8 bit) ตลอดทั้ง ซีเรียลอินเตอร์เฟส (Serial Interface) (RS232) หรือการเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงในรูปของสวิสซ์พัลซ์ที่เรียกว่า ไทม์เฟรม (Time Frame)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากขบวนการดำเนินไปตามเวลาที่คลื่นสะท้อนเดินทาง ไม่ใช่เป็นไปตามความเข้มของคลื่นสะท้อน จึงจัดได้ว่าอัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ มีข้อดีเหนือกว่าเซ็นเซอร์แบบออปติคอล (Optical Sensor) เวลาที่คลื่นสะท้อนการเดินทางจะ ทำให้ขบวนการดำเนินโดยไม่ขึ้นกับความเข้มของคลื่นสะท้อน ตราบเท่าที่วัตถุยังคงสะท้อนคลื่นที่สามารถตรวจจับได้ออกมา ดังนั้นคุณลักษณะการสวิทช์ไม่เปลี่ยนไป แม้ในสภาวะที่การสะท้อนเป็นไปอย่างไม่ดีคลื่นสะท้อนที่อ่อนจะมีผลต่อความถูกต้องในการตรวจจับวัตถุ ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถทำการตรวจจับวัตถุได้เลย ความเร็วที่เปลี่ยนไปของคลื่นพัลซ์ของเสียง มีผลกระทบต่อพิสัย การทำงานของสวิทช์ (ระยะทาง) โดยตรงเซ็นเซอร์ทำงานด้วยวงจรเวลาที่คงที่ (เช่น t = 20 ms) จะส่งคลื่นเสียงออกมาอย่างสม่ำเสมอ (ดังแสดงในรูป)ดังนั้นวงจรเวลาจะเป็นตัวกำหนดช่วงและวงจรการทำงานของสวิทช์ของเซ็นเซอร์

รูปที่ 2.14 วงจรเวลาคงที่ [7]

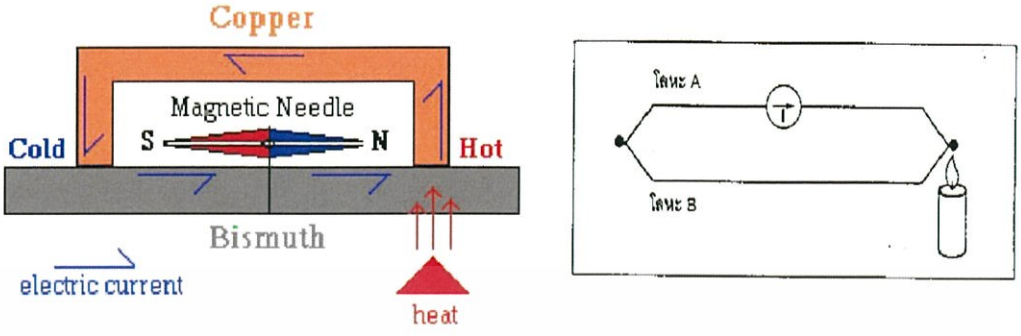
ความไวของเสียงขึ้นอยู่กับแรงดัน และ อุณหภูมิของก๊าซที่เสียงเดินทางผ่าน ในการประยุกต์ใช้อัลตร้าโซนิคส่วนใหญ่องค์ประกอบอื่นๆ และแรงดันของก๊าซจะถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์กัน ในขณะที่อุณหภูมิไม้ได้ถูกกำหนดไว้ โดยความไวของเสียงจะเพิ่มขึ้น 1 % ต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 10° F (6° C) ส่วนของวัตถุที่มีลักษณะแบนที่ตั้งกับแกนของลำแสงจะสะท้อนพลังงานเสียงไปยังเซ็นเซอร์ได้มากที่สุด ดังนั้นถ้ามุมของวัตถุเพิ่มมากขึ้น พลังงานโดยรวมจะส่งกลับไปยังเซ็นเซอร์ได้น้อยลง สำหรับอัลตร้าโซนิคส่วนใหญ่มุมของวัตถุควรจะน้อยกว่า หรือเท่ากับ 10 องศา นอกจากนั้นกระแสอากาศที่เนื่องมาจากลม, พัดลม, อุปกรณ์นิวแมติกหรือแหล่งอื่นๆสามารถรบกวนเส้นทางของพลังงานเสียงได้ ดังนั้นเซ็นเซอร์อาจไม่สามารถตรวจจับวัตถุในสภาพแวดล้อมแบบนี้ได้

2.3 Thermoelectric (Peltier) [8]

2.3.1 อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก

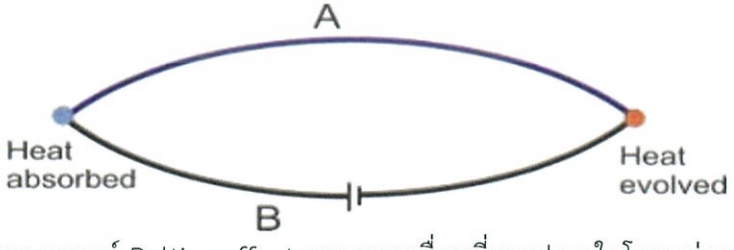
ในปี ค.ศ. 1821 นักฟิสิกส์ชาวเอสโทเนีย Thomas Johann ชื่อ Seebeck ได้ค้นพบโดย บังเอิญว่าถ้าให้ความร้อนที่รอยต่อของโลหะ 2 ชนิด จะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลาย โลหะทั้งสองดังรูปที่ 2.15 เนื่องจากกลุ่มอิเล็กตรอนในโลหะด้านร้อนจะมีพลังงานจลน์สูงกว่าโลหะ ด้านเย็นและเคลื่อนที่เร็วกว่าจึงทำให้เกิดความแตกต่างปริมาณของอิเล็กตรอนที่ปลายโลหะดังกล่าว Seebeck ได้สรุปว่าความแตกต่างอุณหภูมิมีผลทำให้กระแสไฟฟ้าในโลหะเกิดขึ้น เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Seebeck effect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



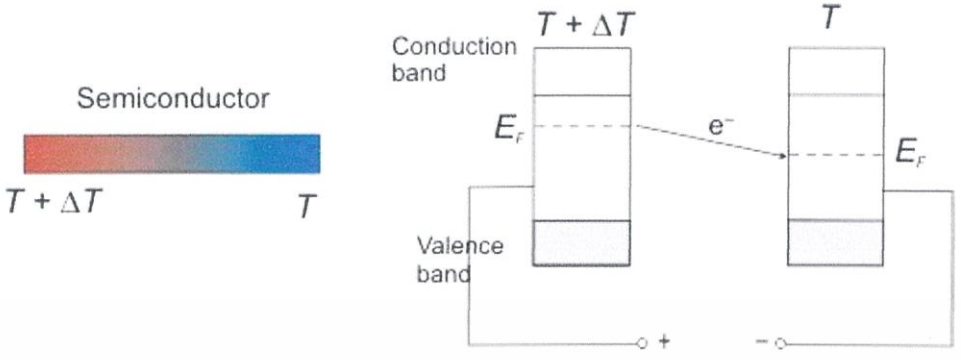
รูปที่ 2.15 การทดลองของ Thomas Seebeck [8]

ต่อมาในปีค.ศ.1834 Jean Peltier ได้ทำการทดลองผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในโลหะทองแดงและบิสมัทที่เชื่อมต่อกัน ผลที่เกิดขึ้นคือ รอยต่อระหว่างทองแดงและบิสมัทข้างหนึ่งจะร้อนขึ้นส่วนอีกข้างหนึ่งจะเย็นลง อันเป็นผลจากคุณสมบัติของโลหะแต่ละชนิดกลุ่มอิเล็กตรอนเคลื่อนผ่านโลหะด้านหนึ่งจะปลดปล่อยความร้อน (Heat evolved) แต่อีกด้านหนึ่งจะดูดกลืนความร้อน (Heat absorbed) ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิดังรูปที่ 2.16 เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า Peltier effect และ Peltier ยังได้ใช้รอยต่อของทองแดงและบิสมัททำให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์ จะเห็นได้ว่าปรากฏการณ์ทั้งสองเป็นกระบวนการที่สามารถ กำเนิดอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกที่ทำงานย้อนกลับกระบวนการ (Reverseoperation) ได้ตามปรากฏการณ์ Seebeck effect เนื่องจากมีการใช้โลหะต่างชนิดมาเชื่อมต่อกันจึงเรียก อุปกรณ์นี้ว่าเทอร์โมคับเปิล (Thermocouple) สามารถผลิตไฟฟ้าได้ประสิทธิภาพเพียง1% และใน การทำงานกลับกันตามปรากฏการณ์ Peltier effect นั้นโลหะต่างชนิดมีการระบายความร้อนได้ไม่ดี พอจึงมีการคิดค้นหาวัสดุใหม่จนกระทั่งปี ค.ศ.1929 Abram Fedorovich Loffe จึงได้ผลออกมาประสบความสำเร็จในการพัฒนาวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกที่ทำให้เกดปรากฏการณ์ Seebeck effect และ Peltier effect โดยใช้สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) แทน ดังแผนภาพรูปที่ 2.17 และ 2.18 ตามลำดับพบว่าโครงสร้างใหม่ให้ประสิทธิภาพการทำงานสูงถึง 4 เปอร์เซ็นต์

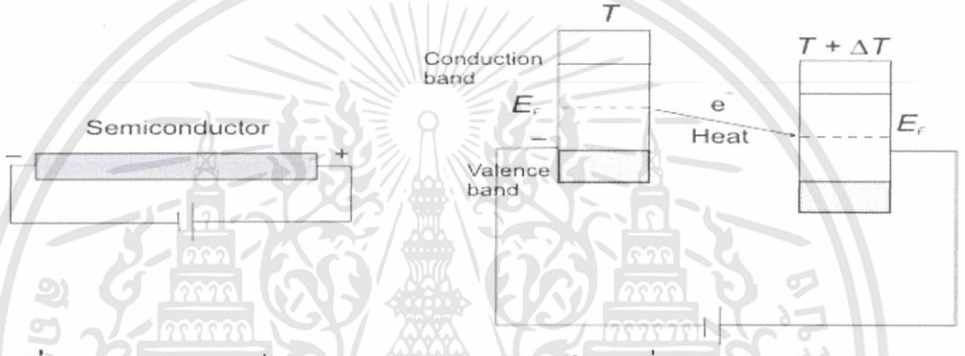


รูปที่ 2.16 ปรากฏการณ์ Peltier effect จากการเคลื่อนที่ของประจุในโลหะต่างชนิด [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การเกิดไฟฟ้าจากภาวะต่างระดับพลังงานในสารกึ่งตัวนำ(Cu-Bi) [8]



รูปที่ 2.18 การทำความเย็นจากภาวะต่างระดับพลังงานในสารกึ่งตัวนำ(Cu-Bi) [8]

2.3.2 ประสิทธิภาพของวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก

จากผลการวิจัยและพัฒนาด้านวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกประเภทสารกึ่งตัวนำมีการพบว่าประสิทธิภาพของวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

- สามารถให้สภาพนำไฟฟ้าสูงแต่เกิดความร้อนเพียงเล็กน้อย (ความร้อนเกิดจากความต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า)
- สามารถแปลงพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าหรือแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นความเย็นได้มาก
- มีสภาพนำความร้อนต่ำ เพื่อป้องกันการนำความร้อนผ่านวัสดุ

คุณสมบัติทั้ง 3 ประการ มีความสัมพันธ์กันด้วยหลักการทางฟิสิกส์ตามสมการที่ (2.1) สำหรับใช้บ่งชี้คุณสมบัติทางเทอร์โมอิเล็กทริกของวัสดุ (Z)

$$Z = \frac{\alpha^2 \sigma}{\gamma} \tag{2.1}$$

โดยที่ α คือสัมประสิทธ์ซีเบ็ค (Volt/Kelvin)

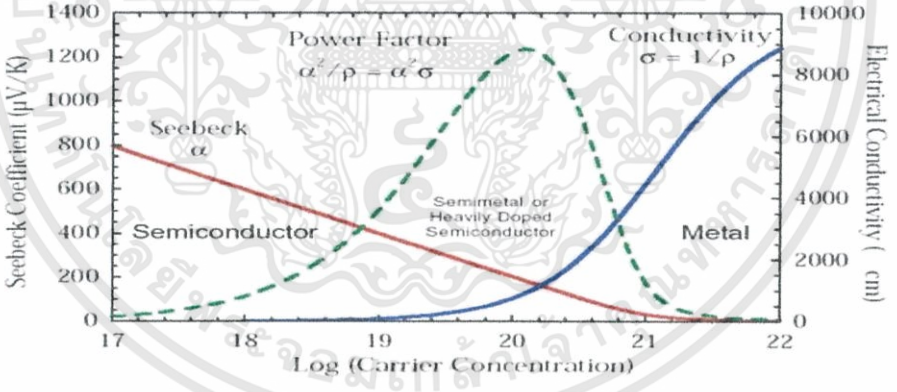
ó คือสภาพนำไฟฟ้าของวัสดุ (Ampere/Volt*meter)

และ γ คือสภาพนำความร้อนของวัสดุ (Watt/meter*Kelvin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก Z มีหน่วยต่ออุณหภูมิ แต่ในทางปฏิบัติค่าบ่งชี้ที่เปรียบเทียบกันได้ง่ายควรจะไม่มีหน่วย เรียกว่าค่า figure-of-merit ดังนั้นจึงมีการคูณสมการด้วย T ได้สมการใหม่เป็น ZT โดยที่T คือ อุณหภูมิเฉลี่ยขณะทำงาน ค่า ZT จึงเป็นค่า figure-of-merit ที่ใช้บ่งบอกถึงคุณสมบัติการเปลี่ยนความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าสูงสุด และคุณสมบัติการทำความเย็นสูงสุดของวัสดุที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนองค์ประกอบ (Thermo- element) ของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก

ในยุคแรกช่วงปี ค.ศ. 1950 ถึง 1960 งานวิจัยวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกมุ่งไปที่โลหะผสมกลุ่ม bismuth telluride (Bi2Te3), leadtelluride (PbTe) และ silicongermanium (SiGe) ซึ่งเป็นวัสดุกึ่งตัวนำที่ให้ค่า figure-of-merit ดีที่สุดขณะนั้นอย่างเด่นชัด ในช่วงอุณหภูมิใช้งาน 3 ช่วง โดยโลหะผสม Bi2Te3 เหมาะกับการนำมาใช้ในระบบทำความเย็นและระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีช่วงอุณหภูมิใช้งานระหว่าง 180K (-93°C) ถึง 450 K (177°C) ส่วนวัสดุ PbTe และ SiGe เหมาะกับการนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยความร้อนอุณหภูมิสูง โดยเฉพาะระบบผลิตไฟฟ้าด้วยแหล่งความร้อนเหลือทิ้งเกรดสูงและในยานอวกาศซึ่งมีช่วงอุณหภูมิใช้งานตั้งแต่ 500 K (227°C) ถึง 900 K (627°C) และตั้งแต่ 800 K (527°C) ถึง 1300 K (1027°C) ตามลำดับในรูปที่ 2.19 เป็นเส้นกราฟเปรียบเทียบค่า power factor และสัมประสิทธิ์ซีเบ็คระหว่างโลหะกับสารกึ่งตัวนำ จะเห็นว่าสารกึ่งตัวนำ ให้ค่า power factor สูงกว่าโลหะ (metal) โดยสารกึ่งตัวนำส่วนใหญ่ที่ใช้ ได้แก่ Bi-Te, Bi-Sb, Pb-Te และ Si-Ge เป็นต้นค่า power factor จะสูงที่สุดถ้าวัสดุเป็น Semimetal (Metal alloys) หรือ Heavily doped semiconductor



รูปที่ 2.19 กราฟความสัมพันธ์ของ powerfactor และ Seebeck coefficient [8]

2.3.3 การทำงานของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก

ปัจจุบันวิวัฒนาการของปรากฏการณ์ Seebeck effect และ Peltier effect ได้รับการพัฒนาเป็นอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกที่ทำงานตามกระบวนการอุณหพลศาสตร์ใน 2 รูปแบบ คือ จักรกลความร้อน (Heat engine) และจักรกลสูบความร้อน (Heat pump) โดยมีการออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์แยกชนิดตามหน้าที่ในการทำงานดังนี้

ก.อุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าจากความร้อน (ตามปรากฏการณ์ Seebeck effect) เรียกว่า Thermoelectric Generator (TEG)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

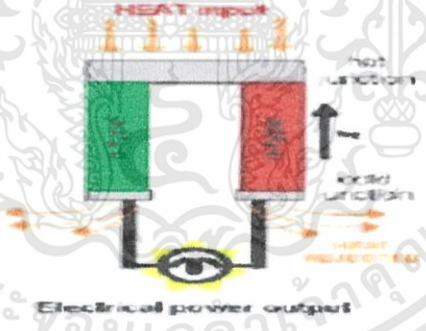
ข.อุปกรณ์ทำความเย็น (ตามปรากฏการณ์ Peltier effect) เรียกว่า Thermoelectric-Cooler (TEC) หรือ Peltier cooler

ก. เทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอร์เรเตอร์ (Thermoelectric Generator)

การกำเนิดไฟฟ้าด้วยความร้อนจากพฤติกรรมรอยต่อโอห์มมิก (Ohmic junction) ของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอร์เรเตอร์ อาศัยความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างรอยต่อด้านร้อนและด้านเย็นของเทอร์โมอิลิเมนต์ มีผลให้กลุ่มอิเล็กตรอนในวัสดุด้านร้อนมีพลังงานจลน์สูงกว่าวัสดุด้านเย็นและเคลื่อนที่เร็วกว่า เกิดความต่างปริมาณของประจุไฟฟ้าและกำเนิดไฟฟ้าขึ้นที่ปลายขั้วต่อของอุปกรณ์ พร้อมจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โหลด (Load) ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.20 และเนื่องจากเทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอร์เรเตอร์ผลิตไฟฟ้าจากความร้อนบางครั้งจึงเรียกว่า เซลล์ความร้อน (Thermoelectric cell)

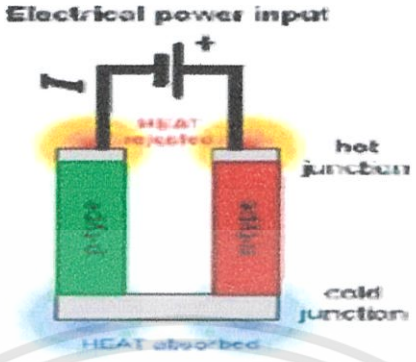
ข. เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ (Thermoelectric Cooler)

การทำความเย็นด้วยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านบริเวณรอยต่อโอห์มมิกของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ (TEC) อาศัยผลการดูดกลืนความร้อนของกลุ่มอิเล็กตรอนซึ่งเคลื่อนที่จากรอยต่อด้านเย็นผ่านเทอร์โมอิลิเมนต์ และนำไปปลดปล่อยที่รอยต่อด้านร้อน ทำให้เกิดความแตกต่างอุณหภูมิ โดยมีผลให้รอยต่อด้านเย็นมีอุณหภูมิลดต่ำลง ขึ้นกับปริมาณกระแสไฟฟ้าและการระบายความร้อนที่รอยต่อด้านร้อนออก ดังแสดงในรูปที่ 2.21 อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอร์เรเตอร์และอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์นั้นมีลักษณะของโครงสร้างคล้ายคลึงกัน จึงสามารถทำงานย้อนกระบวนการกันได้ แต่สภาวะการทนอุณหภูมิของอุปกรณ์และค่า ZT ของเทอร์โมอิลิเมนต์ที่เลือกใช้จะแตกต่างกันขึ้นกับความต้องการประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์



รูปที่ 2.20 Thermoelectric generation (Heat engine) [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

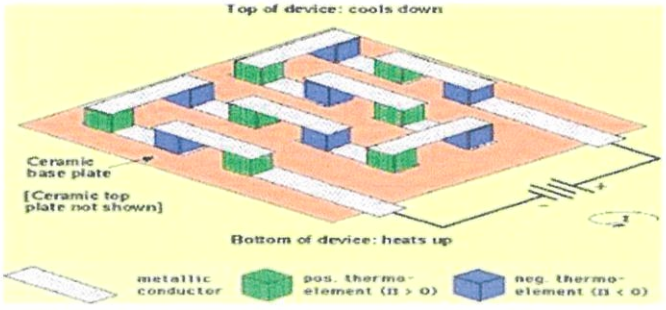


รูปที่ 2.21 Thermoelectric cooling (Heat pump) [8]

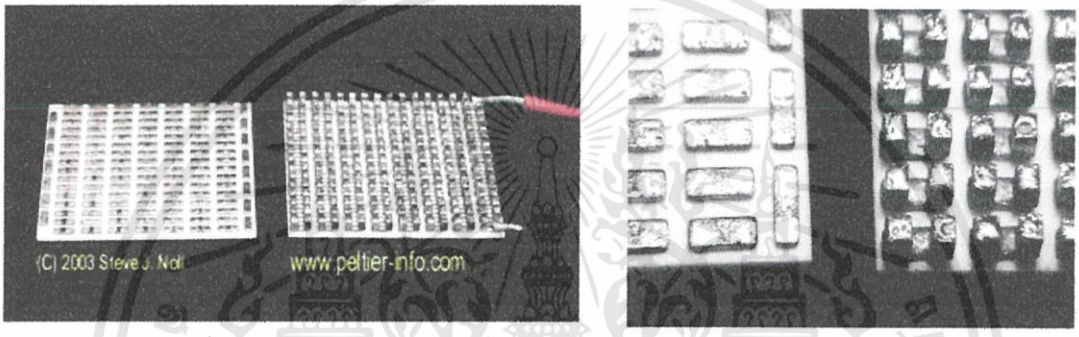
2.3.4 โครงสร้างของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก

อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกที่ผลิตกันในเชิงพาณิชย์ จะมีมาตรฐานการกำหนดข้อมูลเฉพาะ (Specification) ทั้งขนาดพื้นที่ รูปร่าง และกำลังไฟฟ้าของเซลล์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายตามวัตถุประสงค์ โดยในการผลิตทางอุตสาหกรรมเทอร์โมอิลิเมนต์ชนิดสารกึ่งตัวนำแบบพีและเอ็น (P type - N type) จะถูกนำมาจัดเรียงบนแผ่นฉนวนไฟฟ้าต่อสลับอันดับกันทางวงจรไฟฟ้าและต่อขนานกันในเชิงวงจรความร้อนบนพื้นที่กว้าง ทั้งนี้เพื่อให้มีทิศทางการเคลื่อนที่ของพาหะไฟฟ้าที่สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์ Peltier effect เป็นการสร้างรอยต่อโอห์มมิกที่ผนังอุปกรณ์ด้านร้อนและด้านเย็น ดังโครงสร้างในรูปที่ 2.22 และภาพถ่ายส่วนประกอบในรูปที่ 2.23 ก็จะทำให้ได้พื้นที่ที่ทำความเย็นและการระบายความร้อนเพิ่มขึ้นในส่วนกรณีของชุดเทอร์โมอิเล็กชุดเทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ (TEC) และ ขณะเดียวกันก็ได้พื้นที่ในการรับพลังงานความร้อนและระบายความร้อนในการสร้างกระบวนการย้อนกลับให้ทำงานเป็นความร้อนและระบายความร้อนในการสร้างกระบวนการย้อนกลับให้ทำงานเป็นเทอร์โมอิเล็กเจนเนอร์เรเตอร์ (TEG) ในรูปที่ 2.24 แสดงสภาพของโครงสร้างรอยต่อโอห์มมิกที่ผนังอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกด้านร้อนและด้านเย็นซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการนำความร้อนบริเวณรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

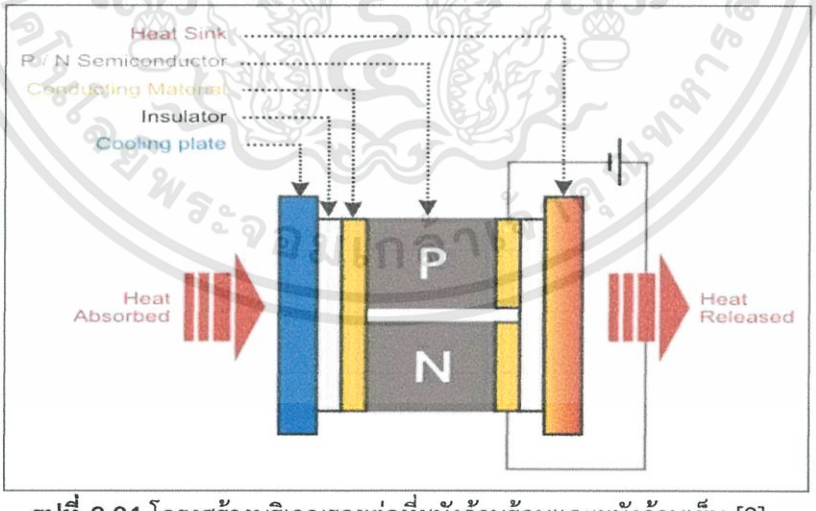


รูปที่ 2.22 โครงสร้างของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก [8]



ก.แผนฉนวนที่จัดเรียงเทอร์โมอิลิเมนต์ ข.ภาพขยายส่วนฐานและเทอร์โมอิลิเมนต์

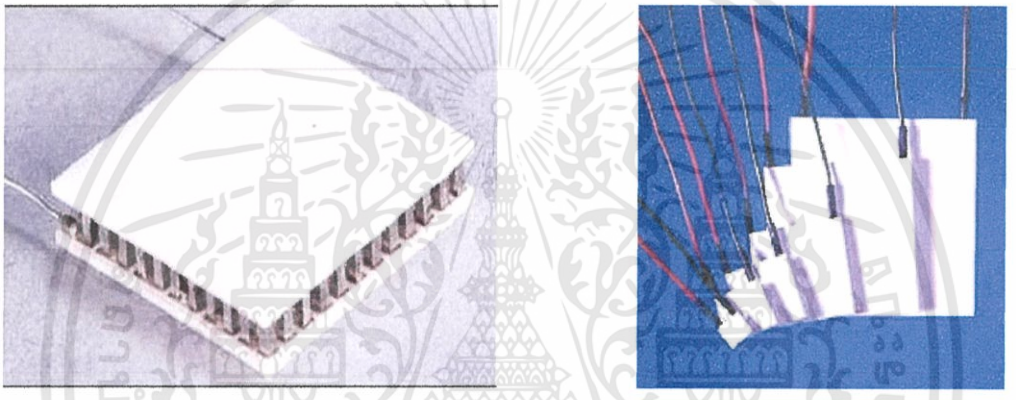
รูปที่ 2.23 โครงสร้างภายในของเทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ [8]



รูปที่ 2.24 โครงสร้างบริเวณรอยต่อที่ผนังด้านร้อนและผนังด้านเย็น [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์เป็นอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก ที่ออกแบบเพื่อใช้งานในระบบทำความเย็นหรือระบบทำความเย็นร่วมกับการทำความร้อนพร้อมกันจากผนังเซลล์ 2 ด้าน โดยการจ่ายกำลังไฟฟ้าและหล่อเย็นผนังเซลล์เพื่อรักษาให้อุณหภูมิผนังด้านร้อนไม่เกิน 60°C เซลล์มาตรฐานดังในรูปที่ 2.25 สามารถดูดกลืนปริมาณความร้อนได้ตั้งแต่ 10-130 W/Cell ขึ้นกับขนาดที่ออกแบบ ทนอุณหภูมิสูงสุดได้ไม่เกิน 140°C ปัจจุบันมีการนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางในระบบทำความเย็นของเครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องใช้ในครัวเรือน เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องมือทางการแพทย์ คอมพิวเตอร์และเครื่องมือสื่อสาร บางชนิด เป็นต้น จึงได้มีการออกแบบรูปทรงของอุปกรณ์ชุดเทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ในแบบต่าง ๆ หลากหลาย



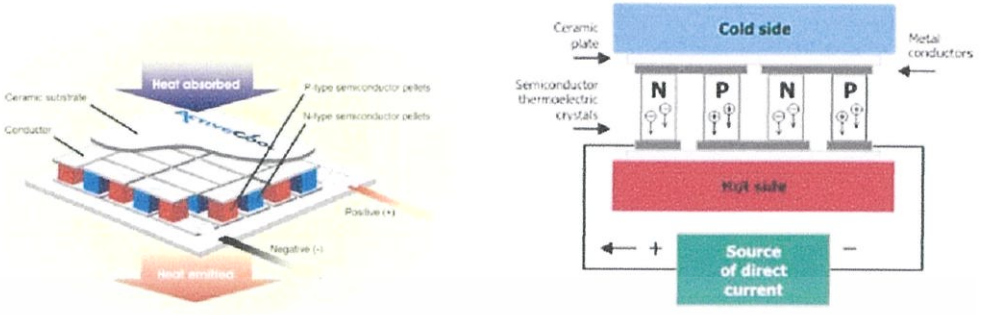
ก.รูปร่างของเพลเทียร์คูลเลอร์ ข.ขนาดของเซลล์ที่ต่างกัน

รูปที่ 2.25 เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ [8]

2.3.5 การทำความเย็นด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก

ระบบทำความเย็นด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์แตกต่างจากระบบทำความเย็นแบบอัดไอเคมี (Compression) ที่ใช้กันทั่วไป เนื่องจากไม่มีส่วนที่เคลื่อนไหวไม่ต้องการสารทำความเย็น ไม่มีเสียงรบกวน การทำความเย็นด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ต้องการเพียงแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันและกระแสไฟฟ้าพร้อมทั้งระบบระบายความร้อนด้วยพัดลมหรือน้ำ ที่เหมาะสมกับการสูบปริมาณความร้อนของเซลล์ออกจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็นโดยจัดวงจรตามแผนภาพรูปที่ 2.26 การไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านเทอร์โมอิลิเมนต์ก่อให้เกิดกลุ่มพาหะประจุรับความร้อนจากผนังด้านเย็นเคลื่อนไปปล่อยที่ผนังด้านร้อนที่อยู่ตรงกันข้าม ทำให้ผนังด้านเย็นมีอุณหภูมิต่ำลงต่อเนื่องจนมีเกล็ดน้ำแข็งซึ่งเกิดจากความชื้นในอากาศจับตราบเท่าที่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าป้อนให้ระบบและระบายความร้อนออกจากผนังด้านร้อนของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



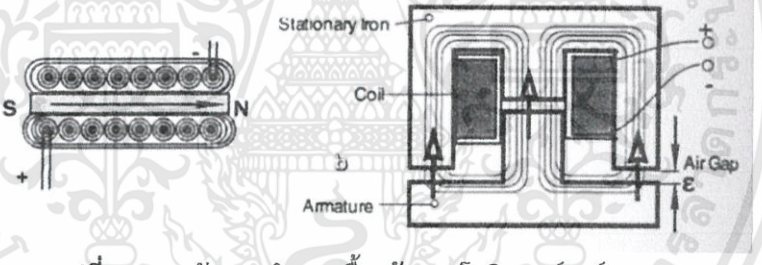
ก. การทำความเย็นด้วยแผ่น TEC ข. การทำงานของ TEC 2 รอยต่อ

รูปที่ 2.26 การทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ [8]

2.4 Solenoid Valve [9]

2.4.1 Solenoid

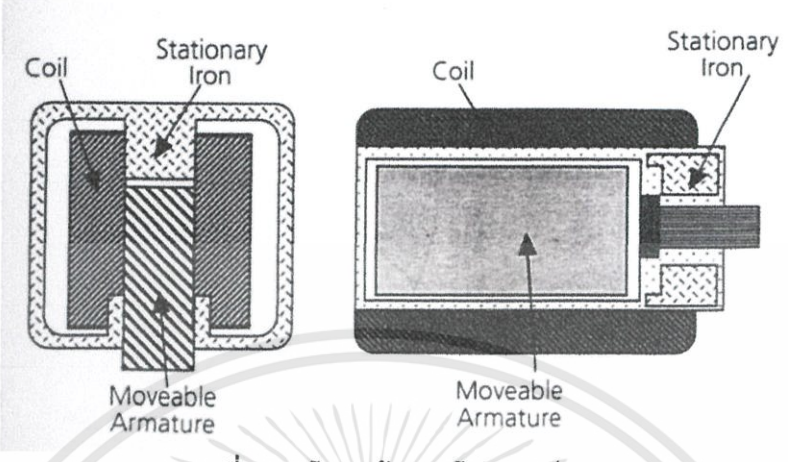
หากพันขดลวดบนแกนเหล็ก แล้วจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดจนทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆ ขดลวดนั้น และผลรวมของสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดเป็นขั้วเหนือ และขั้วใต้บนแกนเหล็กดังแสดงในรูปนี่คือ หลักการทำงานเบื้องต้นของโซลินอยด์วาล์วรูปภาพที่ 2.27



รูปที่ 2.27 หลักการทำงานเบื้องต้นของโซลินอยด์วาล์ว [9]

หากพันขดลวดบนแกนรูปตัว E ซึ่งเป็นแกนเหล็กที่อยู่กับที่ เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าขดลวดจะเกิดเป็นอำนาจแม่เหล็กดูดแกนเหล็กรูปตัว T ขึ้นด้านบน จากหลักการดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวาล์วได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 โครงสร้างของโซลินอยด์ [9]

2.4.2 กำลังที่ใช้ในการเลื่อนและรักษาตำแหน่ง (Inrush and Holding Power)

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบค่ากำลังทางไฟฟ้าที่ใช้ในการเลื่อนและรักษาตำแหน่งของวาล์ว [9]

Solehold Type frequency	Inrush Power VA		Holding Power VA		DC Power W
	50Hz	60Hz	50Hz	60z	
VH	4.5	4.2	3.5	3.0	1.8
VF	5.6	5.0	3.4	2.3	1.8

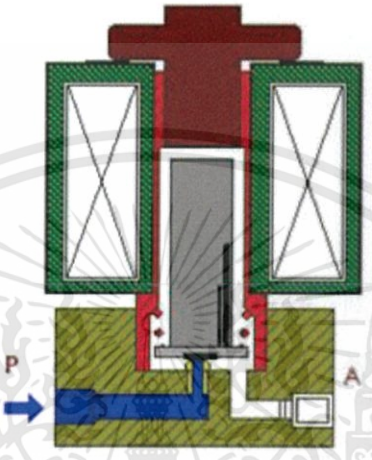
ตารางด้านบน เป็นการเปรียบเทียบค่ากำลังทางไฟฟ้าที่ใช้ในการเลื่อนและรักษาตำแหน่งของวาล์ว 2 รุ่น คือ VH และ VF นอกจากนั้นในกรณีที่ความถี่ต่างกัน ค่าที่ได้จากวาล์วตัวเดียวกันก็ยังแตกต่างกันอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การเลื่อนวาล์ว

<u>การเลื่อนวาล์วโดยใช้สนามแม่เหล็กโดยตรง (Direct Operation)</u>

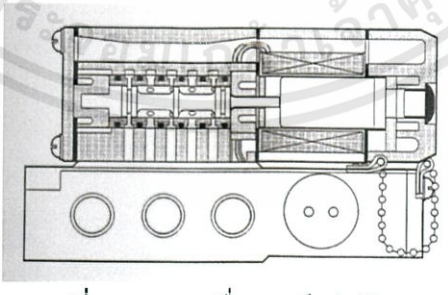
ตัวอย่าง : วาล์ว 2/2 เลื่อนตำแหน่งด้วยไฟฟ้ากลับสู่สภาพเดิมด้วยสปริงดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 การเลื่อนวาล์วด้วยไฟฟ้าสนามแม่เหล็ก [9]

ในสภาพที่ปกติความดันลมจากด้านซ้ายมือไม่สามารถผ่านไปด้านมือขวาได้เนื่องจากแรงสปริงที่แกนเหล็ก (Armature) กดปิดลิ้นวาล์วอยู่แต่เมื่อไรก็ตามที่ใส่ไฟเข้าที่โซลินอยด์แกนเหล็กจะถูกอำนาจแม่เหล็กดูดให้เคลื่อนที่ขึ้นส่งผลให้ลิ้นวาล์ว ความดันลมสามารถผ่านไปอีกด้านหนึ่งได้ และหากตัดไฟที่โซลินอยด์ก็จะหมดอำนาจ แม่เหล็กสปริงจะดันแกนเหล็กกลับสู่สภาพปกติ

<u>วาล์วกำลังหรือเมนวาล์ว (Power Valves)</u>



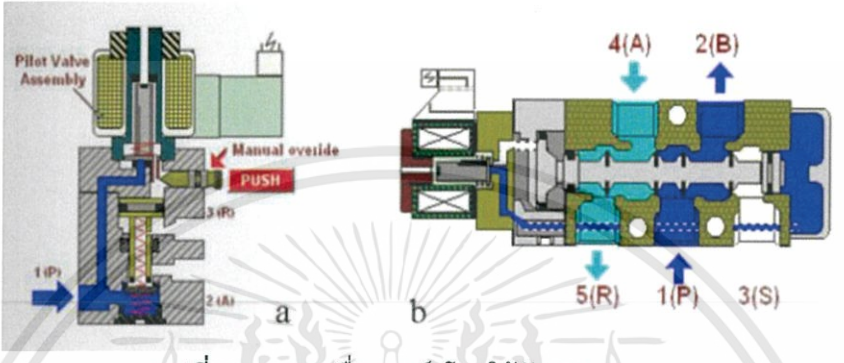
รูปที่ 2.30 การเลื่อนวาล์วกำลัง [9]

วาล์วประเภทนี้โดยส่วนมากจะใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทำงานโดยตรง ดังนั้นความดันและปริมาณลมที่ไหลผ่านวาล์วประเภทนี้จึงค่อนข้างสูง เมื่อเป็นเช่นนี้หากใช้ไฟฟ้าเพื่อเลื่อนวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

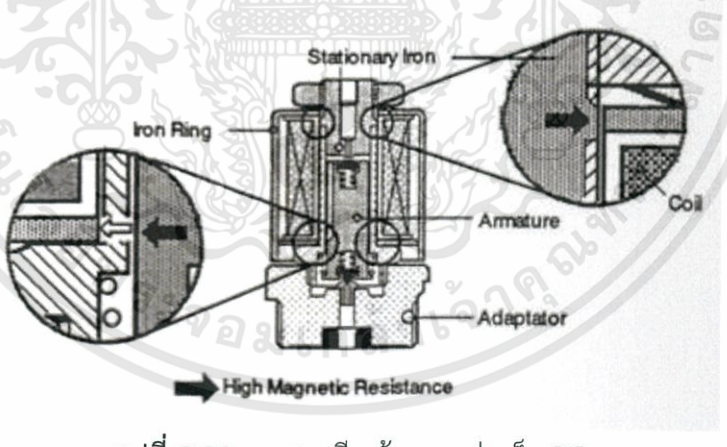
โดยตรงจำเป็นต้องลดแรงเสียดทานให้น้อยลงที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้โดยในที่นี้จะใช้ Metal seal และระยะในการเลื่อนหรือเปลี่ยนตำแหน่งต้องน้อย

การเลื่อนวาล์วโดยใช้สัญญาณลมช่วย (Pilot Operation)



รูปที่ 2.31 การเลื่อนวาล์วโดยใช้สัญญาณลม [9]

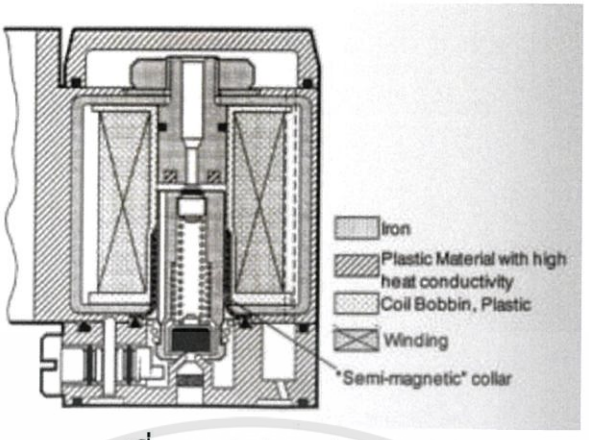
วาล์วในรูปที่ 2.31 ต้องการเทคโนโลยีชั้นสูง และระยะเวลาในการผลิต จึงเป็นเหตุให้มีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นหากมาพิจารณาวาล์วที่มีโครงสร้างแบบธรรมดา แทนที่จะใช้สัญญาณไฟฟ้าเลื่อนวาล์วเพียงอย่างเดียวก็ใช้ความดันลมเป็นตัวช่วยในการเลื่อนวาล์วด้วย เพื่อเป็นการประหยัดกำลังไฟฟ้าลง



รูปที่ 2.32 การสูญเสียเส้นแรงแม่เหล็ก [9]

จากรูปที่ 2.32 จะเห็นว่าเกิดการสูญเสียเส้นแรงแม่เหล็ก ณ จุดต่าง ๆ ดังวงกลมในภาพ นอกจากนี้ช่องว่างอากาศทำให้เกิดเป็นค่าความต้านทานในวงจรแม่เหล็กอีกด้วย รวมทั้งความร้อนที่เกิดขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ด้วยเหตุนี้จึงมีการปรับปรุงและพัฒนาโครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วให้ดียิ่งขึ้นดังรูปที่ 2.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 Solenoid Valve [9]

จากรูปโครงสร้างภายนอกจะทำด้วยพลาสติกที่สามารถระบายความร้อนได้ดี ส่วน "Semi-magnetic" เป็นตัวช่วยลดความต้านทานที่เกิดขึ้นในวงจรแม่เหล็ก ทำให้ประสิทธิภาพหรืออำนาจแม่เหล็กสูงขึ้น

2.5 Servo Motor [10]

2.5.1 ระบบเซอร์โว

ตามนิยามของวิศวกรรมการคอนโทรลแบบอัตโนมัติ (Automatic Control) หรือระบบการคอนโทรลอัตโนมัติแบบป้อนกลับ (Feedback Control System) สามารถจำแนกระบบควบคุมแบบลูปปิด (Closed loop control) ได้เป็นสาขาต่างๆดังนี้

ตารางที่ 2.2 ระบบควบคุมแบบลูปปิด [10]

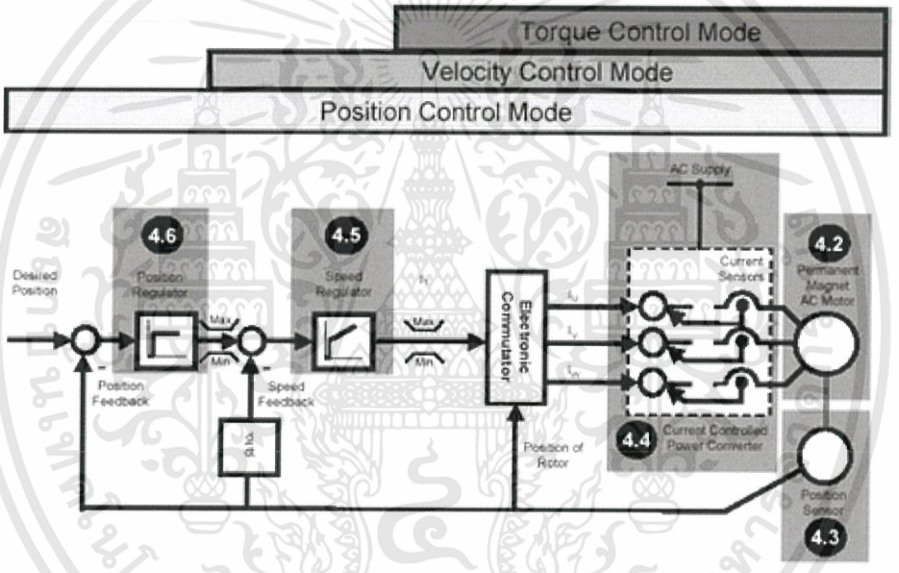
ระบบควบคุมแบบลูปปิด (Closed loop control)		
ระบบไฟฟ้า	ระบบไดนามิคส์(ระบบเซอร์โว)	ระบบกระบวนการ(Process)
โวลท์เตจและกระแสเร็คกูเลเตอร์ ฟีคแบ็คแอมปลิไฟเออร์	ควบคุมความเร็ว (Speed Control) ควบคุมแรงบิด (Torque Control) ควบคุมตำแหน่ง (Position Control) ควบคุมอัตราเร่ง (Velocity Control)	ควบคุมอุณหภูมิ(Temp. Control) ควบคุมแรงดัน(Pressure Control) ควบคุมการไหล(Flow Control) ควบคุมความหนาแน่น(density Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***จากตารางสารมารถสรุปได้ว่าระบบเซอร์โว คือการควบคุมเครื่องจักรกลให้ทำงานตอบสนองด้านไดนามิคส์ (Dynamic Response) เช่นความเร็ว อัตราเร่ง แรงบิด และตำแหน่ง ให้ได้ดีที่สุด (Optimum Solution) และใช้เวลาน้อยที่สุด (Time Optimum)

2.5.2 โครงสร้างระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

ลักษณะของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จะเป็นระบบควบคุมแบบลูปปิด (Closed loop control) ซึ่งประกอบด้วย 3 โหมดการควบคุมคือ โหมดการควบคุมแรงบิด (Torque Control Mode) ซึ่งอยู่วงรอบหรือลูปในสุด โหมดการควบคุมอัตราเร่ง (Velocity Control Mode) และโหมดการควบคุมตำแหน่ง (Position Control Mode) ซึ่งอยู่ลูปด้านนอกสุดโดยมีองค์ประกอบที่สำคัญๆดังรูปที่ 2.34



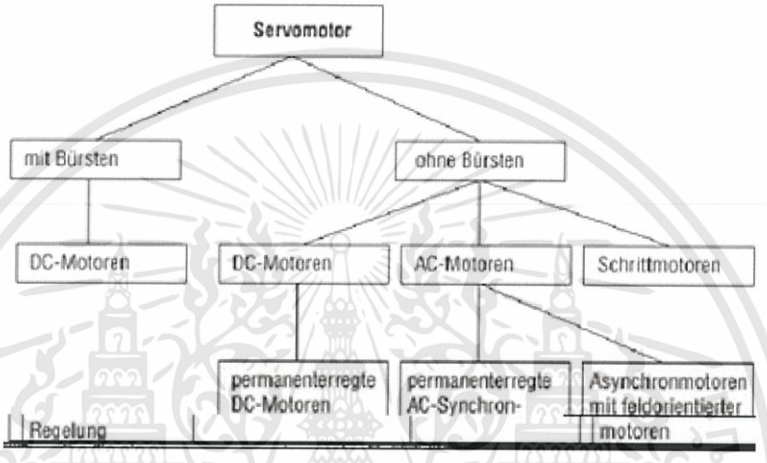
รูปที่ 2.34 ระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ [10]

1) »» เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) (4.2)
2) »» ชุดควบคุมการขับเคลื่อนเซอร์โว
   (Servo Drive,Servo Amplifier หรือบ้างก็เรียกว่า servo controller) (4.4,4.5,4.6)
3) »» อุปกรณ์ป้อนกลับ (Feedback Device เช่น Speed encoder และ Position Sensor) (4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 เซอร์โวมอเตอร์

ประเภทของเซอร์โวมอเตอร์โดยทั่วจะมีทั้งดีซีและเอซีเซอร์โวมอเตอร์ ในเครื่องจักรรุ่นเก่าๆจะพบว่าดีซีเซอร์โวมอเตอร์ มีการใช้เครื่องจักรกลอุตสาหกรรมมากกว่าเอซีเซอร์โวมอเตอร์ เนื่องจากช่วงที่ผ่านมาการควบคุมกระแสกระแสสูงๆนั้นจะต้องใช้ SCRs แต่ปัจจุบันทรานซิสเตอร์ได้พัฒนาขีดความสามารถให้ตัดต่อกระแสสูงและใช้งานที่ความถี่ได้สูงๆขึ้น จึงทำให้ระบบควบคุมทางเอซีเซอร์โวมอเตอร์ได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น ซึ่งสามารถแยกประเภทของเซอร์โวมอเตอร์ได้ดังนี้



รูปที่ 2.35 ประเภทของเซอร์โวมอเตอร์ [10]

<u>มอเตอร์ชนิดที่มีแปรงถ่าน (Brush Type = mit Bursten)</u>

•เซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้ที่สเตเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวร ส่วนโรเตอร์ยังใช้แปรงถ่านและคอมมิวเตอร์เรียงกระแสเข้าสู่ขดลวดอาร์เมเจอร์ เหมือนกับดีซีมอเตอร์ทั่วไป

<u>เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่ไม่มีแปรงถ่าน (Brushless Type =Ohne Bursten)</u>

•เซอร์โวมอเตอร์ในกลุ่มนี้ประกอบด้วยดีซีเซอร์โว (dc brushless servo โรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร)

•เอซีเซอร์โว (AC Servo) ซึ่งมีทั้งแบบซิงโครนัสเซอร์โว

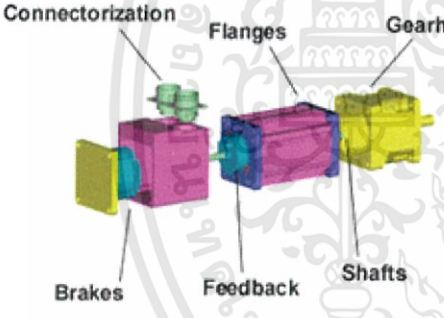
•อะซิงโครนัสเซอร์โว (การนำอินดัคชั่นมอเตอร์มาใช้ทำเป็นระบบขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์) และ สเต็ปปิง เซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 โครงสร้างและหลักการทำงาน

จะกล่าวถึงเอซีเซอร์โวมอเตอร์ หรือซิงโครนัสเซอร์โวมอเตอร์ เนื่องจากเป็นชนิดที่กำลังมีบทบาทสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรม ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ ก็คือการใช้งานจะต้องเป็นแบบ closed loop เท่านั้น การใช้งานระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ไม่สามารถเลือกควบคุมเป็นแบบ open loop ได้เหมือนกันระบบขับเคลื่อนเอซี (ac drives) การตอบสนองของระบบเซอร์โวมอเตอร์ เช่น อัตราเร่ง แรงบิด และตำแหน่งที่ควบคุม จะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์หากไม่มีสัญญาณป้อนกลับไปยังชุดขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์

การควบคุมการทำงานในระบบนี้อุปกรณ์ป้อนกลับหรือเอ็นโค๊ดเตอร์ (encoder) จะมีบทบาทความสำคัญอย่างยิ่งเสมือนกับเป็นของคู่กันชนิดที่เรียกว่าขาดซึ่งกันและกันไม่ได้ ในทางปฏิบัติจึงทำเซอร์โวมอเตอร์และเอ็นโค๊ดเตอร์ ถูกออกแบบและผลิตสร้างขึ้นมาคู่กันในลักษณะเป็นแพ็คเกจ (package) ซึ่งมี encoder ติดอยู่ที่ส่วนท้ายของมอเตอร์ ดังรูป



Gearheads = เกียร์สำหรับลดความเร็วรอบเพื่อเพิ่มแรงบิด
Shafts = เพลาของมอเตอร์
Flanges = หน้าแปลนสำหรับติดตั้งมอเตอร์
Feed back = อุปกร์ป้อนกลับหรือ encoder
Connectorization = ขั้วต่อสายไฟเข้ามอเตอร์ และขั้วต่อสายสำหรับ encoder
Breakes = ชุดเบรก

รูปที่ 2.36 เซอร์โวมอเตอร์และเอ็นโค๊ดเตอร์ [10]

โครงสร้างของเอซีเซอร์โวมอเตอร์ จะคล้ายกับมอเตอร์ 3 เฟสทั่ว ๆ ไป ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ สเตเตอร์และโรเตอร์ โดยสเตเตอร์จะประกอบด้วยขดลวด 3 ชุด ขดลวดภายในจะต่อเป็นแบบสตาร์ (Star หรือ WYE) และมีสายต่อมาที่ขั้วต่อสายด้านนอก 3 เส้น (จุดนิวทรอลจะอยู่ด้านใน) ส่วนโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) ไม่มีขดลวดพัน,ไม่มีคอมมิวเตเตอร์ และไม่มีแปรงถ่าน (Brushless)

การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้จะคล้ายกับการทำงานของซิงโครนัสมอเตอร์3 เฟส กล่าวคือเมื่อมีการควบคุมให้คอนโทรลเลอร์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ แกนเหล็กของสเตเตอร์จะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า และหมุนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แปรผันตามความถี่ ซึ่งเรียกว่า"ความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซิงโครนัส (synchronous speed) หรือความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน " และจะดูดให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรหมุนเคลื่อนที่ตาม

จากลักษณะโครงสร้างของโรเตอร์และหลักการทำงานที่เหมือนกับซิงโครนัสมอเตอร์ซึ่งเป็นมอเตอร์แบบเอซี แต่ไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) ไม่มีซี่คอมมิวเตอรเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีชื่อเรียกขานแตกต่างกันออกไป เช่น เรียกทับศัพท์ว่า "Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM)" ซึ่งหมายถึงซิงโครนัสมอเตอร์ที่ไม่มีแปรงถ่าน บ้างก็เรียกว่าเอซีเซอร์โวมอเตอร์หรือบ้างก็เรียกสั้นๆย่อๆว่า AC Brushless หรือ Brushless Motor เป็นต้น

2.5.5 ข้อแตกต่างของเซอร์โวมอเตอร์กับมอเตอร์ชนิดอื่นๆ

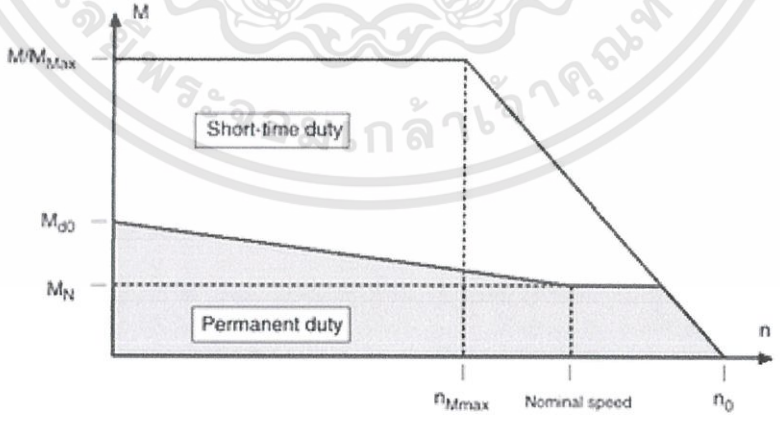
นอกเหนือจากโครงสร้างที่พยายามออกแบบให้โรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร ไม่มีขดลวดพัน ไม่ต้องใช้แปรงถ่านและคอมมิวเตอร์เพื่อลดอันที่จะเกิด จะทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์สูงขึ้น ไม่มีการสูญเสียในขดลวดทองแดง ไม่ต้องบำรุงรักษาเนื่องจากแปรงถ่าน ไม่เกิดประกายไฟเนื่องจากการเรียงกระแสจากแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตอร์ไปยังขดลวดทองแดงที่พันอยู่ในตัวโรเตอร์ การตอบสนองทางด้านไดนามิคส์ที่ดีกว่าคือความแตกต่างที่ชัดเจนของเซอร์โวมอเตอร์ ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเติมเต็มความต้องการคุณสมบัติการตอบสนองด้านไดนามิคส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับงานที่ต้องมีการควบคุมตำแหน่ง (Position Control) ซึ่งเป็นระบบที่ต้องการความละเอียดและความแม่นยำของตัวขับเคลื่อนเป็นอย่างยิ่งในการควบคุมสูงเป็นพิเศษ

ในทางปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณสมบัติดังกล่าว การวิจัยคิดค้นและกระบวนการผลิตจึงได้พยายามออกแบบให้โรเตอร์มีเส้นผ่าศูนย์กลางและรัศมีเล็กๆ รวมถึงการทำให้โรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวรเพื่อเป็นการลดแรงเฉื่อยองโรเตอร์ (Rotor moment of inertia) และชดเชยแรงบิดหรือทอร์คที่หายไปเนื่องจากโรเตอร์มีขนาดเล็กลงด้วยการเพิ่มความยาวโรเตอร์ ดังนั้นรูปร่างโครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์ ที่เราพบเห็นทั่วไปจึงมีลักษณะผอมบางและมีความยาวมากกว่ามอเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป นอกจากนั้นยังมีแรงบิดสูงกว่ามอเตอร์ทั่วไปอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติทั่วๆไปของอินดัคชั่นมอเตอร์ (Asynchronous) กับเซอร์โวมอเตอร์ (P.M.Synchronous Servo motor) [10]

คำอธิบาย	Asynchronous	Permanent Magnet Synchronous Servo
เปรียบเทียบที่พิกัดกำลังเท่าๆกัน (Rated power)	0.75 kW	0.75 kW
ความเร็วพิกัด (Rated speed)	2825 min^{-1}	3000 min^{-1}
แรงบิดพิกัด (Rated torque)	2,5 Nm	2.4 Nm
แรงบิดสูงสุด (Max. torque)	6,6 Nm	12.0 Nm
***** แรงเฉื่อยของโรเตอร์ (Rotor moment of inertia)	5.7 x 10-4 kgm2	2.7 x 10-4 kgm2
เปรียบเทียบเวลาที่ใช้เร่งความเร็วไปที่ 3000 รอบต่อนาที (ตามทฤษฎี) (Theor. acceleration time to 3000 min^{-1})	27 ms	7 ms
กระแสพิกัด (Rated current)	3.0 A	2.6 A
แรงดันพิกัด (Rated voltage)	230 V	190 V
ประสิทธิภาพ (Efficiency)	77 %	88 %



รูปที่ 2.37 กราฟคุณสมบัติด้านความเร็ว - แรงบิดของเซอร์โวมอเตอร์ [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.37 จะเห็นว่าพื้นที่การใช้งานของเซอร์โวจะประกอบด้วย 2 ย่าน คือย่านใช้งานปกติแบบต่อเนื่อง (Permanent duty) และย่านใช้งานช่วงสั้นๆ (Short time duty) ส่วนกราฟก็จะประกอบด้วยแกนความเร็ว (X) และแกนทอร์ค (Y)

แกนความเร็ว (X) จะประกอบด้วย 3 จุดที่ต้องพิจารณาคือความเร็วขณะไม่มีโหลด (no) ,ความเร็วใช้งานปกติตามพิกัด (Nominal Speed) และความเร็วที่จ่ายทอร์คสูงสุด (nMmax)

ส่วนแกนทอร์ค (Y) ก็จะประกอบด้วย 3 จุดที่ต้องพิจารณาเช่นกันคือ ทอร์คที่ใช้งานปกติตามพิกัด (MN) ,ทอร์คในขณะที่หยุดนิ่งอยู่กับที่ (Mdo) และทอร์คสูงสุด (Mmax) โดยแต่ละจุดมีความหมายดังนี้

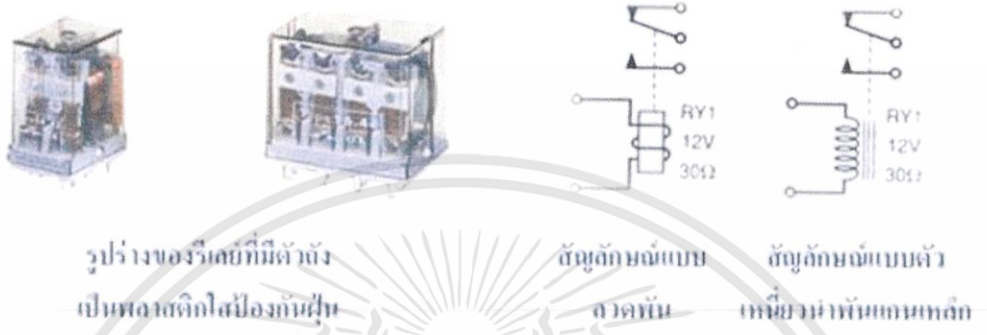
ตารางที่ 2.4 ความหมายของทอร์คแต่ละจุด [10]

อักษรย่อ	คำอธิบาย	หมายเหตุ
MN (Rated Torque)	= ทอร์ค/แรงบิดพิกัด	ย่านที่มอเตอร์สามารถขับโหลดหรือใช้งานต่อเนื่อง
Mdo (Stall Torque)	= ทอร์คขณะหยุดนิ่ง	ทอร์คที่เซอร์โวมอเตอร์สามารถจ่ายโหลดได้ในขณะที่หยุดนิ่งอยู่กับที่หรือความเร็วเป็น 0 รอบ
Mmax	= ทอร์คสูงสุด	แรงบิดสูงสุดที่มอเตอร์สามารถสามารถขับโหลดได้ โดยทั่วไปเซอร์โวมอเตอร์สามารถจ่ายทอร์คสูงสุดได้ประมาณ 5 เท่าของทอร์คพิกัด (Mmax = 5*MN)
nMmax	= ความเร็วขณะทอร์คสูงสุด	ความเร็วขณะที่จ่ายทอร์คสูงสุด
Nominal Speed	= ความเร็วพิกัด	ความเร็วใช้งานปกติ
no	= ความเร็วขณะไม่มีโหลด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

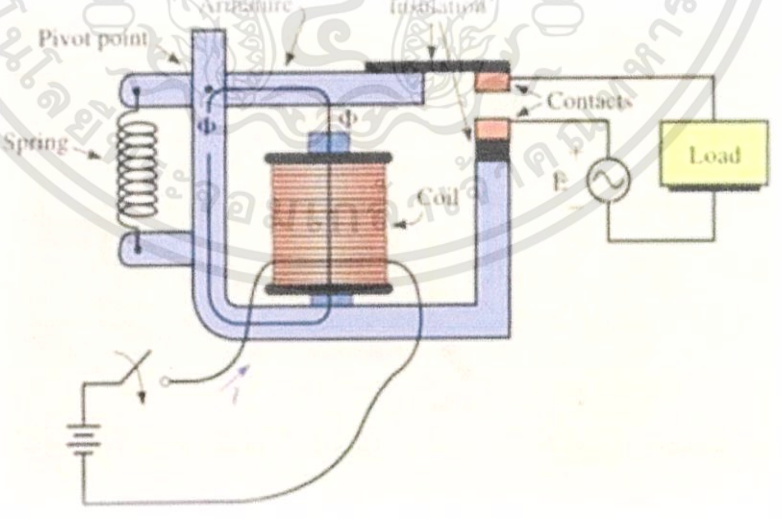
2.6 Relay [11]

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่นิยมนำมาทำเป็นสวิตช์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะต้องป้อนกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดจำนวนหนึ่ง เพื่อนำไปควบคุมวงจรกำลังงานสูง ๆ ที่ต่ออยู่กับหน้าสัมผัสหรือคอนแทกต์ของรีเลย์ รูปที่ 2.38 แสดงรูปร่างและสัญลักษณ์ของรีเลย์



รูปที่ 2.38 รูปร่างและลักษณะของรีเลย์ [11]

หลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์แสดงดังรูปที่ 2.39 การทำงานเริ่มจากปิดสวิตช์ เพื่อป้อนกระแสให้กับขดลวด (Coil) โดยทั่วไปจะเป็นขดลวดพันรอบแกนเหล็ก ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไปดูดเหล็กอ่อนที่เรียกว่าอาร์เมเจอร์ (Armature) ให้ต่ำลงมา ที่ปลายของอาร์เมเจอร์ด้านหนึ่งมักยึดติดกับสปริง (Spring) และปลายอีกด้านหนึ่งยึดติดกับหน้าสัมผัส (Contacts) การเคลื่อนที่อาร์เมเจอร์ จึงเป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัส ให้แยกจากหรือแตะกับหน้าสัมผัสอีกอันหนึ่งซึ่งยึดติดอยู่กับที่ เมื่อเปิดสวิตช์อาร์เมเจอร์ ก็จะกลับสู่ตำแหน่งเดิม เราสามารถนำหลักการนี้ไปควบคุมโหลด (Load) หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

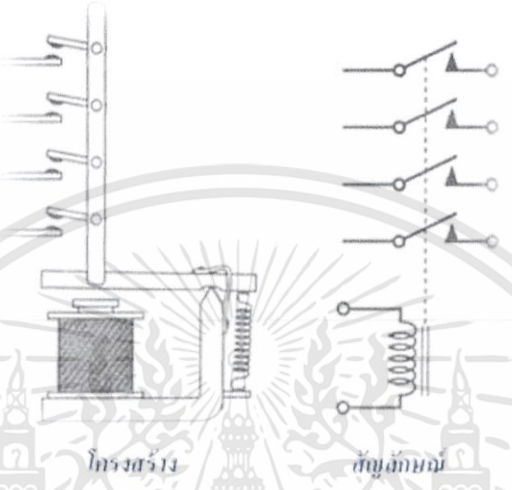


รูปที่ 2.39 หลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์ [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

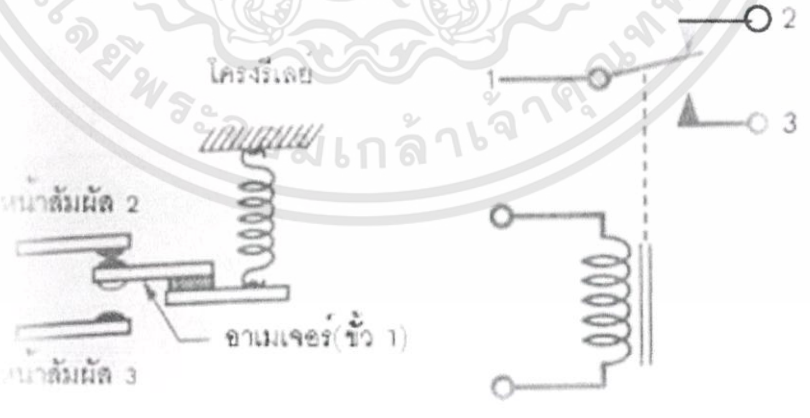
2.6.1 หน้าสัมผัสของรีเลย์

รูปที่ 2.39 แสดงรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัสเพียงชุดเดียว ปัจจุบันรีเลย์ที่มีขดลวดชุดเดียวสามารถควบคุมหน้าสัมผัสได้หลายชุดดังรูปที่ 2.40 อาร์เมเจอร์อันเดียวถูกยึดอยู่กับหน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้ 4 ชุด ดังนั้นรีเลย์ตัวนี้จึงสามารถควบคุมการแตะหรือจากกันของหน้าสัมผัสได้ถึง 4 ชุด



รูปที่ 2.40 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของชุดหน้าสัมผัสแบบ 4PST [11]

แต่ละหน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้มีชื่อเรียกว่าขั้ว (Pole) รีเลย์ในรูปที่ 2.40 มี 4 ขั้ว จึงเรียกหน้าสัมผัสแบบนี้ว่าเป็นแบบ 4PST (Four Pole Single Throw) ถ้าแต่ละขั้วที่เคลื่อนที่แล้วแยกจากหน้าสัมผัสอันหนึ่งไปแตะกับหน้าสัมผัสอีกอันหนึ่งเหมือนกับสวิตช์โยก โดยเป็นการเลือกหน้าสัมผัส ที่ขนาบอยู่ทั้งสองด้านดังรูปที่ 2.41 หน้าสัมผัสแบบนี้มีชื่อว่า SPDT (Single Pole Double Throw)



รูปที่ 2.41 หน้าสัมผัสแบบ SPDT **[11]**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ไม่มีการป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดของรีเลย์ สภาวะ NO (Normally Open) คือ สภาวะปกติหน้าสัมผัสกับขั้วแยกจากกัน ถ้าต้องการให้สัมผัสกันจะต้องป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวด ส่วน สภาวะ NC (Normally Closed) คือสภาวะปกติหน้าสัมผัสกับขั้วสัมผัสกัน ถ้าต้องการให้แยกกันจะต้อง ป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวด นอกจากนี้ยังมีแบบแยกก่อนแล้วสัมผัส (Break-Make) หมายถึงหน้าสัมผัส ระหว่าง 1 และ 2 จะแยกจากกันก่อนที่หน้าสัมผัส 1 และ 3 จะสัมผัสกัน แต่ถ้าหากตรงข้ามกันคือ หน้าสัมผัส 1 และ 2 จะสัมผัสกัน และจะไม่แยกจากกัน จนกว่าหน้าสัมผัส 1 และ 3 จะสัมผัสกัน (Make-Break)

รูปที่ 2.42 หน้าสัมผัสแบบ SPDT แบบ Break – Make และ Make – Break [11]

2.7 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

2.7.1 ภาษา Python [12]

Python เป็นภาษาระดับสูงภาษาหนึ่ง ที่มีความสามารถสูงถูกสร้างขึ้นในปี 1989 โดย Guido van Rossum ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือสามารถรันภาษา Python ได้ทั้ง บนระบบ Unix, Linux, Windows NT, Windows 2000, Windows XP หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD อีก อย่างหนึ่งภาษาตัว นี้เป็นภาษาลักษณะ Open Source เหมือนย่าง PHP

ความสามารถของภาษา Python

ในปัจจุบันภาษาที่ใช้ในการพัฒนา Web Application มีมากมายหลายภาษา อาทิเช่น ภาษา Perl, PHP, JAVA, ASP, Tcl, Python เป็นต้น สำหรับภาษา Python นับว่ายังใหม่ในวงการพัฒนา โปรแกรมบนเว็บ แต่ด้วยข้อดีหลายประการของภาษา Python ทำให้มีผู้นิยมใช้มากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งพอสรุป ข้อดีของภาษา Python ได้ดังนี้

1. ง่ายต่อการเรียนรู้ โดยภาษา Python มีโครงสร้างของภาษาไม่ซับซ้อนเข้าใจง่าย ซึ่งโครงสร้าง ภาษา Python จะคล้ายกับภาษา C มาก เพราะภาษา Python สร้างขึ้นมาโดยใช้ภาษา C ทำให้ผู้ที่ คุ้นเคยภาษา C อยู่แล้วใช้งานภาษา Python ได้ไม่ยาก นอกจากนี้โดยตัวภาษาเองมีความยืดหยุ่นสูงทำให้ การจัดการกับงานด้านข้อความ และ Text File ได้เป็นอย่างดี

2. ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น เพราะตัวแปรภาษา Python อยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์ GNU

3. ใช้ได้หลายแพลตฟอร์ม ในช่วงแรกภาษา Python ถูกออกแบบใช้งานกับระบบ Unix อยู่ก็จริง แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาตัวแปลภาษา Python ให้สามารถใช้กับระบบปฏิบัติการอื่นๆ อาทิเช่น *Linux, Windows 95/98/ME, Windows NT, Windows 2000, OS/2*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาษา Python ถูกสร้างขึ้นโดยได้รวบรวมเอาส่วนดีของภาษาต่างๆ เข้ามาไว้ด้วยกัน อาทิเช่น ภาษา C, C++, Java, Perl

5. ภาษา Python เป็นภาษาประเภท Server side Script คือการทำงานของภาษา Python จะทำงานด้านฝั่ง Server แล้วส่งผลลัพธ์กลับมายัง Client ทำให้มีความปลอดภัยสูง

6 . ใช้พัฒนา Web Service โดยที่ภาษา Python สามารถนำมาพัฒนาเว็บเซอร์วิส รวมทั้งใช้บริหารการสร้างเว็บไซต์สำเร็จรูปที่เรียกว่า Content Management Framework (CMF) ตัวอย่าง CMF ที่มีชื่อเสียงมากและเบื้องหลังทำงานด้วย python คือ Plone

2.7.2 ภาษา PHP[13]

PHP ย่อมาจาก Professional Home Page ซึ่งเป็นภาษาจำพวก Script Language คำสั่งต่างๆ จะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า สคริปต์ (Scrip) และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ซึ่งทำงานโดยการสั่งงานจากเว็บเพจ แต่ไปประมวลผลที่ Web Server สำหรับแสดงเว็บเพจอย่างหนึ่ง ที่จัดอยู่ในกลุ่ม Server Side Script และจะทำงานในฝั่ง Server แล้วส่งการแสดงผลมายัง Browser ของตัว Client นอกจากนี้มันยังเป็น Script ที่ Embed บน HTML อีกด้วย

การแสดงผลของพีเอชพี จะปรากฏในลักษณะHTML ซึ่งจะไม่แสดงคำสั่งที่ผู้ใช้เขียน ซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่พีเอชพีแตกต่างจากภาษาในลักษณะไคลเอนต์-ไซด์ สคริปต์ เช่น ภาษาจาวาสคริปต์ ที่ผู้ชมเว็บไซต์สามารถอ่าน ดูและคัดลอกคำสั่งไปใช้เองได้ นอกจากนี้พีเอชพียังเป็นภาษาที่เรียนรู้และเริ่มต้นได้ไม่ยาก โดยมีเครื่องมือช่วยเหลือและคู่มือที่สามารถหาอ่านได้ฟรีบนอินเทอร์เน็ต ความสามารถการประมวลผลหลักของพีเอชพี ได้แก่ การสร้างเนื้อหาอัตโนมัติจัดการคำสั่ง การอ่านข้อมูลจากผู้ใช้และประมวลผล การอ่านข้อมูลจากดาต้าเบส ความสามารถจัดการกับคุกกี้ ซึ่งทำงานเช่นเดียวกับโปรแกรมในลักษณะCGI คุณสมบัติอื่นเช่น การประมวลผลตามบรรทัดคำสั่ง (command line scripting) ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสร้างสคริปต์พีเอชพี ทำงานผ่านพีเอชพี พาร์เซอร์ (PHP parser) โดยไม่ต้องผ่านเซิร์ฟเวอร์หรือเบราว์เซอร์ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับ Cron (ใน ยูนิกซ์หรือลีนุกซ์) หรือ Task Scheduler (ในวินโดวส์) สคริปต์เหล่านี้สามารถนำไปใช้ในแบบ Simple text processing tasks ได้

ถึงแม้ว่าจุดประสงค์หลักใช้ในการแสดงผล HTML แต่ยังสามารถสร้าง XHTML หรือ XML ได้ นอกจากนี้สามารถทำงานร่วมกับคำสั่งเสริมต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลหลัก PDF แฟลช (โดยใช้ libswf และ Ming) พีเอชพีมีความสามารถอย่างมากในการทำงานเป็นประมวลผลข้อความ จาก POSIX Extended หรือ รูปแบบ Perl ทั่วไป เพื่อแปลงเป็นเอกสาร XML ในการแปลงและเข้าสู่เอกสาร XML เรารองรับมาตรฐาน SAX และ DOM สามารถใช้รูปแบบ XSLT ของเราเพื่อแปลงเอกสาร XML

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 ภาษา JavaScript[14]

จาวาสคริปต์ (JavaScript) เป็นภาษาสคริปต์ ทีมีลักษณะการเขียนแบบโปรโตไทพ (Prototyped-based Programming) ส่วนมากใช้ในหน้าเว็บเพื่อประมวลผลข้อมูลที่ฝั่งของผู้ใช้งาน แต่ก็ยังมีใช้เพื่อเพิ่มเติมความสามารถในการเขียนสคริปต์โดยฝังอยู่ในโปรแกรมอื่นๆ

จาวาสคริปต์ เป็นภาษาในรูปแบบของภาษาโปรแกรมแบบโปรโตไทพ โดยมีโครงสร้างของภาษาและไวยกรณ์อยู่บนพื้นฐานของภาษาซี ปัจจุบันมีการใช้จาวาสคริปต์ที่ฝังอยู่ในเว็บเบราว์เซอร์ในหลายรูปแบบ เช่น ใช้เพื่อสร้างเนื้อหาที่เปลี่ยนแปลงเสมอภายในเว็บเพจ, ใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ผู้ใช้กรอกก่อนนำเข้าระบบ, ใช้เพื่อเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ภายใต้โครงสร้างแบบ Document Object Model (DOM) เป็นต้น

นอกจากนี้จาวาสคริปต์ยังถูกฝังอยู่ในแอปพลิเคชันต่างๆ นอกเหนือจากเว็บเบราว์เซอร์ได้อีกด้วย โดยรวมแล้วจาวาสคริปต์ถูกใช้เพื่อให้นักพัฒนาโปรแกรม สามารถเขียนสคริปต์เพื่อสร้างคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เพิ่มเติมจากที่มีอยู่บนแอปพลิเคชันดั้งเดิม

2.7.4 ภาษา MySQL[15]

MySQL (มายเอสคิวแอล) เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System) โดยใช้ภาษา SQL แม้ว่า MySQL เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส แต่แตกต่างจากซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สทั่วไป

MySQL เป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับฐานข้อมูลสำหรับเว็บไซต์ เช่น มีเดียวิกิ และ phpBB และนิยมใช้งานร่วมกับภาษาโปรแกรม PHP ซึ่งมักจะได้ชื่อว่าเป็นคู่ จะเห็นได้จากคู่มือคอมพิวเตอร์ต่างๆ ที่จะสอนการใช้งาน MySQL และ PHP ควบคู่กันไป นอกจากนี้ หลายภาษาโปรแกรมที่สามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูล MySQL ซึ่งรวมถึง ภาษาซี ซีพลัสพลัส ปาสคาล ซีชาร์ป ภาษาจาวา ภาษาเพิร์ล พีเอชพี ไพทอน รูบี และภาษาอื่น ใช้งานผ่าน API สำหรับโปรแกรมที่ติดต่อผ่าน ODBC หรือ ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาอื่น (database connector) เช่น เอเอสพี สามารถเรียกใช้ MySQL ผ่านทาง MyODBC,ADO,ADO.NET เป็นต้น

โปรแกรมช่วยในการจัดการฐานข้อมูล และ ทำงานกับฐานข้อมูลในการจัดการฐานข้อมูล MySQL คุณสามารถใช้โปรแกรมแบบ command-line เพื่อจัดการฐานข้อมูล (โดยใช้คำสั่ง: mysql และ mysqladmin เป็นต้น). หรือจะดาวน์โหลดโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลแบบ GUI จากเว็บไซต์ของ MySQL ซึ่งคือโปรแกรม: MySQL Administrator และ MySQL Query Browser. เป็นต้น

ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาการพัฒนาอื่น (database connector) มีส่วนติดต่อ (interface) เพื่อเชื่อมต่อกับภาษาในการพัฒนา อื่นๆ เพื่อให้เข้าถึงฟังก์ชันการทำงานกับฐานข้อมูล MySQL ได้เช่น ODBC (Open Database Connector) อันเป็นมาตรฐานกลางที่กำหนดมาเพื่อให้ใช้เป็นสะพานในการเชื่อมต่อกับโปรแกรมหรือระบบอื่นๆ เช่น MyODBC อันเป็นไดรเวอร์เพื่อใช้สำหรับการเชื่อมต่อในระบบปฏิบัติการวินโดว์, JDBC คลาสส่วนเชื่อมต่อสำหรับ Java เพื่อใช้ในการติดต่อกับ MySQL และมี API (Application Programming Interface) ต่างๆมีให้เลือกใช้มากมายในการที่เข้าถึง MySQL โดยไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นอยู่กับภาษาการพัฒนาใดภาษาหนึ่ง นอกเหนือจากตัวเชื่อมต่อกับภาษาอื่น (Connector) ที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมี API ที่สนับสนุนในขณะนี้คือ

- DBI สำหรับการเชื่อมต่อกับ ภาษา perl
- Ruby สำหรับการเชื่อมต่อกับ ภาษา ruby
- Python สำหรับการเชื่อมต่อกับภาษา python
- .NET สำหรับการเชื่อมกับภาษา .NET framework
- MySQL++ สำหรับเชื่อมต่อกับภาษา C++
- Ch สำหรับการเชื่อมต่อกับ Ch (C/C++ interpreter)
- PHP สำหรับการเชื่อมต่อกับภาษาPHP

ทุกวันนี้มีการนำ mysql ไปใช้ในระบบต่างๆมากมาย ไม่ว่าจะเป็นระบบเล็กๆที่มีจำนวนตารางข้อมูลน้อย เช่น ระบบฐานข้อมูลของแผนกเล็กๆ ไปจนถึงระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น ระบบบัญชีเงินเดือน เป็นต้น ซึ่งในที่นี้เราจะใช้ในการบันทึกค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์

2.7.5 Apache[16]

Apache ทำหน้าที่เป็น web server ที่มีผู้ใช้กันทั่วโลก มีหน้าที่ในการจัดเก็บ Homepage ไปยัง Browser ที่มีการเรียกเข้า ยัง web server ที่เก็บ Homepage ซึ่งปัจจุบันจัดได้ว่าเป็น web server ที่น่าเชื่อถือเป็นอย่างมาก อาปาเช่เป็นซอฟต์แวร์ที่อยู่ในลักษณะของโอเพ่นซอร์ส ที่เปิดให้บุคคลทั่วไปได้สามารถเข้ามาร่วมพัฒนาให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ปลาหมอสี [17][18][19]

นักโบราณคดีได้ค้นพบบ่อปลาที่เก่าแก่ที่สุดในยุคสุเมเรียนซึ่งมีอายุกว่า 4,500 ปีมาแล้ว และปลาชนิดแรกที่เชื่อว่าเป็นปลาที่มนุษย์ได้เลี้ยงคือ ปลาคาร์ป ซึ่งทั้งหมดนี้มีไว้เพื่อการบริโภค

สำหรับการเลี้ยงไว้เพื่อความสวยงาม ไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่าเริ่มต้นขึ้นเมื่อใดอีกเช่นกัน ในประเทศจีนและญี่ปุ่นได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ปลาทอง รวมถึงปลาคาร์ป ให้มีรูปร่างและสีสันที่สวยงามแตกต่างไปสายพันธุ์ดั้งเดิมที่มีอยู่ในธรรมชาติ มาแล้วไม่ต่ำกว่า 300-400 ปี โดยมีการส่งออกไปทวีปยุโรปตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 และถูกส่งมาเป็นบรรณาการในรัชสมัยของสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ในศตวรรษที่ 19 ด้วยชนิดของปลาแบ่งออกได้ตามประเภทของปลาใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท คือ ปลาน้ำจืด, ปลาน้ำกร่อย และปลาน้ำเค็ม

2.8.1 ประวัติปลาหมอสี

ปลาหมอสีนั้นเป็นปลาน้ำจืดที่ได้อาศัยอยู่ในแม่น้ำ ทะเลสาบ หนอง บึง คูคลองต่างๆ ในประเทศไทย ไม่ได้มีการยืนยันเป็นที่แน่นอนว่าใครเป็นผู้นำเข้า ซึ่งเมื่อราว ๆ ปี พ.ศ. 2505 มีปลาหมอตัวแรกที่ได้นำเข้ามาและมีชื่อว่า “แจ็คเดมเซย์” ซึ่งถือว่าเป็นตัวแรกที่ได้มีผู้นำเข้ามาเลี้ยง และในเวลาต่อมาก็ได้มีตัวที่2 มีชื่อว่า ออสการ์ เป็นปลาหมออีกชนิดหนึ่งเช่นกัน ต่อมาอีกก็ได้ถูกนำไปแยกสายพันธุ์ออกเป็นออสการ์โดยเฉพาะที่เราเห็นกันอยู่

ประวัติปลาหมอสีที่นำเข้ามานั้น อยู่ในช่วงประมาณ 30 ปีขึ้นไปโดยถิ่นกำเนิดของปลาหมอสี จะแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ 2 กลุ่มก็คือ

1. เป็นกลุ่มที่วางไข่กับพื้น หรือซิคคลาโซน่า จะมีถิ่นกำเนิดมาจากทวีปอเมริกาก็คือแถบๆอเมริกากลาง อเมริกาใต้ บราซิลและลุ่มแม่น้ำอะเมซอนเป็นหลัก ได้แก่ ปลาเซวาลุ่มทอง ที่กำลังนิยมอยู่ในปัจจุบันนี้ นอกจากนี้ยังมีพวกซิลส์ไปลุ่ม และปลาหมอมาคูลิคัวด้า ที่นิยมในตอนนี้

2. เป็นกลุ่มที่อมไข่เอาไว้ในปาก ได้มาจากทะเลสาบทางด้านอัฟริกาหรืออัฟริกาใต้ โดยส่วนใหญ่ปลาที่นิยมเลี้ยงก็จะมาจากทะเลสาบมาลาวี แถว ๆ แถบแทนซาเนีย และก็มีพวก แซ พวกซาอี เป็นพวกที่นิยมจับปลาหมอและก็เอาปลาหมอออกขายสู่ตลาดโลกทำให้เป็นที่รู้จักกันทั่วไป

2.8.2 การเลี้ยงดูปลาหมอสี

ในการที่จะเลี้ยงดูปลาหมอสีนั้นค่อนข้างเป็นการเลี้ยงที่ง่ายมาก เพราะว่าปลาหมอสีนั้น จัดว่าเป็นปลาที่มีความอดทนค่อนข้างสูง กินอาหารง่าย จะกินอาหารจำพวกอาหารสด ลูกกุ้ง ไรทะเล ไส้เดือนหนอนแดง หรืออาหารสำเร็จรูปก็ได้ และมีการถ่ายน้ำเต็มที่ 1 เดือน ให้ถ่ายน้ำได้ 1 ครั้ง หรืออาทิตย์หนึ่งให้ถ่ายน้ำ ออก10% เพื่อเปลี่ยนสภาพของน้ำให้มันดีขึ้นปลาหมอจะได้มีสุขภาพที่ดีด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 ลักษณะนิสัยของปลาหมอสี

ปลาหมอสีนั้นจะมีลักษณะนิสัยเป็นปลาที่จัดได้ว่าค่อนข้างรักถิ่น หวงแหนที่อยู่ และถิ่นกำเนิดของตัวเอง ดังนั้นจึงมีความก้าวร้าวอยู่พอสมควร และถ้าหากมีปลาตัวอื่นหลงเข้าไปในถิ่นของมัน หรือที่ที่ปลาหมอสีได้สร้างอาณาจักรเอาไว้ก็จะโดนไล่กัดทันที

2.8.4 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับการเลี้ยงปลา

• แสงสว่าง

ทฤษฎี : การจัดแสงสว่างที่เหมาะสมนั้นส่งผลต่อปลาไม่ให้ตื่นตกใจได้ง่าย และเป็นการเพิ่มความสว่างให้ปลา นอกจากนั้นยังเป็นการเร่งสีของปลาอีกด้วย

การจัดการที่ดี : ควรเปิด-ปิดไฟให้เหมาะสมต่อช่วงเวลาไม่ควรเปลี่ยนกะทันหันอาจทำให้ปลาตกใจส่งผลให้สีตกได้

ข้อแนะนำ : การเปิด-ปิดควรเปิดในช่วงเวลาหัวค่ำแล้วปิดในช่วงเช้า

• อุณหภูมิ

ทฤษฎี : อุณหภูมินั้นเป็นตัวควบคุมปฏิกิริยาเคมีต่างๆ รวมทั้งส่งผลต่อพฤติกรรมของปลาที่เลี้ยงและส่งผลต่อโรคบางชนิด

การจัดการที่ดี : ควบคุมอุณหภูมิให้พอเหมาะต่อปลาแต่ละชนิด การปรับเปลี่ยนอุณหภูมิควรจะค่อยๆเปลี่ยนแปลงไปอย่างช้าๆ โดยเฉพาะช่วงหน้าร้อน อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นและหน้าหนาวอุณหภูมิจะลดลง ต้องควบคุมให้เหมาะสม

ข้อแนะนำ : อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาคือช่วง 28 – 32 องศาเซลเซียส

• ระดับน้ำ

ทฤษฎี : ระดับน้ำส่งผลต่อระดับการทำปฏิกิริยาเคมีในน้ำต่างๆ รวมทั้งพื้นที่ในการเคลื่อนไหวของปลา นิสัยการกินอาหารของปลา

การจัดการที่ดี : ควรจัดการระดับน้ำให้เหมาะกับขนาดตู้ เพื่อให้ปลามีพื้นที่ใช้สอยอย่างเพียงพอ ระดับน้ำไม่ควรจะสูงหรือต่ำเกินไป

ข้อแนะนำ : ควรจัดระดับน้ำให้ห่างจากขอบบนของตู้ประมาณ 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• อาหาร

ทฤษฎี : การให้อาหารปลาเกินขนาดจะส่งผลให้น้ำคุณภาพลดลงได้ และควรให้เป็นเวลา

การจัดการที่ดี : การให้อาหารควรจะให้ในเวลากลางวันและให้เป็นเวลา ขนาดที่ให้ไม่ควรมากเกินไปตามจำนวนปลา เพราะจะทำให้อาหารที่เหลือส่งผลให้คุณภาพน้ำลดลง

ข้อแนะนำ : ให้อาหารในเวลากลางวัน และเป็นเวลาในช่วงกลางวัน ปรับปริมาณอาหารที่จะให้ทุกๆ 1-2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

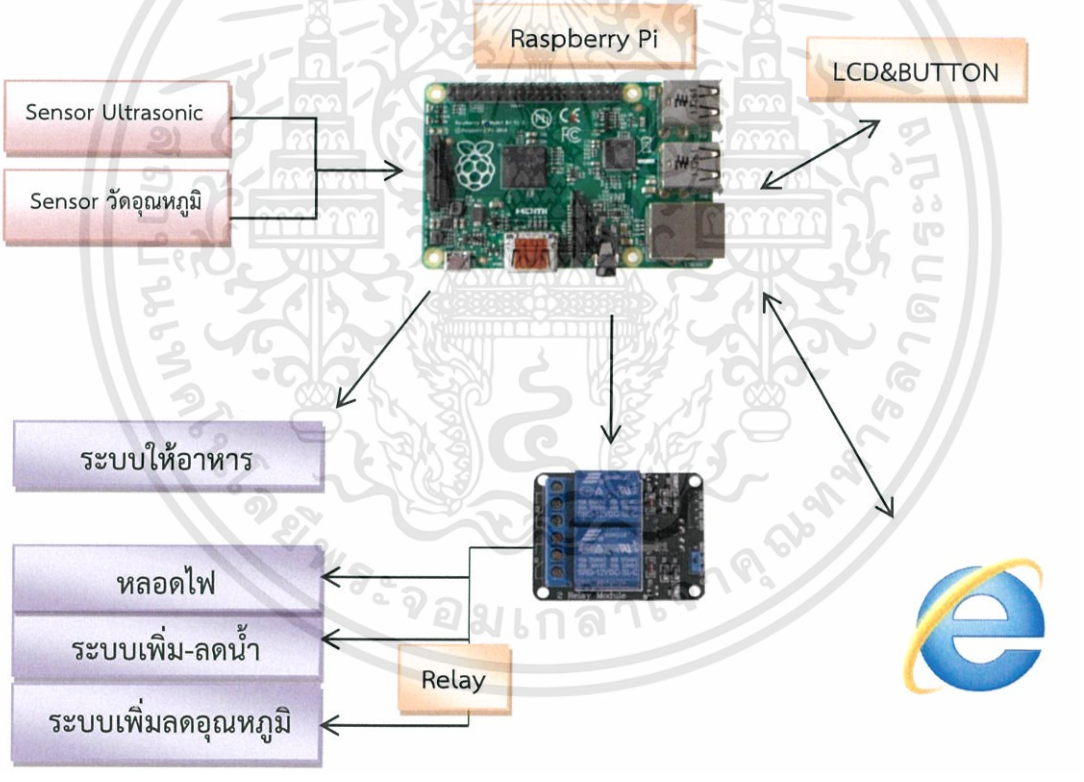
บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบและพัฒนาระบบช่วยเหลือการเลี้ยงปลาในตู้ปลา จะนำทฤษฎีจากบทที่ 2 มาใช้สำหรับออกแบบและพัฒนาระบบ โดยเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมของระบบช่วยเหลือการเลี้ยงปลาในตู้ปลา และอธิบายรายละเอียดต่างๆในการออกแบบและพัฒนาระบบ

3.1 องค์ประกอบของระบบ

การออกแบบระบบนั้นมีองค์ประกอบโดยรวมแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 องค์ประกอบของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปองค์ประกอบของระบบการออกแบบและพัฒนาระบบช่วยเหลือการเลี้ยงปลาในตู้ปลาจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วนที่สำคัญดังนี้

1) ส่วนฮาร์ดแวร์

• **หน่วยประมวลผลกลาง** เลือกใช้ Raspberry Pi เป็นหน่วยประมวลผลค่าจากเซ็นเซอร์ที่รับมา เป็นตัวสั่งงานอุปกรณ์ และเป็น Web Server เพื่อใช้งานผ่าน Internet

• **เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)** ได้เลือกใช้ไอซี DS18B20 ซึ่งให้ค่าเป็นแบบดิจิตอล

• **เซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิค (Ultrasonic Sensor)** ได้เลือกใช้ HC-SR04 ใช้ในการวัดระยะทางจากตัวเซ็นเซอร์ไปยังผิวน้ำเพื่อวัดระยะทาง

• **วงจรรีเลย์ควบคุม** เลือกใช้รีเลย์โมดูล 8 Channel ชนิด 5 ขา 2 หน้าสัมผัส แรงดันใช้งาน 5VDC และกระแสผ่านหน้าสัมผัสที่ 10 A 250 VAC

• **หลอดไฟ** เลือกใช้หลอดไฟสีชมพูขนาด 300mm ใช้ไฟขนาด 6W 200V/220V

• **ปรับระดับน้ำ** เลือกใช้ปั๊มน้ำ Max.Flow 4.0 LPM

• **ให้อาหาร** เลือกใช้ Servo motor ควบคุมการเปิดปิดให้อาหาร

• **การปรับอุณหภูมิ** เลือกใช้ Peltier ในการปรับอุณหภูมิเพราะสามารถทำความร้อนและความเย็น

• **ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (LCD Display & Button)**

2) ส่วนซอฟต์แวร์

• **ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Internet Application)**

• **ส่วนติดต่อกับฐานข้อมูล**

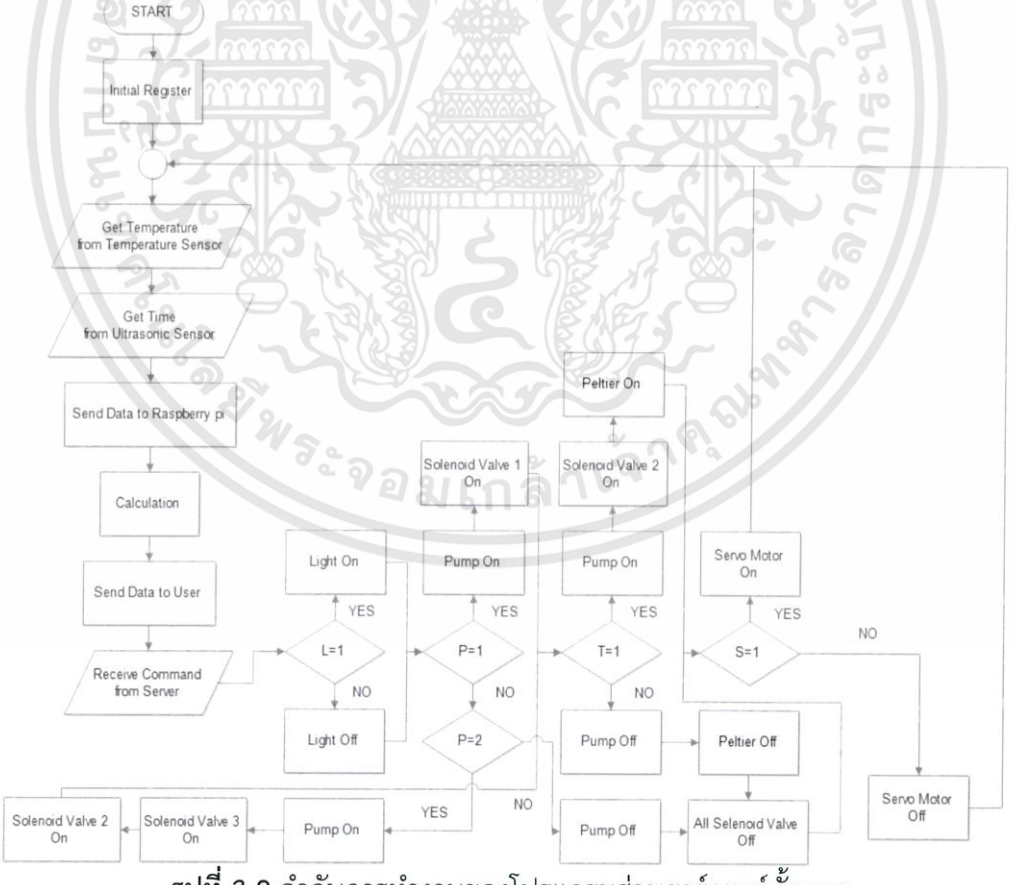
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ซึ่งประกอบไปด้วย บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry pi เซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ เซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิควัดระดับน้ำ หลอดไฟ ปั๊มน้ำ โซลินอยวาล์ว เพลเทียร์ และวงจรรีเลย์ควบคุม ได้มีการออกแบบและพัฒนาโดยใช้ภาษา Python ใน Raspberry Pi ติดต่อควบคุมและรับค่าจากเซ็นเซอร์ โดยจะรับค่าจากเซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิและเซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิค แล้วประมวลผลและแสดงค่าที่ได้ให้กับผู้ใช้ผ่านเว็บแอปพริเคชั่น ผ่านทางอินเทอร์เน็ตและมีการรับค่าจากผู้ใช้กลับมายัง Raspberry pi เพื่อที่จะประมวลผลสั่งงานอุปกรณ์ ควบคุมการเปิด-ปิดไฟ เปิด-ปิดปั๊มน้ำ เปิด-ปิดเซอร์โวมอเตอร์ และเปิดปิดเพลเทียร์ที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ โดยมีวงจรรีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ในการตัดต่อวงจร ซึ่งในส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะแบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆคือ การตรวจวัดอุณหภูมิและระยะทาง การควบคุมหลัก และหน้าจอแสดงผล

3.2.1 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนฮาร์ดแวร์

ลำดับการทำงานของโปรแกรมในส่วนฮาร์ดแวร์ทั้งหมดเป็นดังนี้



รูปที่ 3.2 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนฮาร์ดแวร์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 ลำดับการทำงานเริ่มต้นจากการกำหนดค่ารีจีสเตอร์ (Initial Register) ต่อมาจะทำการรับค่าจากเซ็นเซอร์ที่ละตัวมาที่ Raspberry pi จากนั้นจะทำการประมวลผลพร้อมส่งค่าไปยังผู้ใช้ หลังจากนั้นเมื่อได้รับคำสั่งกลับมาก็จะทำการตรวจสอบค่า L = 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมให้ไฟเปิด (Light On) แต่ถ้าไม่ใช่จะควบคุมให้ไฟปิด (Light Off) หลังจากนั้นตรวจสอบค่าถ้า P = 1 จะควบคุมปั้มน้ำ (Pump On) และเปิดวาล์วตัวที่1 (Solenoid Valve 1 On) เพื่อเพิ่มระดับน้ำ ถ้าไม่ใช่จะตรวจสอบค่าถ้า P = 2 จะควบคุมปั้มน้ำ (Pump On) และเปิดวาล์วตัวที่ 2 และ 3 (Solenoid Valve 2&3 On) เพิ่มลดระดับน้ำ แต่ถ้าไม่ใช่จะปิดปั้มน้ำ (Pump Off) และวาล์วทั้งหมด (All Solenoid Valve Off) หลังจากนั้นตรวจสอบค่าถ้า T = 1 จะเปิดปั้มน้ำ (Pump On) วาล์วตัวที่ 2 (Solenoid Valve 2 On) และเพลเทียร์ (Peltier On) เพื่อปรับอุณหภูมิน้ำ แต่ถ้าไม่ใช่จะปิดปั้มน้ำ (Pump Off) เพลเทียร์ (Peltier Off) และ วาล์วทั้งหมด (All Solenoid Valve Off) หลังจากนั้นตรวจสอบค่า S = 1 ถ้าใช่จะเปิดเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor On) เพื่อให้อาหาร ถ้าไม่จะปิดเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor Off)

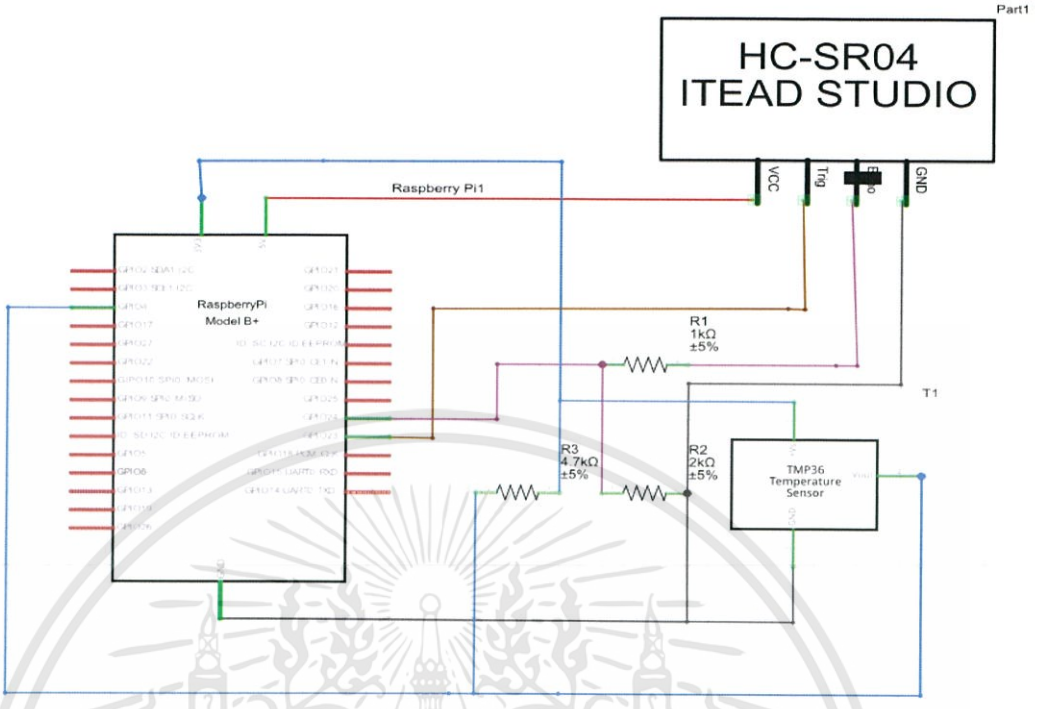
3.2.2 ชุดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและระยะทาง

การตรวจวัดอุณหภูมิและระยะทางจะใช้ Raspberry pi รับค่าโดยตรงจากเซ็นเซอร์ DS18B20 และเซ็นเซอร์ HC-SR04 ซึ่งจะได้ค่าอุณหภูมิ และระยะทาง ในการนำไปประมวลผล

3.2.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้

- ตัวต้านทาน 1 กิโลโอห์ม	จำนวน 1 ชิ้น
- ตัวต้านทาน 4.7 กิโลโอห์ม	จำนวน 1 ชิ้น
- ตัวต้านทาน 2 กิโลโอห์ม	จำนวน 1 ชิ้น
- เซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิค HC-SR04	จำนวน 1 ตัว
- เซ็นเซอร์อุณหภูมิ DS18B20	จำนวน 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

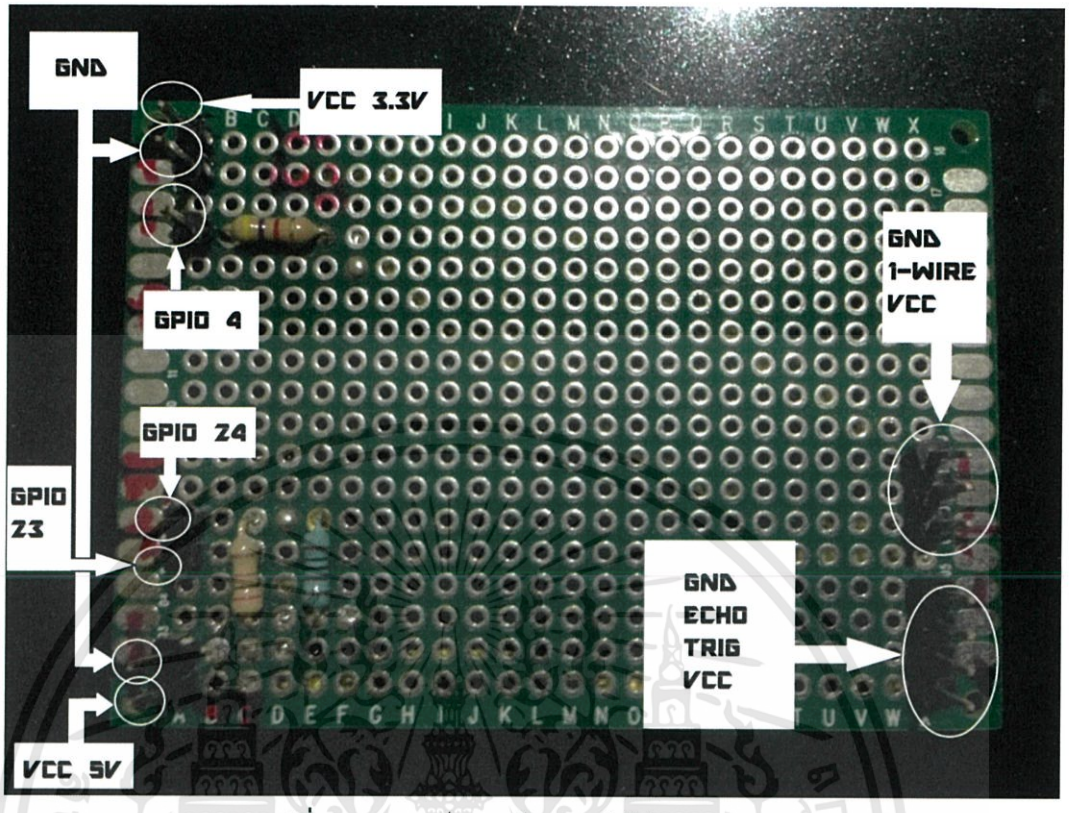


รูปที่ 3.3 วงจรเซ็นเซอร์

3.2.2.2 การออกแบบชุดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและระยะทาง

จากรูปที่ 3.3 แสดงถึงวงจรของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและระยะทางโดย เซ็นเซอร์วัดระยะทางจะใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 5V โดยต่อขา Trig เข้ากับ GPIO23(OUTPUT) ทำหน้าที่รับสัญญาณขาออก และ Echo ต่อเข้ากับ GPIO24(INPUT) ทำหน้าที่รับสัญญาณขาเข้าโดยมีตัวต้านทาน 1 กิโลโอห์มต่อกับตัวต้านทาน 2 กิโลโอห์มที่ต่อลงกราวด์เพื่อลดกระแสไฟฟ้าเนื่องจากป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าเกิน ซึ่ง Raspberry Pi ใช้กระแสไฟฟ้าที่ 3.3V ส่วนวงจรของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ จะใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 3.3V ต่อเข้าขา VCC และ GND ต่อเข้าขากราวด์ ส่วนของขา Vout ซึ่งเป็นขา 1-wire ต่อเข้ากับ GPIO04 โดยต้องมีการจ่ายกระแสไฟฟ้า 3.3V ให้ขา Vout ผ่านตัวต้านทาน 4.7 กิโลโอห์มเพื่อให้ขา 1-wire มีกระแสไฟฟ้าเพียงพอต่อการใช้งาน โดยวงจรเซ็นเซอร์นั้นได้ทำการออกแบบ ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรเซ็นเซอร์บนบอร์ดไข่ปลา

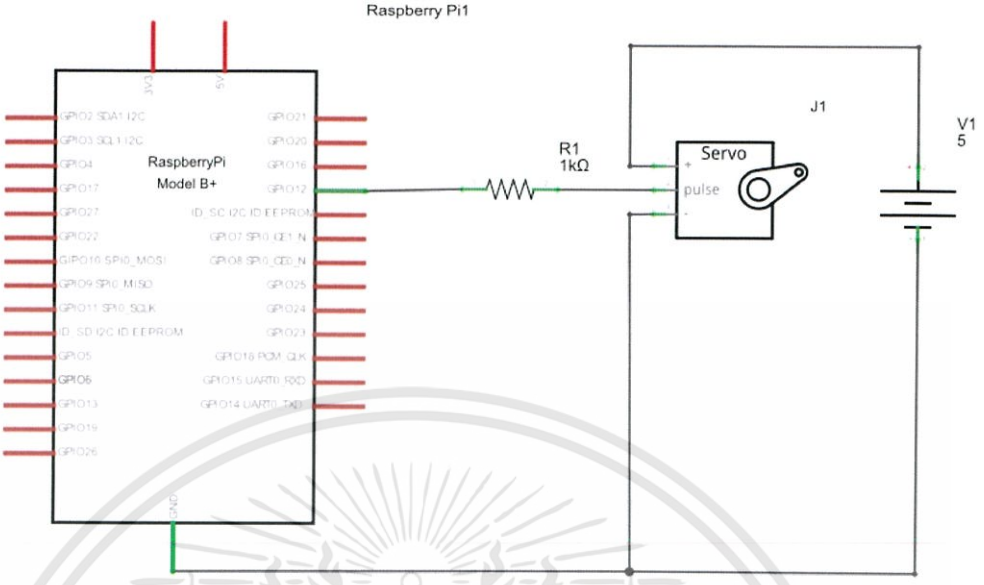
3.2.3 ชุดควบคุมหลัก

ในส่วนนี้จะประกอบด้วย Raspberry pi เป็นตัวประมวลผลเพื่อสั่งงานปั๊มน้ำ โซลินอยวาล์ว เพลเทียร์ โดยมีวงจรรีเลย์ควบคุม ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ในการปิด-เปิดอุปกรณ์ และควบคุม Servo Motor เพื่อใช้ในการควบคุมการให้อาหาร

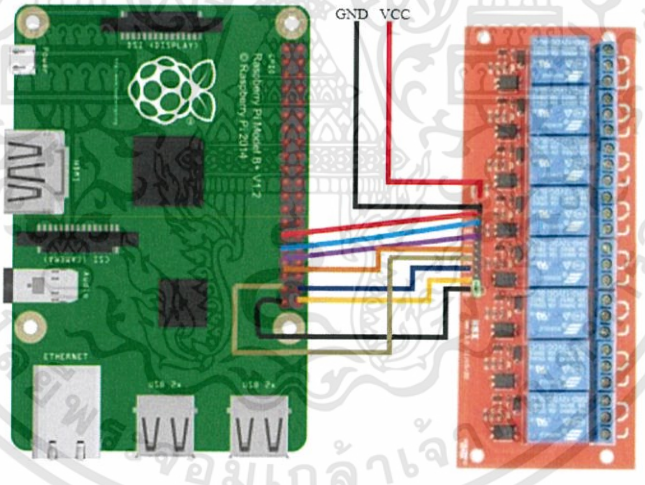
3.2.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้

- ตัวต้านทาน 1 กิโลโอห์ม จำนวน 1 ชิ้น
- เซอร์โวมอเตอร์ จำนวน 1 ตัว
- รีเลย์โมดูล 8 แชนแนล จำนวน 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

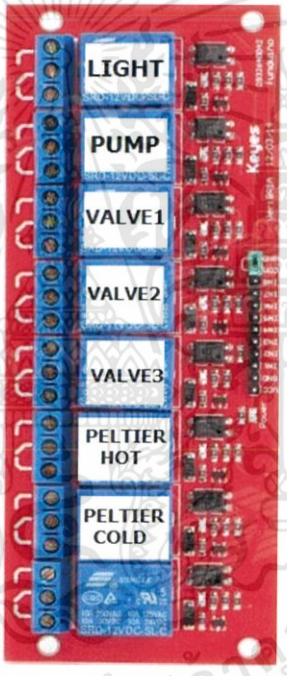


รูปที่ 3.6 วงจรควบคุม Relay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2 การออกแบบชุดควบคุมหลัก

จากรูปที่ 3.5 เนื่องจากเซอร์โวมอเตอร์ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5V และใช้กระแสไฟฟ้าเป็นจำนวนมากจึงต้องต่อกับแหล่งจ่ายไฟภายนอก และเนื่องจากขา GPIO ของ Raspberry Pi รองรับแรงดันเพียง 3.3V จึงต่อตัวต้านทานที่ขา 1 กิโลโอห์มที่ขา pulse เชื่อมต่อไปยังขา GPIO12 และต่อกราวด์ เข้าทั้งกราวด์ของ Raspberry Pi และแหล่งจ่ายไฟภายนอก และจากรูปที่ 3.9 การต่อรีเลย์โมดูลเข้ากับ Raspberry Pi จะใช้แรงดันไฟฟ้า 5V เข้าที่ขา VCC และต่อขา GND เข้ากับกราวด์ โดยขา IN1 – IN8 จะเป็นขาที่รับคำสั่งของรีเลย์แต่ละตัวตามลำดับ และต่อขา COM เข้ากับกราวด์ของ Raspberry Pi เพื่อแยกกราวด์ของอินพุท และกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟออกจากกันเพื่อป้องกันปัญหาเรื่องความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าโดยใช้ทั้งหมด 7 ตัวแบ่งหน้าที่ควบคุมดังรูปที่ 3.7



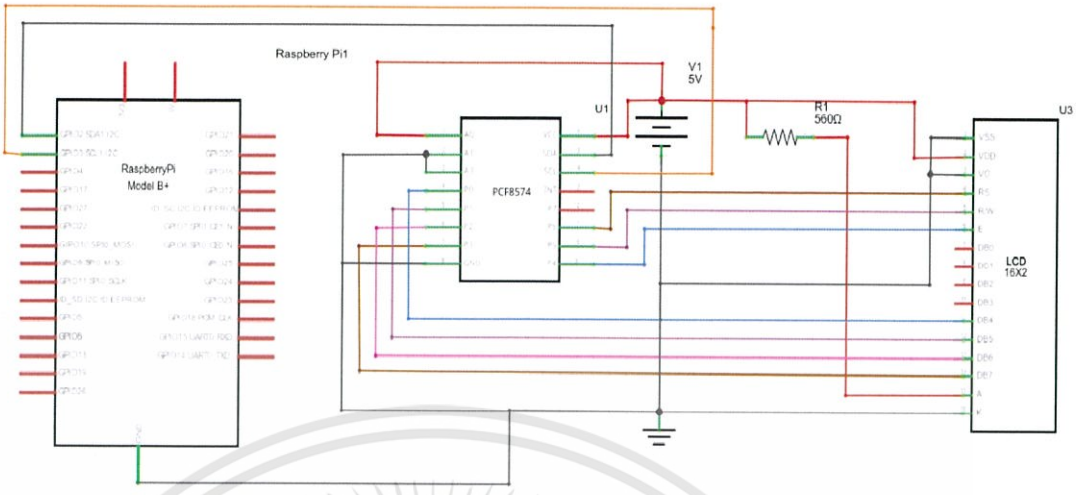
รูปที่ 3.7 การแบ่งหน้าที่ของรีเลย์

3.2.4 หน้าจอแสดงผล

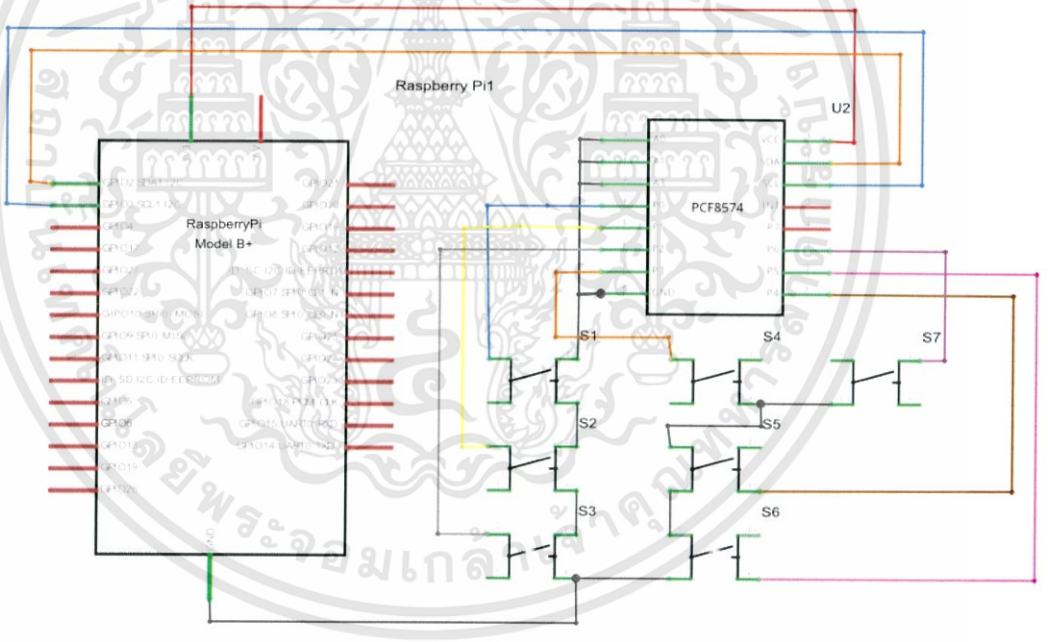
3.2.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้

- ตัวต้านทาน 560 โอห์ม	จำนวน 1 ชิ้น
- IC PCF8574	จำนวน 2 ชิ้น
- สวิตช์ 4 ขา	จำนวน 7 ชิ้น
- LCD 16x2	จำนวน 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรหน้าจอแสดงผล

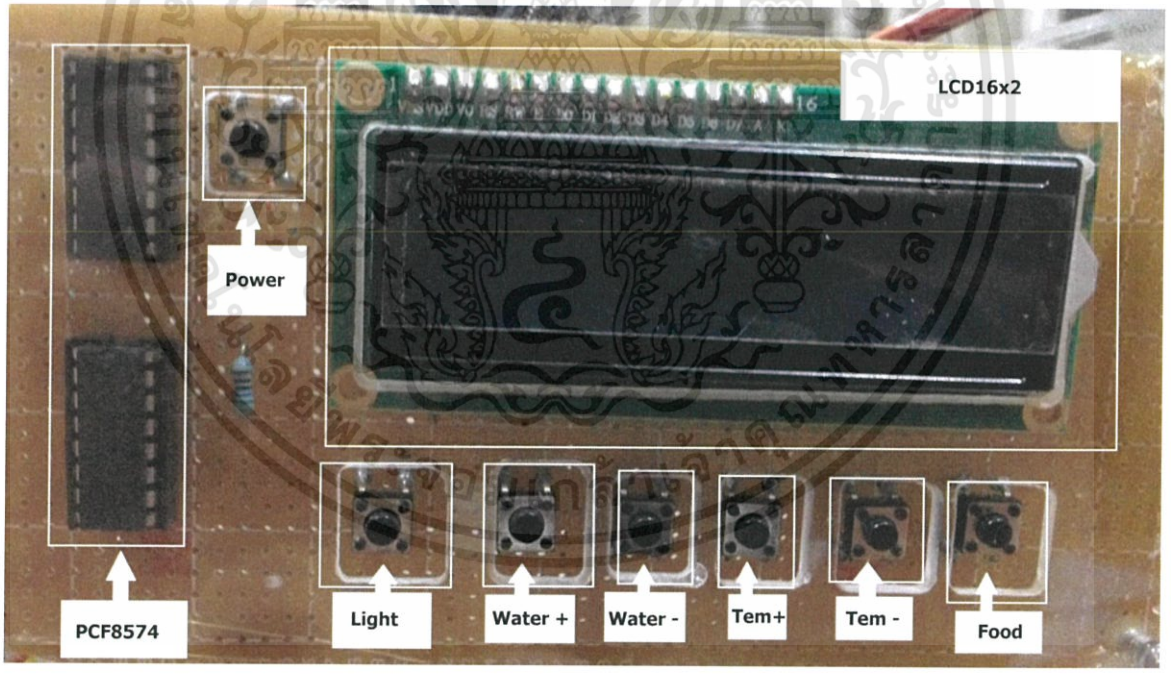


รูปที่ 3.9 วงจรปุ่มกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2 การออกแบบหน้าจอแสดงผล

จากรูปที่ 3.8 จะเป็นวงจรสำหรับการแสดงผลผ่าน LCD 16x2 โดยใช้งานผ่าน IC PCF8574 ซึ่งเป็น Expander IC สามารถใช้ขยายพอร์ทอินพุท/เอ้าพุทได้ โดยใช้พอร์ท I2C โดยการเชื่อมต่อจะเชื่อมต่อขา VSS ต่อกราวด์ VDD ต่อกับแรงดันไฟฟ้า 5V ขา VO จะเป็นขาปรับความเข้มของการแสดงผลต่อกับกราวด์ RS เป็นขา Register Select ต่อกับ P6 ของ IC ซึ่งมี 2 โหมดคือ 0 จะติดต่อกับรีจิสเตอร์คำสั่ง 1 จะติดต่อกับรีจิสเตอร์ข้อมูล ขา R/W ต่อกับ P5 ทำหน้าที่คือ 0 จะเป็นการเขียนข้อมูล 1 จะเป็นการอ่านข้อมูล ขา E จะต่อกับ P4 ทำหน้าที่อนุญาตสัญญาณ DB4-7 จะต่อกับ P0-P3 ตามลำดับ เป็นบิตข้อมูล ซึ่งได้ลบจำนวนบิตต่ำกว่าจำนวน 4 บิตและใช้บิตที่สูงกว่าจำนวน 4 บิตเท่านั้นซึ่งเพียงพอต่อจอ LCD 16x2 ที่ใช้เพียง 16 Character 2 Line เท่านั้น ขา A ต่อกับ แรงดันไฟฟ้า 5V และขา K ต่อกับกราวด์ โดยทั้งคู่จะเป็นส่วนของแสง Back Light โดยแสดงสถานะหลอดไฟ ระดับน้ำ ระดับอุณหภูมิ และจากรูปที่ 3.9 จะเป็นส่วนของปุ่มกด โดยจะใช้ PCF8574 เป็นตัวรับค่าโดยแต่ละปุ่มนั้นจะ Active low โดยใช้ทั้งหมด 7 ปุ่ม ปุ่มปิดเครื่องจำนวน 1 ปุ่ม ปุ่มเพิ่ม-ลดระดับน้ำจำนวน 2 ปุ่ม ปุ่มเพิ่ม-ลดอุณหภูมิจำนวน 2 ปุ่ม ปุ่มให้อาหารจำนวน 1 ปุ่ม โดยการออกแบบดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 หน้าจอแสดงผลบนบอร์ดไข่ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์

3.3.1 ซอฟแวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

โดยซอฟแวร์ที่ใช้ในการเขียนและพัฒนาระบบในส่วนของ Raspberry Pi จะแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ซอฟแวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

ที่	อุปกรณ์	ซอฟแวร์ที่ต้องการ
2.	Raspberry Pi	1) Linux Operating System 2) MySQL 3) Nano 4) Supervisord 5) Apache
3.	Laptop	1) PuTTy 2) WinSCP

จากตารางที่ 3.1 แสดงถึงซอฟแวร์ที่ต้องการในการพัฒนาระบบ เริ่มจาก Raspberry pi รับค่าจากเซนเซอร์ DS18B20 และ HC-SR04 เพื่อประมวลผลข้อมูลจากเซนเซอร์และบันทึกลงฐานข้อมูล ซึ่งต้องมีการติดตั้งระบบปฏิบัติการเพื่อให้ Computer Hardware ติดต่อกับ Software ที่พัฒนาได้ สำหรับ Raspberry Pi จะใช้ระบบปฏิบัติการ Linux เป็นหลัก

ข้อมูลจะบันทึกอยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลบน MySQL Server ซึ่งเป็นรูปแบบรองรับผู้ใช้งานได้หลากหลายและง่ายต่อการพัฒนา เหมาะกับการใช้งานในระบบที่มีการใช้งานพร้อมกัน ซึ่งตรงกับความต้องการของระบบนี้

ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์หรือสั่งการใช้งาน GPIO บน Raspberry Pi เพื่อให้สะดวกต่อการพัฒนาจำเป็นต้องใช้ไลบรารี่ RPi.GPIO เพื่อสะดวกต่อการเรียกใช้งานและสั่งการพอร์ทของ Raspberry pi

เนื่องจากระบบจะต้องพร้อมรับข้อมูลที่ส่งมาจากเซ็นเซอร์ตลอดเวลา จึงต้องมีการรันโปรแกรมพร้อมๆกันหลายตัว Supervisord ช่วยในส่วนการจัดการสั่งรันโปรแกรมในรูปแบบ Background ซึ่งจะทำให้ไม่มีการทำงานซ้อนกันในแต่ละโปรแกรม พร้อมทั้งตรวจสถานะในการทำงานของโปรแกรมนั้นได้อีกด้วย

Nano เป็นซอฟแวร์ที่แก้ไขไฟล์ เป็นโปรแกรมหลักในการเขียนโปรแกรม Python นอกจากนั้นยังใช้แก้ไขไฟล์ตั้งค่าต่างๆของระบบอีกด้วย

ระบบนี้ใช้ Raspberry Pi เป็นตัวเซิฟเวอร์ในการส่งข้อมูลแก่ผู้ใช้ จึงต้องมีการติดตั้งซอฟแวร์ Apache และตั้งค่าให้มีการเชื่อมต่อในวง LAN เพื่อใช้ในการพัฒนา

การเขียนโปรแกรม การติดตั้งโปรแกรมทุกอย่างจะกระทำบน Laptop เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi โดยผ่าน USB , LAN ผ่านโปรแกรม PuTTy โดยเขียนโปรแกรมผ่านโปรแกรม Nano

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

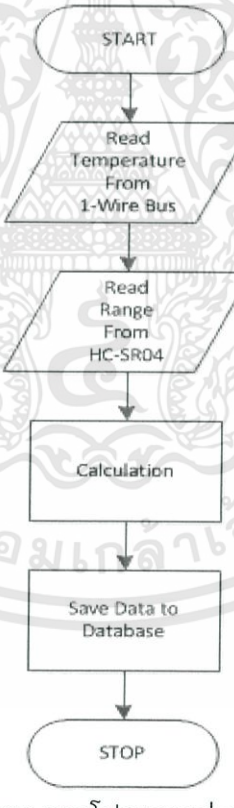
3.3.2 การออกแบบซอฟแวร์

ในการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Web Application) ได้มีการพัฒนาโดยใช้ภาษาHTML ผ่านโปรแกรม Dreamweaver ร่วมกับภาษา PHP SQL JavaScript โดยในส่วนผู้ใช้จะสามารถรับข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ระดับน้ำ และสถานะต่างๆ โดยสามารถควบคุมหลอดไฟ และให้อาหารได้

ในส่วนต่อไปเป็นส่วนของการตั้งค่า โดยสามารถตั้งเวลา โดยสามารถเลือกเปิด-ปิด การตั้งเวลาและตั้งเวลาของการให้อาหารและระดับให้อาหาร และเปิด-ปิดไฟ ตั้งอุณหภูมิ ตั้งระดับน้ำ และตั้งขนาดของตู้ได้

3.3.2.1 ซอฟแวร์ส่วนเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและระยะทาง

ส่วนตรวจวัดความชื้นจะใช้ Raspberry pi ในการรับค่าจากเซ็นเซอร์ DS18B20 และเซ็นเซอร์ HC-SR04 มาประมวณผลโดยตรงเพื่อประมวลผล ซึ่งลำดับการทำงานของโปรแกรมในส่วนวัดอุณหภูมิและระยะทางจะแสดงในรูปที่ 3.11

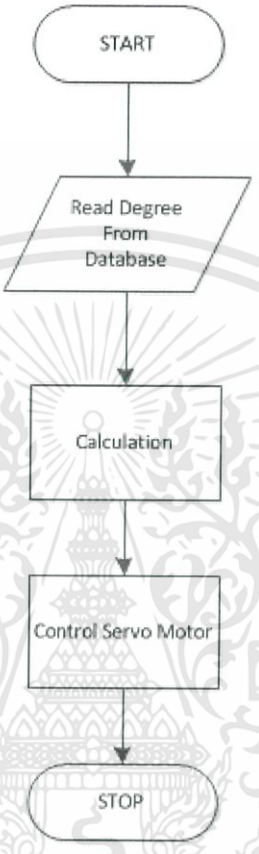


รูปที่ 3.11 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนวัดอุณหภูมิและระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 ซอฟแวร์ส่วนควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

ในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ได้เขียนฟังค์ชั่นให้ผู้ใช้ปรับระดับได้ด้วยตนเองโดยใช้องศาเป็นตัวกำหนดสั่งงานผ่านเว็บไซต์ โดยมีฐานข้อมูลเป็นสื่อกลางโดยลำดับโปรแกรมจะแสดงในรูปที่ 3.12

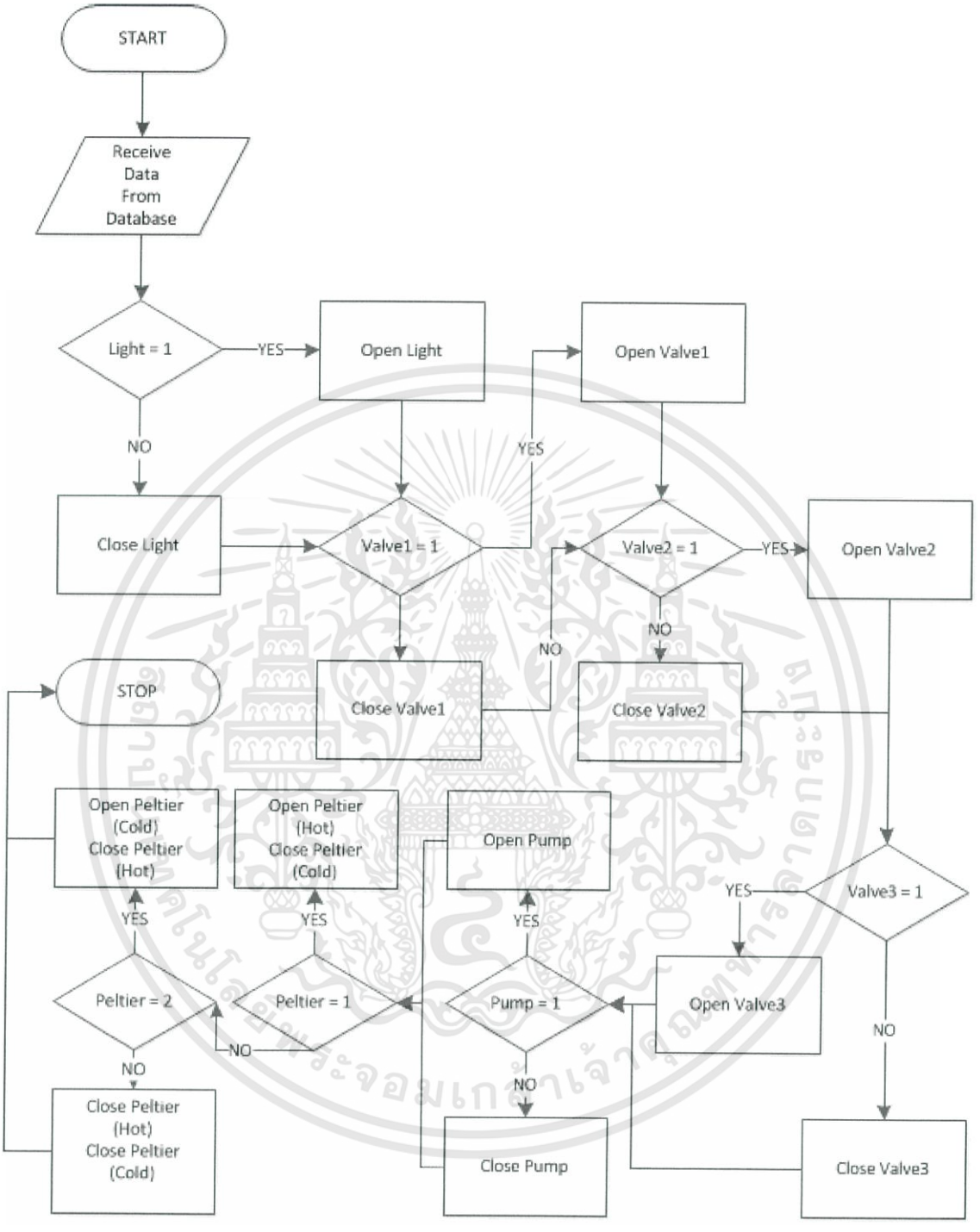


รูปที่ 3.12 ลำดับการทำงานของส่วนควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

3.3.2.3 ซอฟแวร์ส่วนควบคุมรีเลย์

ในการควบคุมรีเลย์ได้มีการเขียนโปรแกรมให้เปิด-ปิดได้ทีละระบบเพื่อควบคุมให้คงที่ การควบคุมจะมีทั้ง 5 โหมด โหมดแรกจะเป็นการเปิด-ปิดไฟ ประกอบด้วยการควบคุมรีเลย์โดยตรง 1 ตัว โหมดที่ 2 จะเป็นการ เพิ่มน้ำ จะเปิดโซลินอยวาล์ว 2 ตัว และปั๊ม เช่นเดียวกับโหมดที่ 3 เป็นการลดน้ำ และโหมดที่ 4 และ 5 เป็นการเพิ่ม-ลดอุณหภูมิ จะเปิดปั๊ม และ โซลินอยวาล์วเพียงตัวเดียว สลับโหมดโดยใช้รีเลย์กลับขั้วของเพลเทียร์โดยมีลำดับการทำงานดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



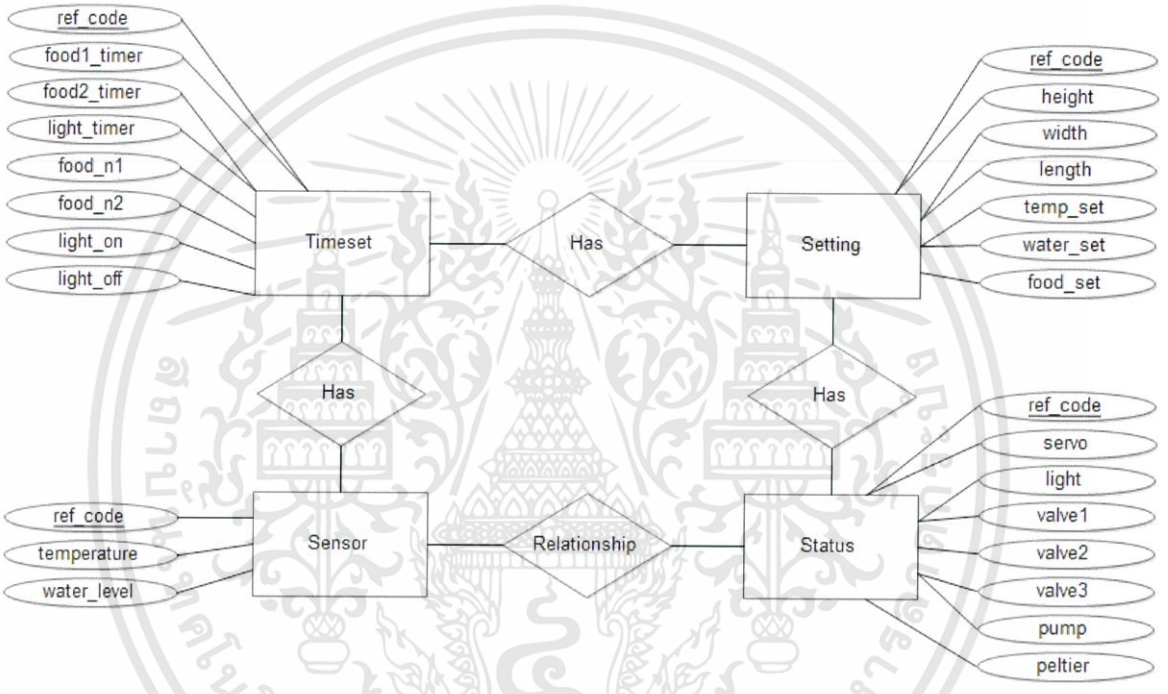
รูปที่ 3.13 ลำดับการทำงานของส่วนควบคุมรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การออกแบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลในระบบนี้มีความสำคัญในการเชื่อมต่อการทำงานของซอฟแวร์อื่นๆในระบบ ในสร้างฐานข้อมูลนั้นใช้ภาษา Python ในการเขียนและใช้ library MySQLdb โดยในการนำมาใช้นั้นจะเน้นใช้ในการเป็นสื่อกลางการติดต่อสื่อสารระหว่างส่วนต่างๆ และใช้ข้อดีของ MySQL ที่สามารถรองรับผู้ใช้ได้พร้อมกัน

3.3.3.1 การออกแบบฐานข้อมูล



รูปที่ 3.14 ฐานข้อมูลของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.2 ตารางฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.2 Timeset เก็บรายละเอียดการตั้งเวลา

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
ref_code	varchar(4)	PK	รหัสอ้างอิง	0000
food1_timer	boolean		สถานะ การตั้งเวลาให้อาหารครั้งที่ 1 0 = ปิด 1 = เปิด	0
food2_timer	boolean		สถานะ การตั้งเวลาให้อาหารครั้งที่ 2	0
light_timer	boolean		สถานะ การตั้งเวลาเปิด-ปิดหลอดไฟ	0
food_n1	time		เวลาให้อาหารครั้งที่ 1	01:30
food_n2	time		เวลาให้อาหารครั้งที่ 2	23:59
light_on	time		เวลาเปิดหลอดไฟ	00:10
light_off	time		เวลาปิดหลอดไฟ	18:40

ตารางที่ 3.3 Setting เก็บรายละเอียดการตั้งค่า

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
ref_code	varchar(4)	PK	รหัสอ้างอิง	0000
height	int		ความสูงของตู้ปลา	24
width	int		ความกว้างของตู้ปลา	18
length	int		ความยาวของตู้ปลา	30
temp_set	int		ตั้งอุณหภูมิ (Celsius)	30
water_set	int		ตั้งระดับน้ำ (%)	70
food_set	int		ตั้งระดับให้อาหาร (องศา)	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 Sensor เก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
ref_code	varchar(4)	PK	รหัสอ้างอิง	0000
temperature	int		อุณหภูมิจากเซ็นเซอร์	29
water_level	int		ระดับน้ำจากเซ็นเซอร์	70

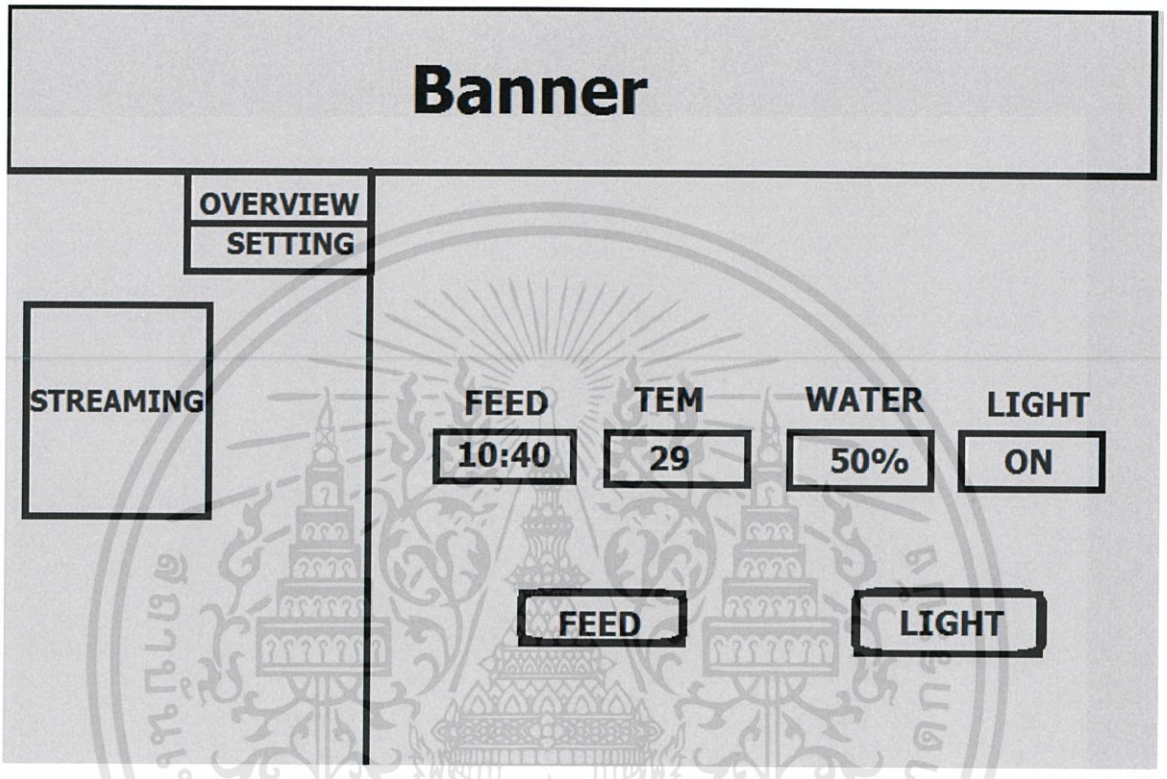
ตารางที่ 3.5 Status เก็บสถานะของระบบ

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
ref_code	varchar(4)	PK	รหัสอ้างอิง	0000
servo	int		ระดับองศาเซอร์โวมอเตอร์	0
light	boolean		สถานะหลอดไฟ 0 = ปิด 1 = เปิด	0
valve1	boolean		สถานะโซลินอยด์วาล์ว ตัวที่ 1	0
valve2	boolean		สถานะโซลินอยด์วาล์ว ตัวที่ 2	0
valve3	boolean		สถานะโซลินอยด์วาล์ว ตัวที่ 3	0
pump	boolean		สถานะปั้มน้ำ	0
peltier	tinyint		สถานะเพลเทียร์ 0 = หยุด 1 = ทำความร้อน 2 = ทำความเย็น	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การออกแบบเว็บไซต์

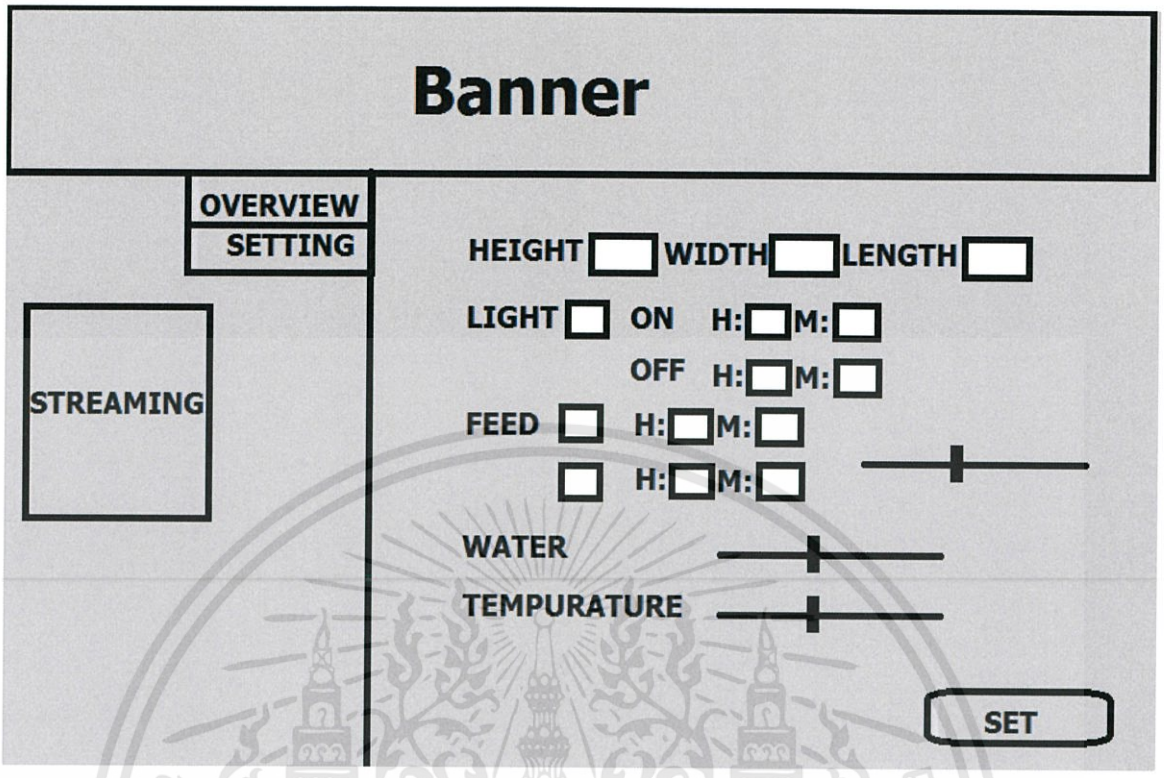
ฐานข้อมูลในระบบนี้มีความสำคัญในการเชื่อมต่อการทำงานของซอฟแวร์อื่นๆในระบบ ในสร้างเว็บไซต์ ได้ออกแบบไว้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ OVERVIEW และ SETTING ซึ่งได้ออกแบบไว้ดังนี้



รูปที่ 3.15 เว็บไซต์หน้า OVERVIEW

ในรูปที่ 3.15 หน้า OVERVIEW นั้นจะประกอบด้วย Banner ด้านบน ด้านซ้ายจะมีเมนู 2 รายการคือ OVERVIEW และ SETTING โดยในหน้าต่างด้านซ้ายนั้นจะมีการสตรีมภาพตลอดเวลา ในส่วนของ Body หลักนั้นจะประกอบด้วย FEED ซึ่งจะระบุเวลาของการให้อาหารครั้งต่อไป TEM จะแสดงอุณหภูมิปัจจุบัน WATER จะแสดงระดับน้ำปัจจุบัน LIGHT จะแสดงสถานะหลอดไฟ ซึ่งจะมีปุ่ม FEED สำหรับให้อาหารและ LIGHT สำหรับเปลี่ยนสถานะของหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 เว็บไซต์หน้า SETTING

ในรูปที่ 3.16 หน้า SETTING รายละเอียดของส่วนหัวและเมนูจะเหมือนกับหน้า OVERVIEW แต่ในส่วนของ Body นั้นจะประกอบด้วย HEIGHT WIDTH LENGTH ซึ่งให้ระบุขนาดของตู้ปลา LIGHT จะมี Check Box ให้เลือกตั้งเวลา โดยกรอกชั่วโมง 0-23 และ นาที 0-59 ในส่วนของ FOOD จะมี Check Box ให้เลือก 2 ช่อง โดยสามารถตั้งให้อาหารได้สูงสุด 2 ครั้งต่อวัน และสามารถเลือกระดับการให้ได้ที่สไลด์บาร์ด้านหลัง ในส่วนของ WATER จะเป็นการตั้งระดับน้ำ กำหนดไว้ที่ 20-95% และ TEMPURATURE จะเป็นการตั้งอุณหภูมิ กำหนดไว้ที่ 28-32 องศาเซลเซียส เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยสามารถกดปุ่ม SET เพื่อทำการตั้งค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 บทนำ

สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการทดลองประสิทธิภาพการทำงานของชิ้นงานที่สร้างขึ้น รวมไปถึงประสิทธิภาพของชิ้นงานที่ได้โดยมีการทดลองแบ่งออกเป็น 6 ส่วนดังนี้

1. การทดลองวัดอุณหภูมิและระยะทาง
2. การทดลองควบคุมรีเลย์
3. การทดลองการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์
4. การทดลองการควบคุมอุณหภูมิ
5. การทดลองอัตราการปรับระดับน้ำ
6. ทดสอบการทำงานของเว็บไซต์

4.2 การทดลองวัดอุณหภูมิและระยะทาง

4.2.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

สำหรับการทดลองนี้จะทดสอบวงจรเซ็นเซอร์ และการวัดค่าอุณหภูมิ และระยะทางจากเซ็นเซอร์อ่านค่าจากเซ็นเซอร์มาแสดงผล

4.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้

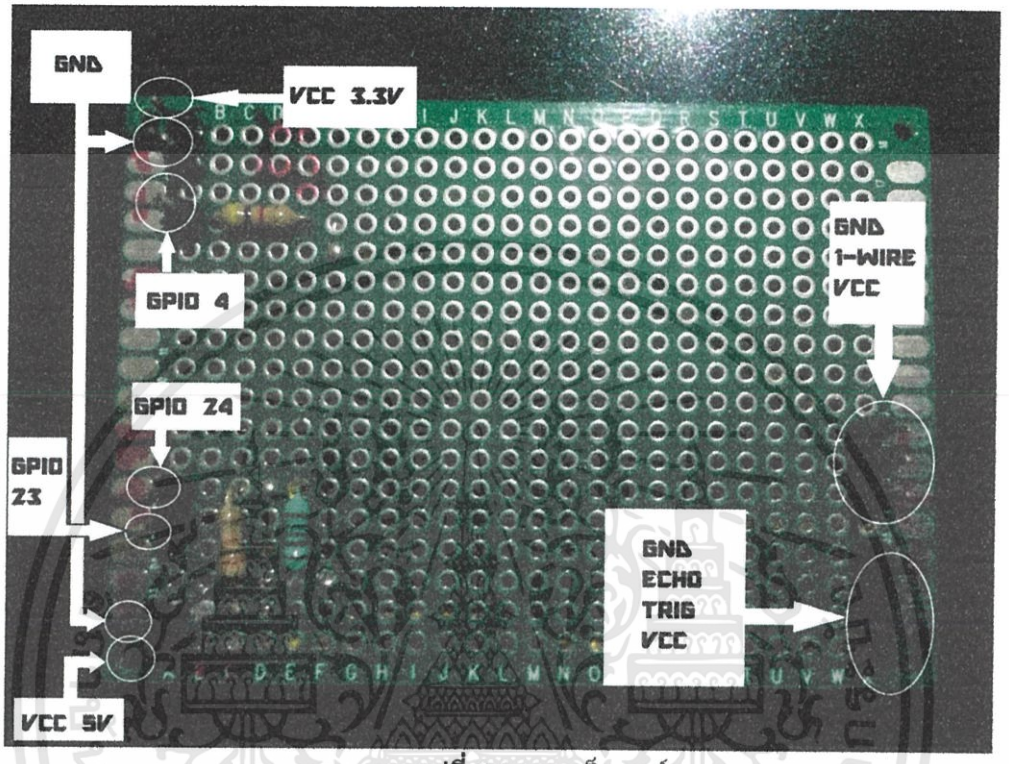
- ชุดวงจรเซ็นเซอร์ จำนวน 1 ชุด
- Raspberry Pi จำนวน 1 ตัว
- โปรแกรมอ่านค่าเซ็นเซอร์

4.2.3 วิธีการทดลอง

การวัดค่าอุณหภูมิจะสามารถอ่านค่าจากบัส 1-wire ได้โดยตรงด้วยคำสั่ง cat แต่ในส่วนของการวัดระยะทางจะต้องคำนวณจากระยะเวลาตอบสนองของสัญญาณอัลตร้าโซนิคโดยค่าที่ได้จะเป็นวินาที แล้วนำมาคำนวณจาก S = VT ซึ่งความเร็วของเสียงในอากาศคือ 343 m/s และในน้ำคือ 1480 m/s เนื่องจากระยะทางที่ต้องการเป็นเซนติเมตร จึงแปลงจากเมตรเป็นเซนติเมตรจะได้ 34300 และระยะทางนับรวมทั้งไปและกลับจึงต้องหารด้วย 2 เพื่อนับทิศทางเดียวจะได้ระยะจากตัวเซ็นเซอร์ถึงผิวน้ำ จากที่ผู้ใช้ระบุความสูงของตู้ปลาไว้แล้วจึงสามารถดึงมาคำนวณหาความสูงของระดับน้ำแล้วแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ จึงนำมาแสดงผล แสดงดังรูปที่ 4.1 ,4.2 ,4.3 ,4.4 และ 4.5 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลอง ได้ใช้ชุดวงจรเซ็นเซอร์ที่ได้ออกแบบไว้นำมาใช้ต่อกับเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิค และเซ็นเซอร์อุณหภูมิ แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจรเซ็นเซอร์

จากการทดลองนี้ สามารถติดตั้งการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิผ่านบัส 1-wire ได้โดยคำสั่ง sudo modprobe w1-gpio และ sudo modprobe w1-therm เมื่อติดตั้งแล้วสามารถใช้คำสั่ง cat เพื่ออ่านอุณหภูมิได้โดยตรงโดยสามารถตรวจสอบจากโฟลเดอร์ /sys/bus/w1/devices/ จะพบโฟลเดอร์ที่ขึ้นต้นด้วย 28- ซึ่งจะตามด้วย ID ของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตัวนั้น ดังรูปที่ 4.2

```
pi@raspberrypi ~ $ cat /sys/bus/w1/devices/28-00041a0436ff/w1_slave
13 02 55 00 7f ff 0c 10 1e : crc=1e YES
13 02 55 00 7f ff 0c 10 1e t=33187
```

รูปที่ 4.2 การอ่านค่าอุณหภูมิจากบัส 1-wire

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองการอ่านค่าระยะทางจากเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิคนั้นเซ็นเซอร์จะส่งคลื่นเสียงผ่านทาง TRIG เริ่มนับเวลาโดยเมื่อ ECHO เป็น 1 จนกระทั่งเปลี่ยนเป็น 0 ระยะเวลาที่ได้จะสามารถนำไปหาได้จาก S = VT โดยความเร็วของอากาศคือ 343 m/s และต้องหารด้วย 2 เนื่องจากระยะทางที่ได้เป็นระยะทางทั้งไปและกลับ ดังรูปที่ 4.3

```
        time.sleep(2)

        #send signal
        GPIO.output(self.trig, True)
        time.sleep(0.00002)
        GPIO.output(self.trig, False)

        #measure with bug response check
        while GPIO.input(self.echo)==0:
                self.pulse_start = time.time()
                if self.bugchk == 0:
                        self.bugdetect = time.time()
                        self.bugchk = 1
                if (time.time() - self.bugdetect) > 5:
                        self.bugchk = 3
                        break
        while GPIO.input(self.echo)==1:
                self.pulse_end = time.time()
                if self.bugchk == 1:
                        self.bugdetect = time.time()
                        self.bugchk = 2
                if self.bugchk == 3:
                        break
                if(time.time() - self.bugdetect)>5:
                        self.bugchk = 3
                        break

        if self.bugchk == 3:
                return 0

        #pulse time
        self.pulse_duration = self.pulse_end - self.pulse_start

        #distance from s=vt
        self.distance = self.pulse_duration * 17150

        #convert to float
        self.distance = round(self.distance, 2)

        #check in range
        if self.distance > 400 and self.distance < 2:
                return 0

        return self.distance
```

รูปที่ 4.3 โค้ดในส่วนการคำนวณหาระยะจากเซ็นเซอร์ถึงผิวน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ค่าระยะทางมาแล้วต้องแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์เพื่อนำไปใช้งานโดยเทียบกับส่วนสูงที่ผู้ใช้งานตั้งค่าไว้ ดังรูปที่ 4.4

```
while True:
        #sql update
        if range < 100 and range > 0:
                print "Water Percent : ",range," Tem : ",tem
                c_sql1.send("UPDATE sensor SET tempurature =
        #range in percent
        range = c_sensor.dis()
        range = range - 3
        range = height - range
        range = range * 100
        range = range / height

        tem = c_sensor.tem()
```

รูปที่ 4.4 โค้ดในส่วนการแปลงระยะทางเป็นเปอร์เซ็นต์

เมื่ออ่านค่าอุณหภูมิและระยะทางมาแล้วสามารถอ่านได้แสดงดังรูปที่ 4.5

```
Water Percent :  54.95  Tem :  31.187
Water Percent :  55.05  Tem :  31.187
Water Percent :  55.25  Tem :  31.187
Water Percent :  55.45  Tem :  31.187
Water Percent :  52.65  Tem :  31.187
Water Percent :  55.05  Tem :  31.187
Water Percent :  57.05  Tem :  31.187
Water Percent :  52.9  Tem :  31.187
Water Percent :  55.75  Tem :  31.187
Water Percent :  55.55  Tem :  31.187
Water Percent :  53.95  Tem :  31.187
Water Percent :  53.85  Tem :  31.187
Water Percent :  56.4  Tem :  31.187
Water Percent :  54.45  Tem :  31.187
Water Percent :  54.9  Tem :  31.187
Water Percent :  54.9  Tem :  31.187
Water Percent :  57.05  Tem :  31.187
Water Percent :  54.9  Tem :  31.187
Water Percent :  55.3  Tem :  31.187
Water Percent :  54.55  Tem :  31.187
Water Percent :  55.15  Tem :  31.187
Water Percent :  54.7  Tem :  31.187
Water Percent :  54.9  Tem :  31.187
```

รูปที่ 4.5 ทดสอบการวัดระดับน้ำและอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 สรุปผลการทดลองวัดอุณหภูมิและระยะทาง

จากการทดลอง พบว่าสามารถวัดค่าอุณหภูมิออกมาเป็นองศาเซลเซียส และระยะทางออกมาเป็นเซนติเมตรแล้วแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ได้โดยการวัดอุณหภูมิให้ผลที่คงที่ แต่ในส่วนของการวัดระยะทางจะเห็นว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 2 เปอร์เซ็นต์โดยประมาณ

4.3 การทดลองควบคุมรีเลย์

4.3.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

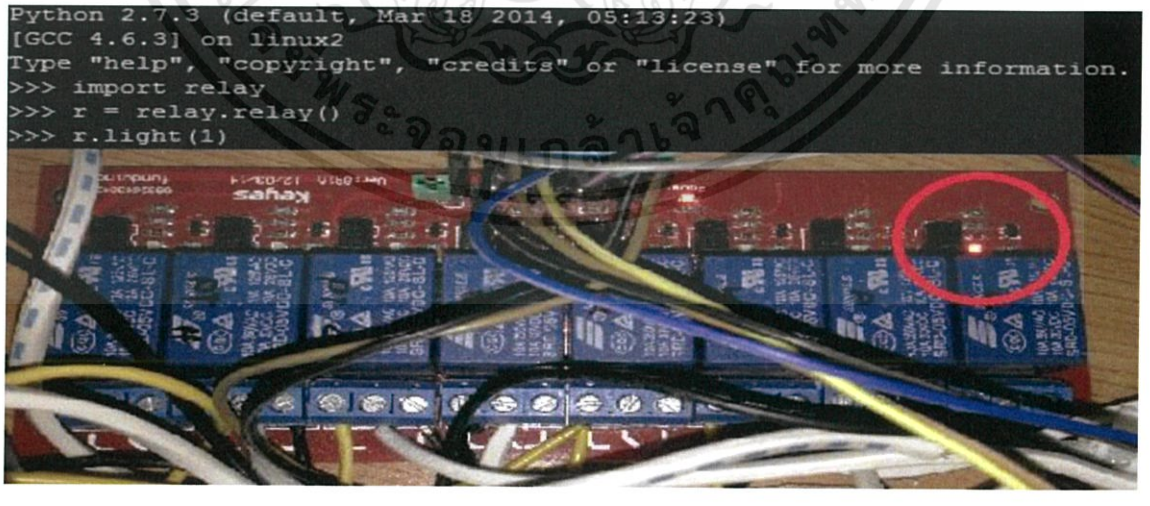
สำหรับการทดลองนี้จะทดสอบการควบคุมรีเลย์ เพื่อใช้ในการควบคุมโซเลนอยวาล์ว ปั๊มน้ำ หลอดไฟ และ เพลเทียร์

4.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้

- รีเลย์โมดูล จำนวน 1 ตัว
- Raspberry Pi จำนวน 1 ตัว
- โปรแกรมควบคุมรีเลย์

4.3.3 วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะทดสอบการควบคุมการทำงานของรีเลย์ผ่านพิน GPIO ของ Raspberry pi โดยรีเลย์ที่ใช้เป็นรีเลย์โมดูลขนาด 8 ชาแนล ใช้เป็นสวิตช์ ในการควบคุมหลอดไฟ โซเลนอยวาล์ว ปั๊มน้ำ และ เพลเทียร์ โดยรีเลย์ตัวแรกจะทำหน้าที่เป็นสวิตช์ในการเปิด-ปิดหลอดไฟ ตัวที่ 2 จะทำหน้าที่เปิด-ปิดปั๊มน้ำ ตัวที่ 3 4 และ 5 จะทำหน้าที่เปิด-ปิด โซเลนอยวาล์วตัวที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ และตัวที่ 6 กับ 7 ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ให้เพลเทียร์ ในการกลับขั้วของกระแสไฟฟ้า DC โดยในการทดลองจะสั่งรีเลย์ตัวที่ 1 ให้ทำงานดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การทดสอบสั่งงานรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 สรุปผลการทดลองควบคุมรีเลย์

จากการทดลอง พบว่าสามารถควบคุมรีเลย์ในการเป็นสวิตช์ปิด-เปิดได้ครบทั้ง 8 ตัว การจ่ายกระแสไฟฟ้าสามารถทำได้โดยไม่มีปัญหา

4.4 การทดลองการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

4.4.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

สำหรับการทดลองนี้จะทดสอบการควบคุมรีเลย์ เพื่อใช้ในการควบคุมโซเลนอยวาล์ว ปั๊มน้ำ หลอดไฟ และ เพลเทียร์

4.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้

- เซอร์โวมอเตอร์ จำนวน 1 ตัว
- Raspberry Pi จำนวน 1 ตัว
- โปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

4.4.3 วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะทดสอบการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์โดยวัดอัตราการหมุนต่อความกว้างของพัลส์เพื่อหาพัลส์ที่เหมาะสมต่อองศาของเซอร์โวมอเตอร์ โดยใช้ Library Adafruit PWM driver ซึ่งมีฟังค์ชั่นอยู่ 2 อย่างคือ setPWMFreq(freq) และ setPWM(channel,on,off) ใช้ในการกำหนดค่าพัลส์ โดยมีช่วงอยู่ที่ 0-4096 ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาค่าพัลส์ได้โดย off – on โดยจะตั้งความถี่ไว้ที่ 60Hz ดังนั้นการคำนวณหาพัลส์ที่เหมาะสมตามสมการ $T = 1/f$ จะได้คาบเท่ากับ 16.67ms ซึ่งจะนำมาคำนวณหาพัลส์ได้โดยที่ 0 องศา หาพัลส์ได้จาก 16.67 ms/4096 = ~4us ซึ่งค่าที่ได้คือระยะเวลาต่อ Tick ซึ่งจะมีทั้งหมด 4095 tick ดังนั้นที่ 0 องศา พัลส์ที่ได้คือ 4us*150 = ~0.6ms ในขณะเดียวกัน 90 องศาจะได้ 4us*390 = ~1.5ms และ 180 องศาจะได้ 4us*630 = ~2.5ms ดังรูปที่ 4.7

0 องศา 90 องศา 180 องศา

รูปที่ 4.7 การทดลองการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 สรุปผลการทดลองการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

จากการทดลอง พบว่าสามารถควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ได้ตรงตามความต้องการโดยสามารถนำผลที่ได้มาแปลงเป็นฟังค์ชั่นเพื่อใช้ในการหาองศาอื่นๆ โดยพบว่าการหมุนเพิ่มขึ้น 1 องศาจะเพิ่มขึ้นด้วยจำนวน 2.67 Tick

4.5 การทดลองการควบคุมอุณหภูมิ

4.5.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

สำหรับการทดลองนี้จะทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิว่ามีประสิทธิภาพสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่ต้องการหรือไม่

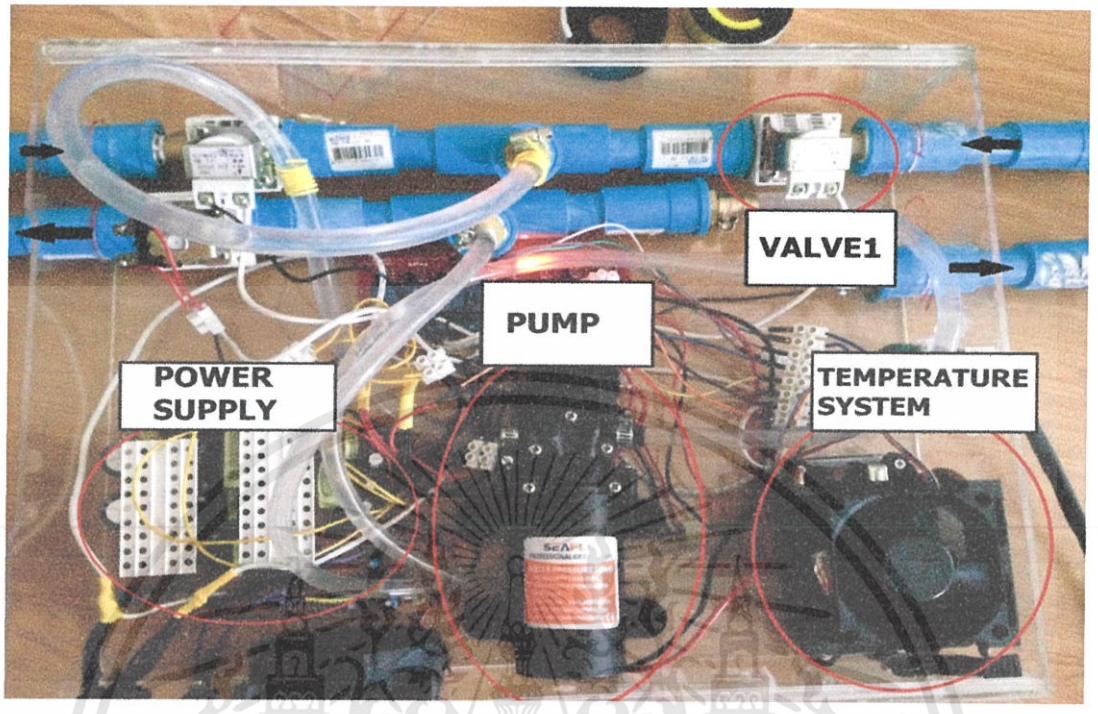
4.5.2 อุปกรณ์ที่ใช้

- ชุดควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด
- ชุดระบบน้ำ จำนวน 1 ชุด
- Raspberry Pi จำนวน 1 ตัว
- โปรแกรมควบคุมอุณหภูมิ

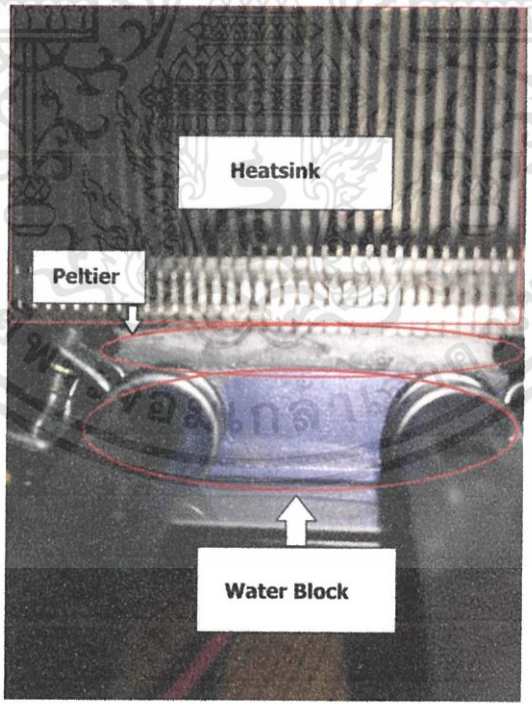
4.5.3 วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะทดสอบการควบคุมอุณหภูมิโดยทดสอบในอุณหภูมิห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ โดยในการทดลองจะตั้งค่าระดับอุณหภูมิไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิห้องเฉลี่ยอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส โดยในการควบคุมอุณหภูมินั้นต้องใช้ระบบควบคุมน้ำร่วมด้วย โดยใช้โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 และปั๊มน้ำ ในการหมุนเวียนน้ำในระบบ ดังรูปที่ 4.8 โดยใช้ชุดควบคุมอุณหภูมิเป็นตัวทำอุณหภูมิ มีองค์ประกอบดังรูปที่ 4.9 ซึ่งควบคุมโดยใช้รีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



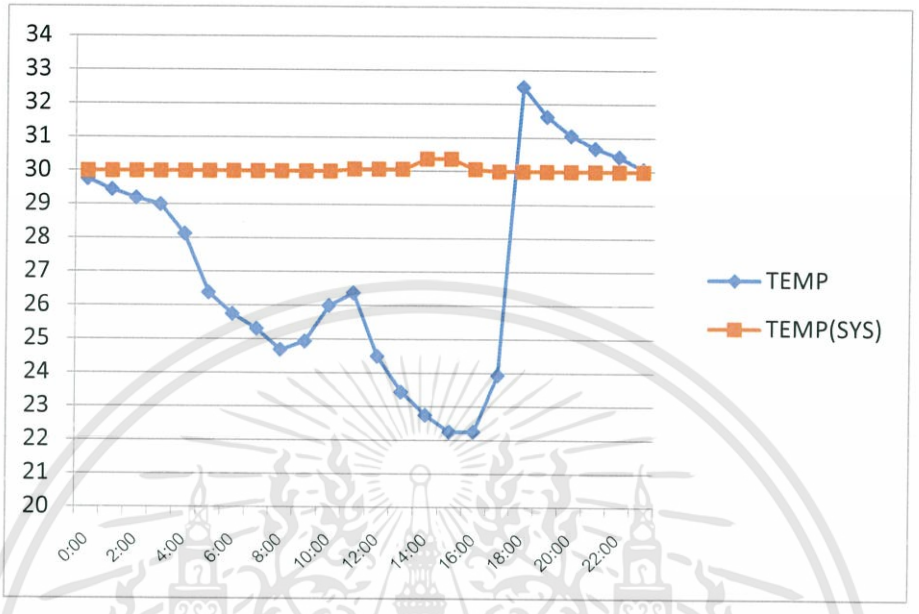
รูปที่ 4.8 ระบบโดยรวมของการควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 4.9 องค์ประกอบระบบควบคุมอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองได้วัดค่าอุณหภูมิเป็นเวลา 24 ชั่วโมงโดย TEMP คืออุณหภูมิเมื่อไม่เปิดระบบ และ TEMP(SYS) คืออุณหภูมิเมื่อเปิดระบบได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ผลของการปรับอุณหภูมิ

4.5.4 สรุปผลการทดลองการควบคุมอุณหภูมิ

จากการทดลอง พบว่าสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ โดยประสิทธิภาพการทำความร้อนมีมากกว่าประสิทธิภาพในการทำความเย็น ทั้งนี้เนื่องจากขนาดตู้ที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็กจึงสามารถทำอุณหภูมิได้ตามต้องการ

4.6 การทดลองอัตราการปรับระดับน้ำ

4.6.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

สำหรับการทดลองนี้จะทดสอบความสามารถของระบบน้ำ ว่าสามารถปรับระดับน้ำได้ในอัตราเท่าใด

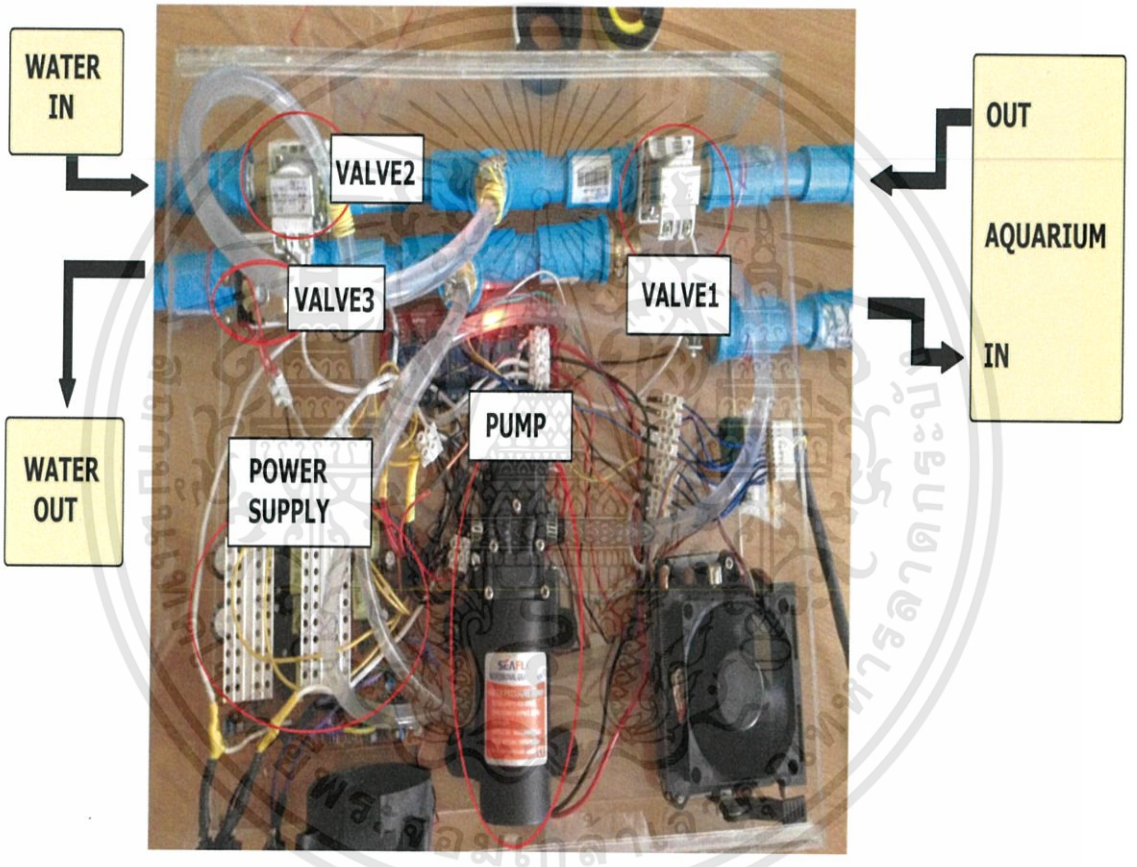
4.6.2 อุปกรณ์ที่ใช้

- ชุดระบบน้ำ จำนวน 1 ชุด
- Raspberry Pi จำนวน 1 ตัว
- ขวดน้ำ ขนาด 1.5 ลิตร จำนวน 1 ขวด
- โปรแกรมควบคุมระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.3 วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะทดสอบการทำงานของระบบน้ำในการเพิ่ม-ลดระดับน้ำโดยทดสอบอัตราความสามารถในการเพิ่ม-ลดระดับน้ำ โดยในระบบน้ำนั้นจะประกอบด้วยโซลินอยด์วาล์วจำนวน 3 ตัว และปั๊มน้ำ 1 ตัวดังรูปที่ 4.11 เมื่อเพิ่มน้ำ วาล์วตัวที่ 2 และปั๊มน้ำจะเปิดทำงาน และเมื่อลดน้ำ วาล์วตัวที่ 1,3 และปั๊มน้ำจะเปิดทำงาน โดยการทดสอบอัตราการไหลของน้ำนั้นจะใช้ขวดขนาด 1.5 ลิตร และนาฬิกาในการจับเวลา เพื่อหาอัตราการไหลของน้ำโดยการเปิดระบบเพิ่มน้ำให้เต็มขวดพร้อมจับเวลาดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 องค์ประกอบของระบบน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 การทดลองวัดระดับน้ำ

4.6.4 สรุปผลการทดลองอัตราการปรับระดับน้ำ

จากการทดลอง พบว่าสามารถเติมน้ำในขวด 1.5 ลิตรให้เต็มได้ภายใน 38 วินาที ซึ่งคำนวณหาปริมาตรต่อชั่วโมงโดยแปลงเป็นต่อวินาทีก่อน ได้เป็น 1.5/38 = 0.04L/s ดังนั้นเมื่อแปลงเป็นต่อชั่วโมงจะได้ 0.04*3600 = 144L/hr เป็นอัตราการไหลของน้ำที่ระบบนี้ทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ทดสอบการทำงานของเว็บไซต์

4.7.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

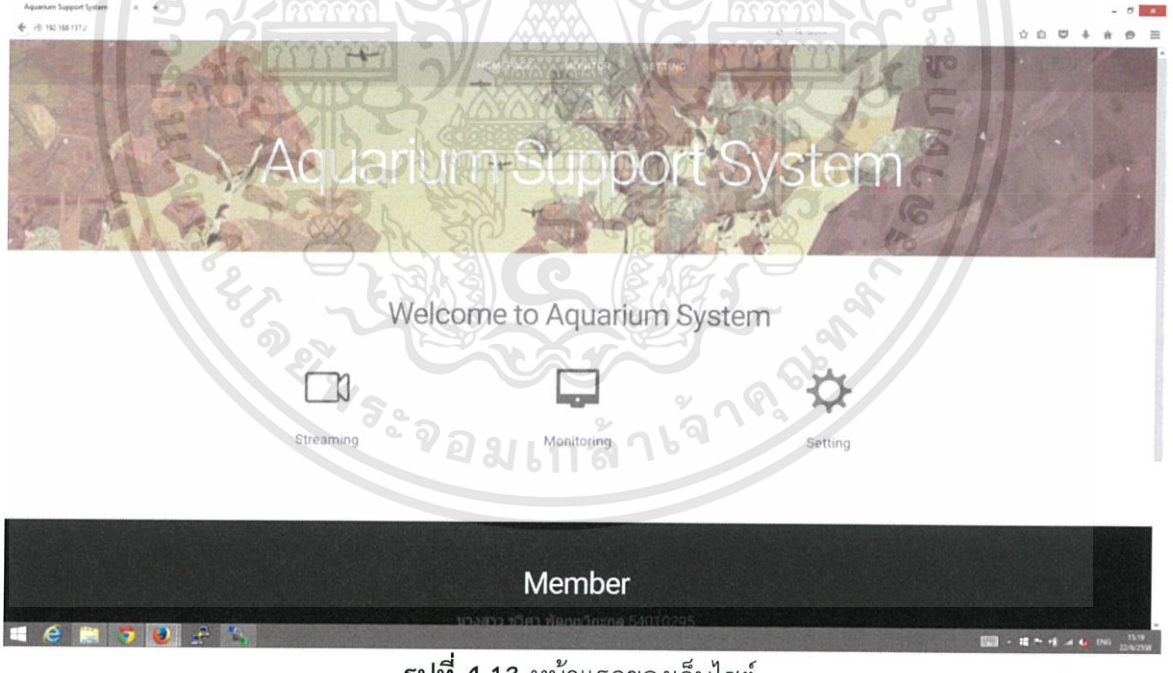
สำหรับการทดลองนี้จะทดสอบเว็บไซต์ที่ได้จัดทำขึ้นมาโดยจะแสดงรายละเอียดต่างๆ ของหน้าเว็บไซต์

4.7.2 อุปกรณ์ที่ใช้

- Raspberry Pi จำนวน 1 ตัว
- apache
- MySQL
- เว็บไซต์

4.7.3 วิธีการทดลอง

การทำงานของเซิฟเวอร์บน Raspberry Pi จะแสดงเมื่อผู้ใช้งานเชื่อมต่อเข้ามาผ่าน IP Address ของ Raspberry Pi ซึ่งในเครื่อข่ายเดียวกันคือ http://192.168.137.2 เซิฟเวอร์จะตอบสนองโดยแสดงหน้าแรกของเว็บไซต์

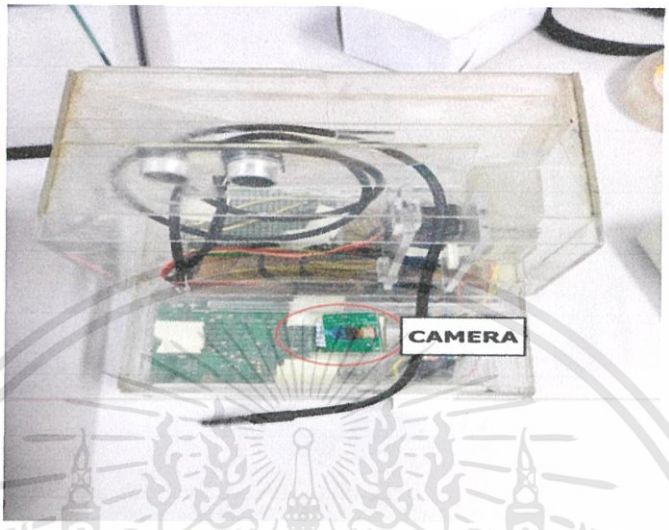


รูปที่ 4.13 หน้าแรกของเว็บไซต์

จากรูปที่ 4.13 แสดงผลหน้าแรกของเว็บไซต์ ในการใช้งานจำเป็นต้องเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต โดยประกอบด้วย 3 เมนูสำหรับการใช้งานคือ

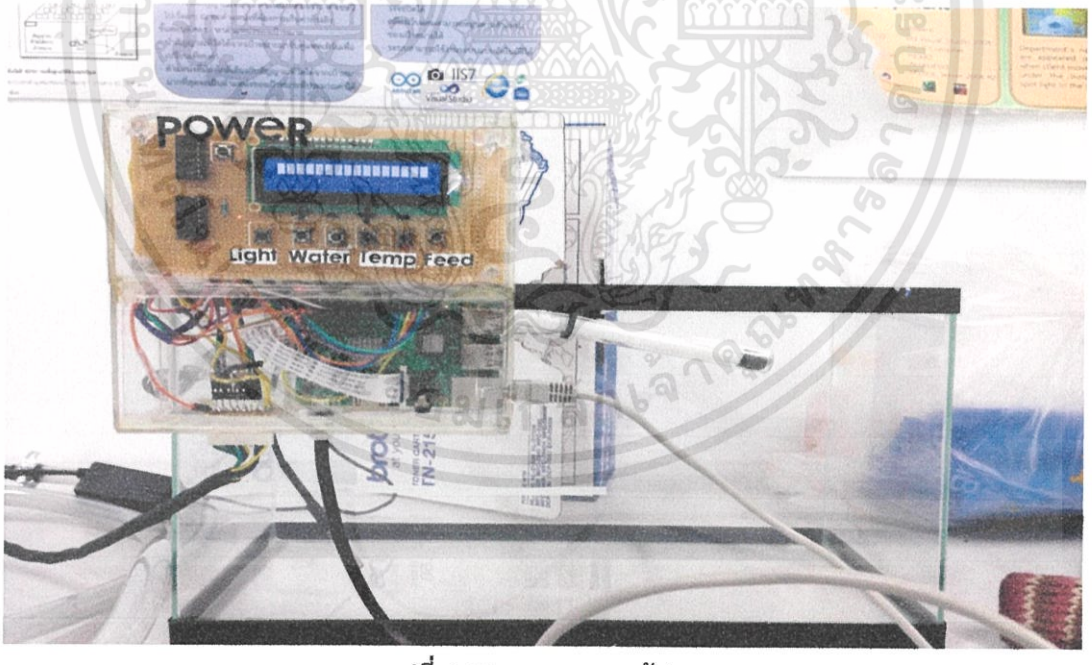
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมนูแรก คือ เมนู Streaming เมนูนี้จะแสดงภาพเคลื่อนไหวของตู้ปลาตลอดเวลาโดยตำแหน่งของกล้องจะแสดงดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ตำแหน่งของกล้อง

ภาพโดยรวมของตู้ขณะทำการทดสอบจะแสดงดังรูปที่ 4.15



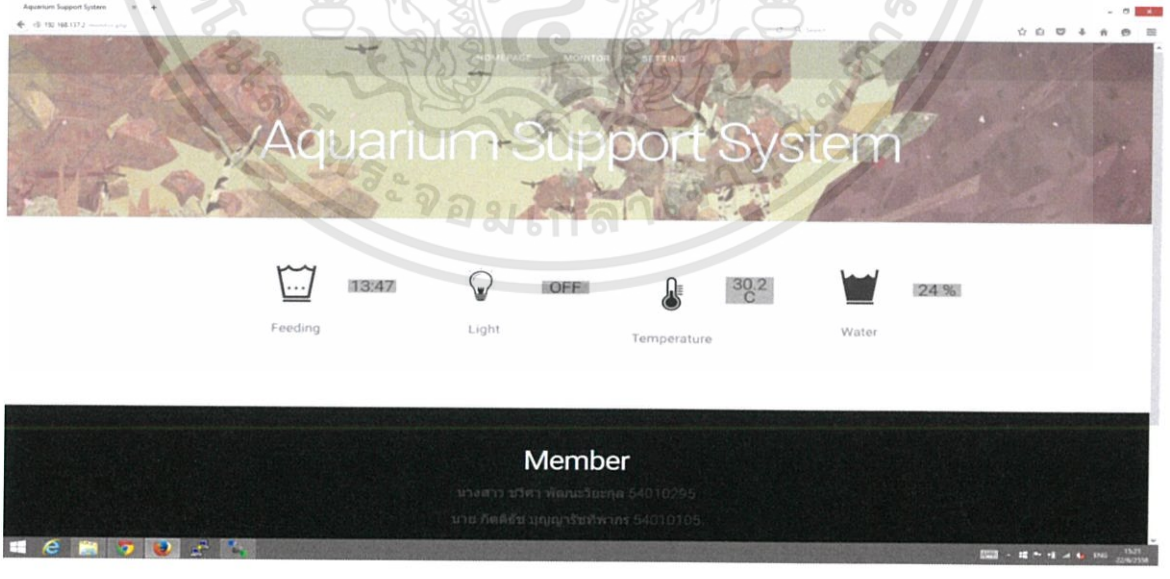
รูปที่ 4.15 ภาพรวมของตู้ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อแสดงผลผ่านเว็บไซต์โดยจับภาพผ่านกล้องจะได้ภาพดังรูปที่ 4.16

รูปที่ 4.16 เว็บไซต์ส่วนของ Streaming

- เมนูที่สอง คือ เมนู Monitor โดยจะแสดงสถานะต่างๆ ประกอบด้วย การให้อาหาร จะแสดงเวลาการให้อาหารครั้งต่อไป หลอดไฟจะแสดงสถานะ ON-OFF แสดงอุณหภูมิปัจจุบัน และระดับน้ำในปัจจุบัน ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 เว็บไซต์ส่วนของ Monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมนูที่สาม คือ เมนู Setting โดยหน้านี้จะใช้ในการตั้งค่าระบบโดยแบ่งเป็น ตั้งค่าขนาดตู้ปลา ตั้งค่าการให้อาหาร ตั้งค่าหลอดไฟ ตั้งค่าอุณหภูมิ และตั้งค่าระดับน้ำ แสดงดังรูปที่ 4.18

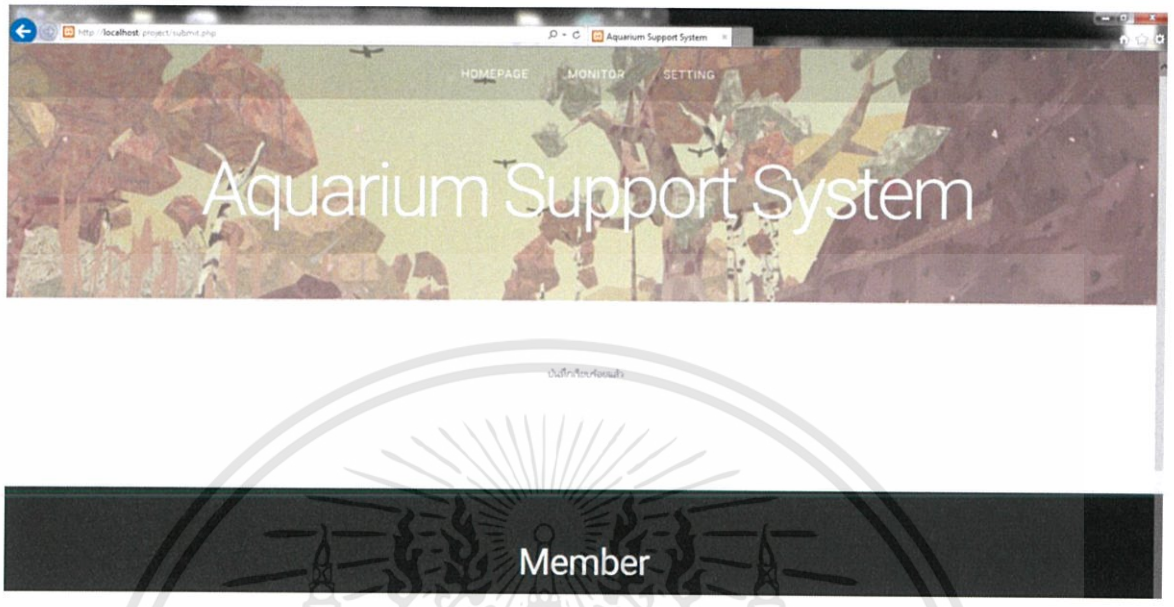
รูปที่ 4.18 เว็บไซต์ส่วนของ Setting

ซึ่งในการใช้งานหน้า Setting ดังที่แบ่งไปข้างต้นนั้นการตั้งค่าตู้ปลาจะสามารถตั้งความกว้าง ความยาว และความสูง แสดงดังรูปที่ 4.19

รูปที่ 4.19 การตั้งค่าตู้ปลา

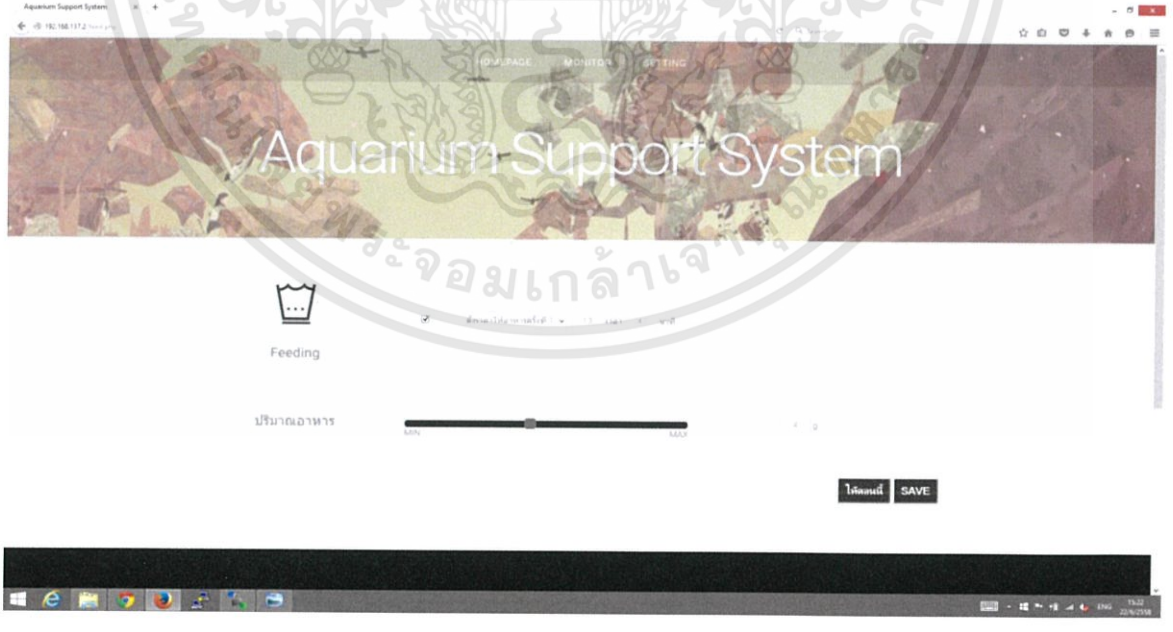
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเมื่อทำการกดบันทึกจะแสดงผลให้ทราบพร้อมย้อนกลับไปหน้าก่อนหน้าดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 ส่วนการแสดงผลตอบรับ

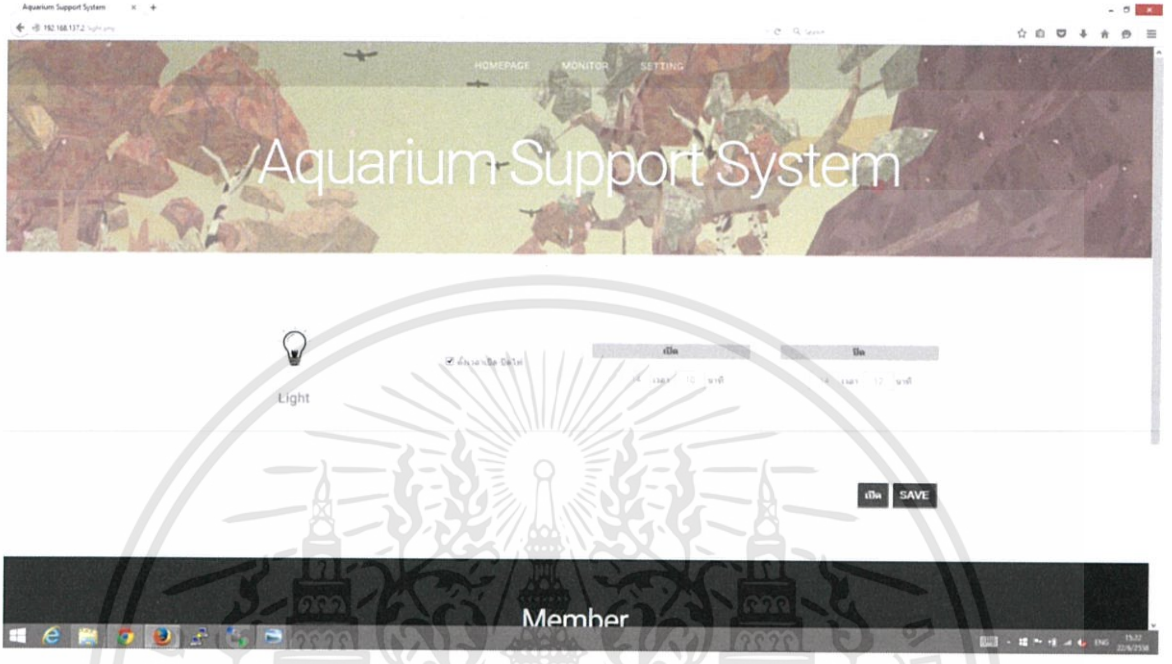
ในส่วนของการให้อาหารสามารถตั้งค่าโดยสามารถตั้งได้ 2 ช่วงเวลาซึ่งเวลาที่ใช้คือช่วงระหว่าง 00:00 – 23:59 ของแต่ละวันโดยสามารถปรับระดับการให้อาหารได้ว่าปริมาตรมากน้อยเพียงใด นอกจากนั้นยังสามารถสั่งการให้อาหารในทันทีได้อีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 การตั้งค่าการให้อาหาร

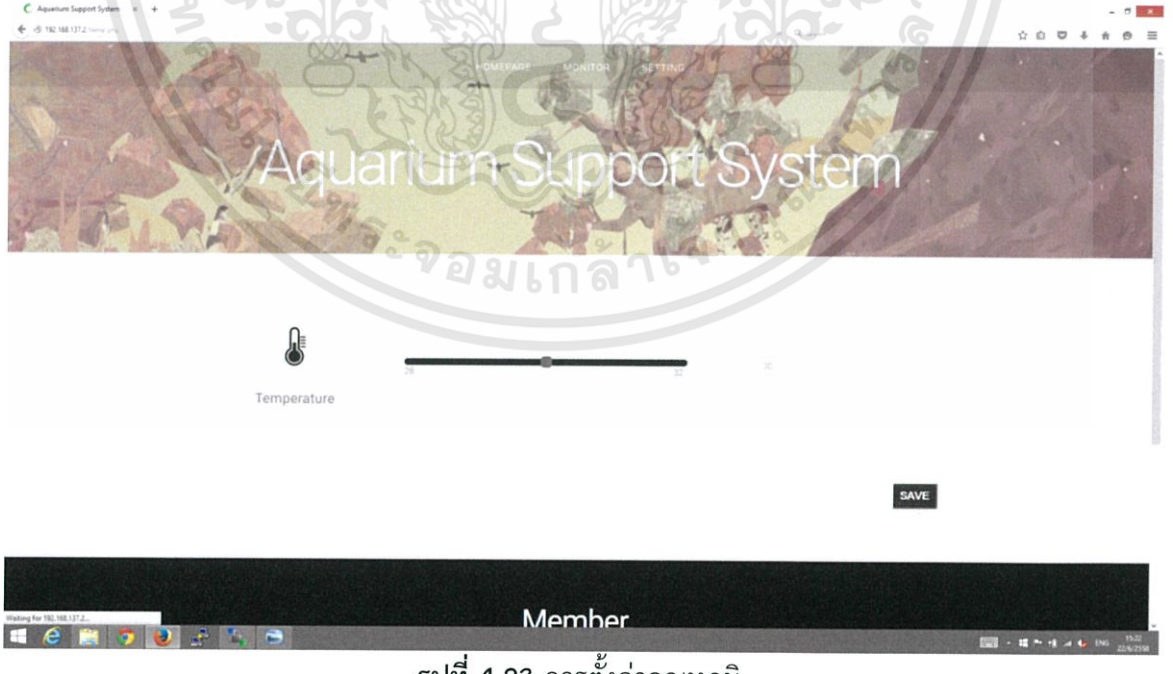
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการตั้งค่าหลอดไฟจะสามารถตั้งเวลา เปิด – ปิด หลอดไฟได้ และสามารถสั่งงานให้เปิด – ปิด หลอดไฟได้ทันทีอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 การตั้งค่าหลอดไฟ

ในส่วนการตั้งค่าอุณหภูมิ จะสามารถตั้งค่าอุณหภูมิได้ในช่วง 28–32 องศาเซลเซียสดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 การตั้งค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสุดท้ายคือการตั้งค่าระดับน้ำ โดยในการตั้งค่าระดับน้ำจะสามารถตั้งได้ระหว่าง 20-95% โดยระบบจะทำการปรับระดับน้ำให้โดยอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 4.24

รูปที่ 4.24 การตั้งค่าระดับน้ำ

4.7.4 สรุปผลทดสอบการทำงานของเว็บไซต์

จากการทดสอบการทำงานของเว็บไซต์พบว่าเว็บไซต์สามารถทำงานได้ สามารถแสดงผลและตอบสนองได้ครบถ้วนตามความต้องการที่ได้ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและแนวทางการแก้ไข

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาการทำงานของ Raspberry Pi นั้นรองรับการทำงานได้หลากหลาย สามารถรองรับระบบปฏิบัติการณ์ได้โดยมีพื้นฐานคือ Linux ภาษาหลักที่ใช้พัฒนาคือ Python นอกจากนั้นยังสามารถสั่งการอุปกรณ์ต่างๆ เฉกเช่นเดียวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านพอร์ท GPIO ซึ่งข้อเสียนั้นคือมีความยากในการพัฒนามากกว่า Arduino และในส่วนของอุปกรณ์และ Shield ที่รองรับนั้นมีจำนวนน้อยกว่ามาก

การศึกษาการควบคุมอุปกรณ์โดยใช้ Relay Module เป็นสวิตช์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ที่มีความต่างศักย์ต่างกันและมีอัตราตอบสนองต่อการปิด-เปิดสูง

ในการปรับอุณหภูมินั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิห้องในขณะนั้นเช่นเดียวกันซึ่งอุณหภูมิภายนอกมีผลต่ออุณหภูมิน้ำที่สามารถเปลี่ยนไปได้

ในการเพิ่ม-ลดน้ำ อัตราการเพิ่มน้ำที่ทำได้คือ 144L/hr ซึ่งไม่มากไม่น้อยเกินไปสำหรับตู้ขนาดไม่ใหญ่มาก เนื่องจากข้อจำกัดของขนาดท่อที่จำเป็น

ในการให้อาหารสามารถควบคุมปริมาณได้โดยใช้ตัวแปรคือ ระยะเวลา และขนาดของช่องให้อาหารที่เปิดออกโดยใช้องศาของเซอร์โวมอเตอร์เป็นตัวกำหนดขนาด

ในการควบคุมผ่านเว็บไซต์สามารถกระทำได้โดย Raspberry Pi ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ เมื่อต่ออินเทอร์เน็ตสู่ภายนอก สามารถใช้ไอพีแอดเดรสของ Raspberry Pi ในการเชื่อมต่อเข้ามายังเว็บไซต์ได้ทันที

5.2 ปัญหาระหว่างการดำเนินงาน

- การติดตั้ง Package ต่างๆของ Raspberry Pi จะติด Permission ทำให้เกิด Error ขึ้นได้
- การเขียนภาษา Python ที่ใช้ในการควบคุมจะเขียนบน NANO Editor บน Raspberry Pi
- รูปแบบคีย์บอร์ดที่ตั้งมาเป็นส่วนของ Default เป็นของ UK
- ส่วนของไฟฟ้าที่ป้อนให้อุปกรณ์มีทั้ง 220VAC 12VDC 5VDC 3.3VDC
- อุณหภูมิภายนอกส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำที่สามารถทำได้
- ปั๊มน้ำเป็นแบบปั๊มแช่ทำให้ไม่สามารถดูดน้ำขณะมีอากาศในระบบได้
- ปริมาณอาหารที่ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอาหารเช่นเดียวกัน
- ในการใช้งานเว็บไซต์จะหน่วงเล็กน้อยจากประสิทธิภาพของ Raspberry Pi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการแก้ไข

- ใช้คำสั่ง sudo เพื่อให้สามารถเข้าถึง Permission ได้
- ศึกษาเกี่ยวกับ NANO Editor เพิ่มเติม
- เข้าไปแก้ไฟล์ Setting ของคีย์บอร์ดที่ /etc/default/keyboard
- แบ่งส่วนในการจ่ายกระแสไฟฟ้าในส่วนต่างๆให้มีขนาดความต่างศักย์ที่เหมาะสมแล้วใช้ Relay เป็นสวิตช์ในการป้อนกระแสไฟฟ้า
- เพิ่มขนาดและจำนวน Peltier จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิได้
- เปลี่ยนรูปแบบปั้มน้ำเป็นแบบไดอะแฟรม (Diaphragm)
- ปริมาณการให้อาหารใช้ค่าโดยประมาณในการกำหนด
- เปลี่ยนอุปกรณ์เป็นรุ่นที่ใหม่กว่า มีประสิทธิภาพมากกว่าในการประมวลผลการทำงาน

5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

- ลดขนาดอุปกรณ์ลงโดยไม่ลดประสิทธิภาพ
- ใช้ประสิทธิภาพกล้องให้มากขึ้นโดยเพิ่มส่วนของการประมวลผลขนาดของปลาผ่านภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณอาหารที่เหมาะสม
- ปรับเปลี่ยนระบบควบคุมอุณหภูมิให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ee.eng.cmu.ac.th/~tharadol/teach/ee490/490_44/project4/rp_mid.doc (วันที่ค้นข้อมูล : 31 สิงหาคม 2557)

[2] ไมโครคอนโทรลเลอร์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://th.wikipedia.org/wiki/ไมโครคอนโทรลเลอร์ (วันที่ค้นข้อมูล : 21 ตุลาคม 2557)

[3] Raspberry Pi. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://raspberry-pi-thai.blogspot.com/2013/07/raspberry-pi.html (วันที่ค้นข้อมูล : 25 ตุลาคม 2557)

[4] Raspberry Pi Model B+. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.raspberrypi.org/introducing raspberry-pi-model-b-plus/ (วันที่ค้นข้อมูล : 25 ตุลาคม 2557)

[5] องค์ประกอบ Raspberry Pi Model B+. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.element14.com/community/community/raspberry-pi/raspberry-pi-bplus/blog/2014/07/14/welcome-to-the-b (วันที่ค้นข้อมูล : 25 ตุลาคม 2557)

[6] เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18S20. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.mind-tek.net/ds18b20.php (วันที่ค้นข้อมูล : 25 ตุลาคม 2557)

[7] Ultrasonic. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.compomax.co.th/product/ultrasonic-theory/ (วันที่ค้นข้อมูล : 28 ตุลาคม 2557)

[8] อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กตริก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://research-system.siam.edu/images/coop/DESIGN_AND_CONSTRUCTION_OF_ELECTRIC_GENERATOR_USING_THERMOELECTRIC/ch2.pdf (วันที่ค้นข้อมูล : 28 ตุลาคม 2557)

[9] Solenoid Valve. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://xn--12c3bl6a3a1fd7g.com/solenoid-valve-work/ (วันที่ค้นข้อมูล : 30 ตุลาคม 2557)

[10] Servo Motor. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=show&article_id=2175 (วันที่ค้นข้อมูล : 31 ตุลาคม 2557)

[11] Relay. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://kpp.ac.th/elearning/elearning3/book-09.html (วันที่ค้นข้อมูล : 1 พฤษจิกายน 2557)

[12] Python คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://python.cmsthailand.com/basic_python.html (วันที่ค้นข้อมูล : 4 พฤษจิกายน 2557)

[13] ภาษาพีเอชพี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://th.wikipedia.org/wiki/ภาษาพีเอชพี (วันที่ค้นข้อมูล : 6 กันยายน 2557)

[14] ภาษาจาวาสคริปต์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://th.wikipedia.org/wiki/จาวาสคริปต์ (วันที่ค้นข้อมูล : 9 กันยายน 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[15] ภาษา MySQL. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://course.eau.ac.th/course/Download/0133607/mysql.doc (วันที่ค้นข้อมูล : 1 พฤศจิกายน 2557)

[16] Apache. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : lecture.cs.buu.ac.th/~f53370/ass07/51535525/hw07.odt (วันที่ค้นข้อมูล : 1 พฤศจิกายน 2557)

[17] การเลี้ยงปลาสวยงามเบื้องต้น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.fish.ku.ac.th/features%201.html (วันที่ค้นข้อมูล : 6 พฤษจิกายน 2557)

[18] อาหารปลาและการให้อาหาร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.fisheries.go.th/fpo-nan/flie_links/file2.html (วันที่ค้นข้อมูล : 6 พฤษจิกายน 2557)

[19] ประวัติปลาหมอสี [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://sites.google.com/site/tonzenya/ (วันที่ค้นข้อมูล : 6 พฤษจิกายน 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้ง Raspbian บน Raspberry Pi

หน่วยความจำบน Raspberry ใช้ Micro SD Card เป็นหน่วยความจำซึ่งการติดตั้ง Raspbian เพื่อเป็นระบบปฏิบัติการบน Raspberry Pi ต้องกระทำผานคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมที่ต้องเตรียมใช้งานประกอบด้วย

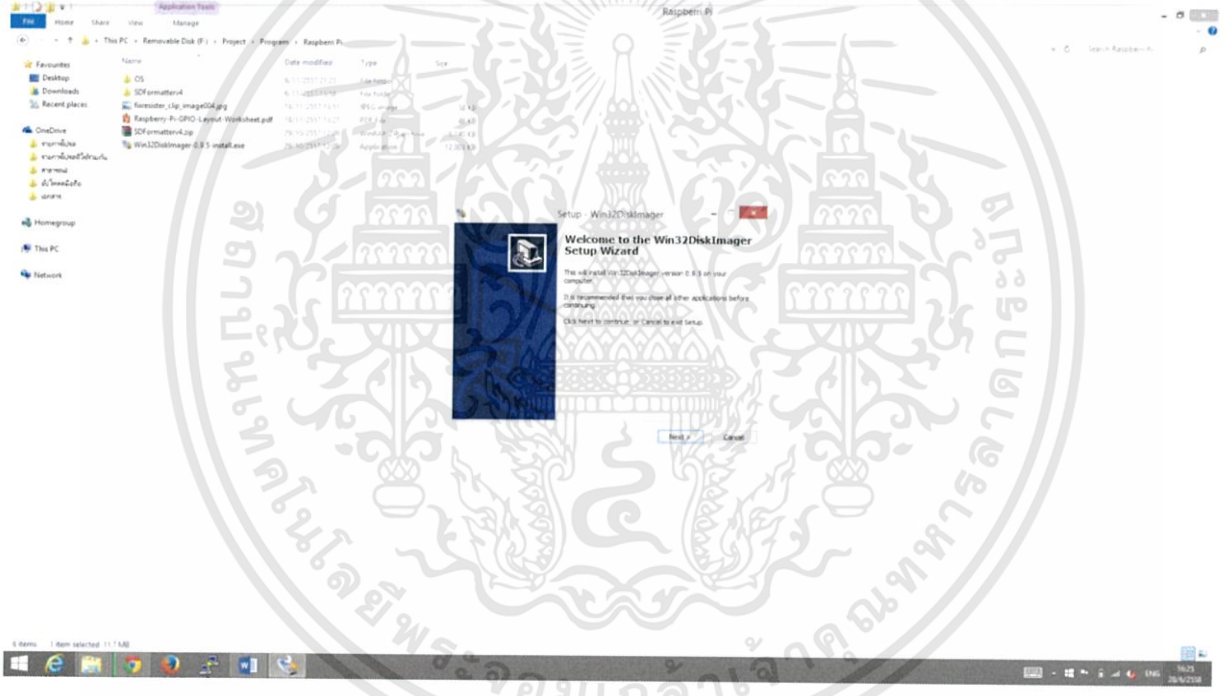
Win32DiskImager

Raspbian (NOOBS OS)

การติดตั้ง Win32DiskImager

สามารถดาวโหลด Win32DiskImager ได้ที่ http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/

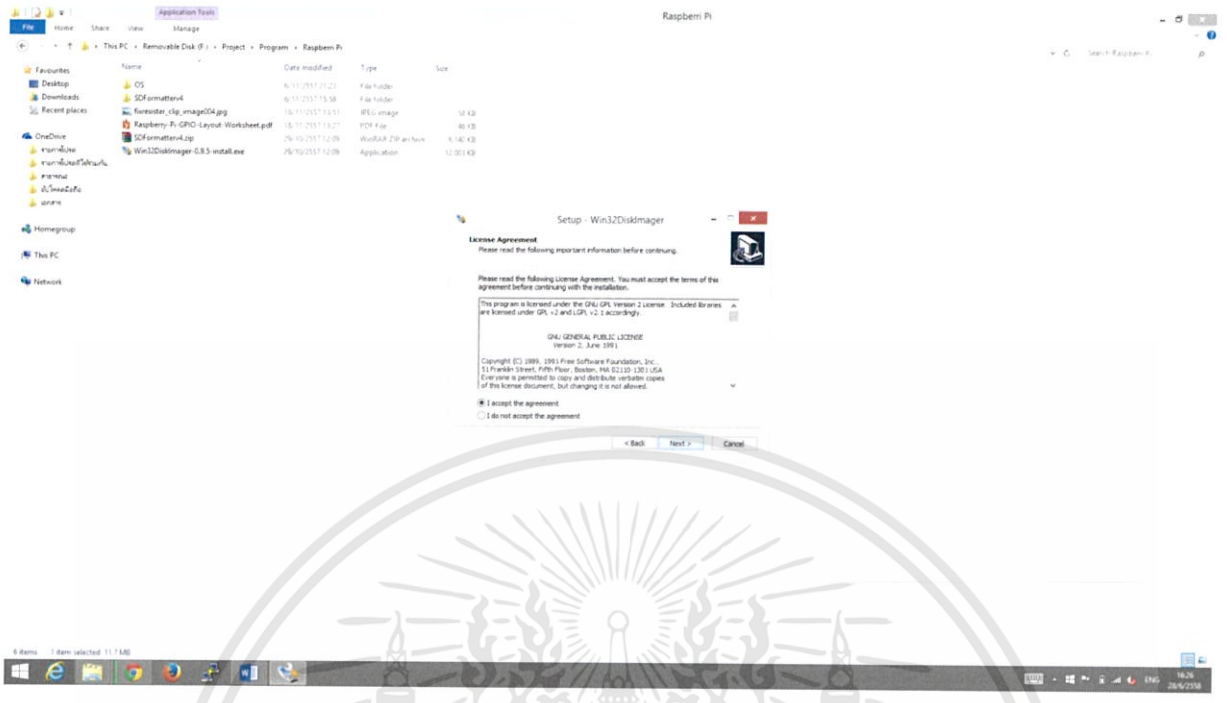
เปิดไฟล์ติดตั้งเพื่อเริ่มการติดตั้ง จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ก.1 กด Next > เพื่อดำเนินการต่อ



รูปที่ ก.1

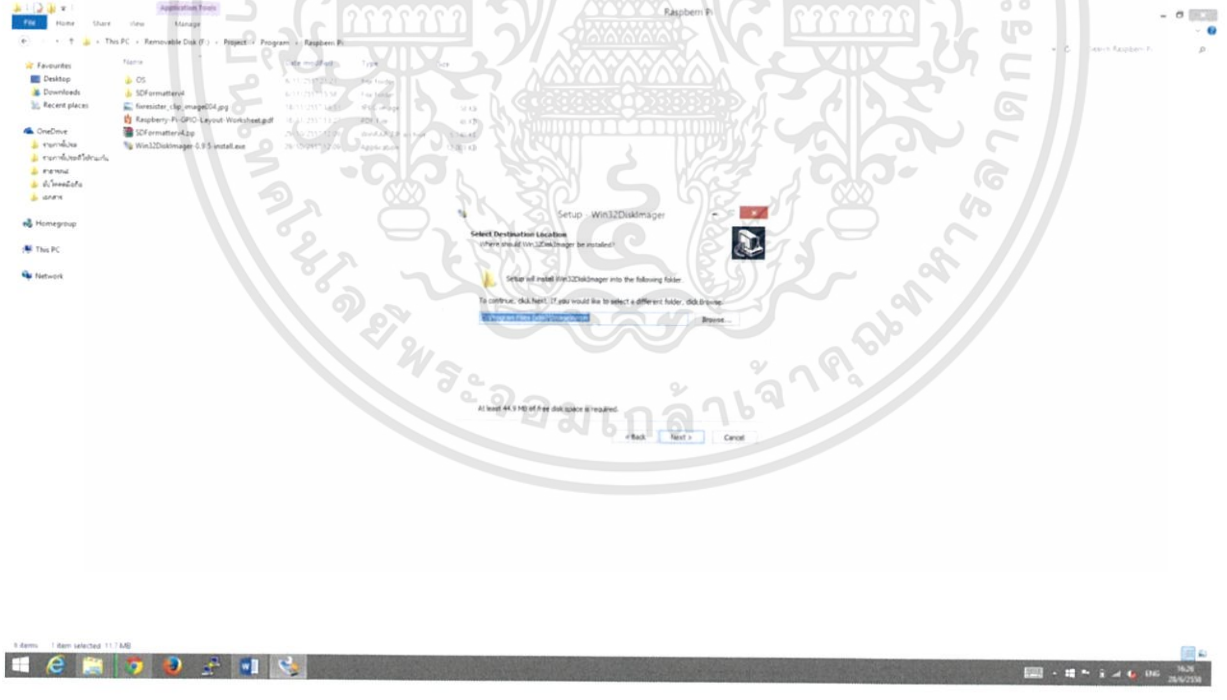
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือก I accept the agreement เพื่อยอมรับข้อตกลง หลังจากนั้นกด Next >



รูปที่ ก.2

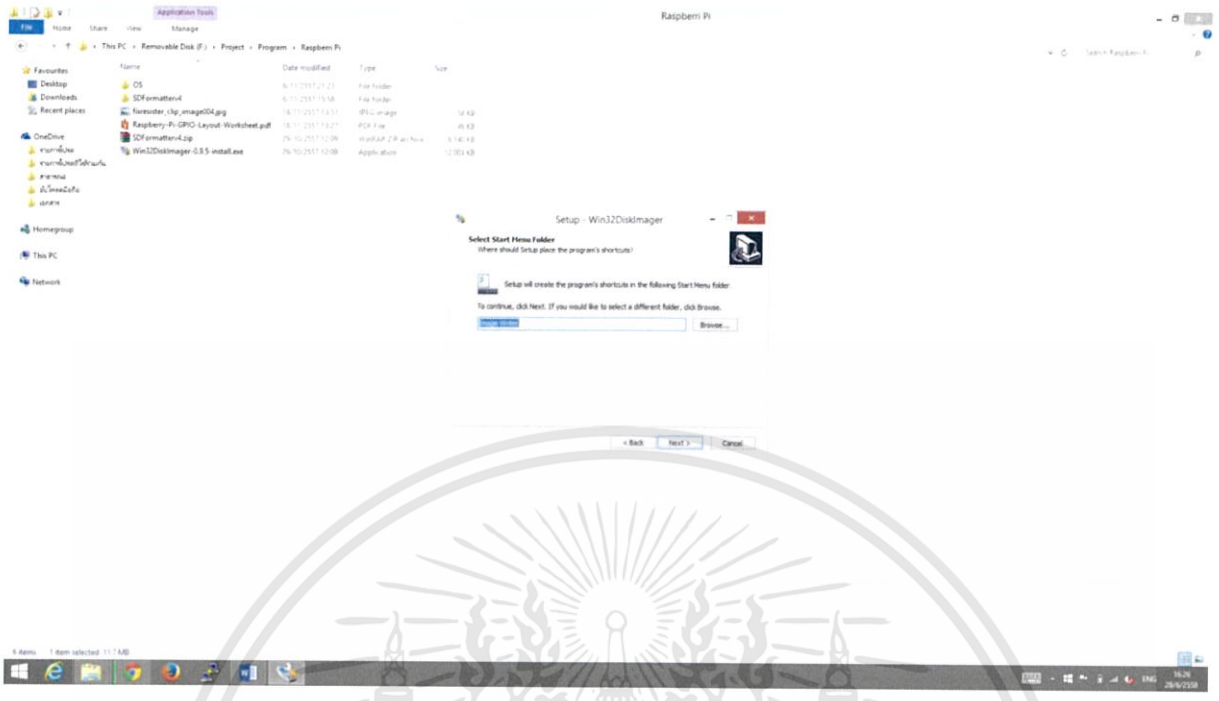
เลือกสถานที่ติดตั้งโปรแกรมโดยกด Browse... หลังจากนั้นกด Next > เพื่อดำเนินการต่อ



รูปที่ ก.3

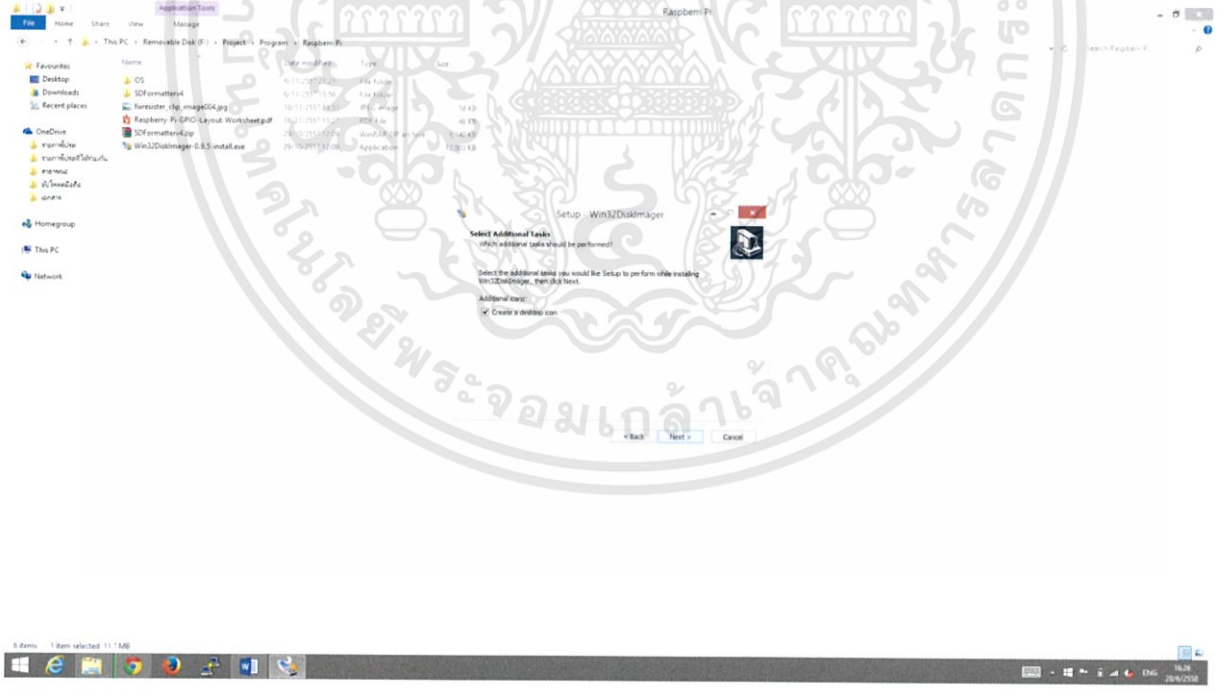
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กด Next >



รูปที่ ก.4

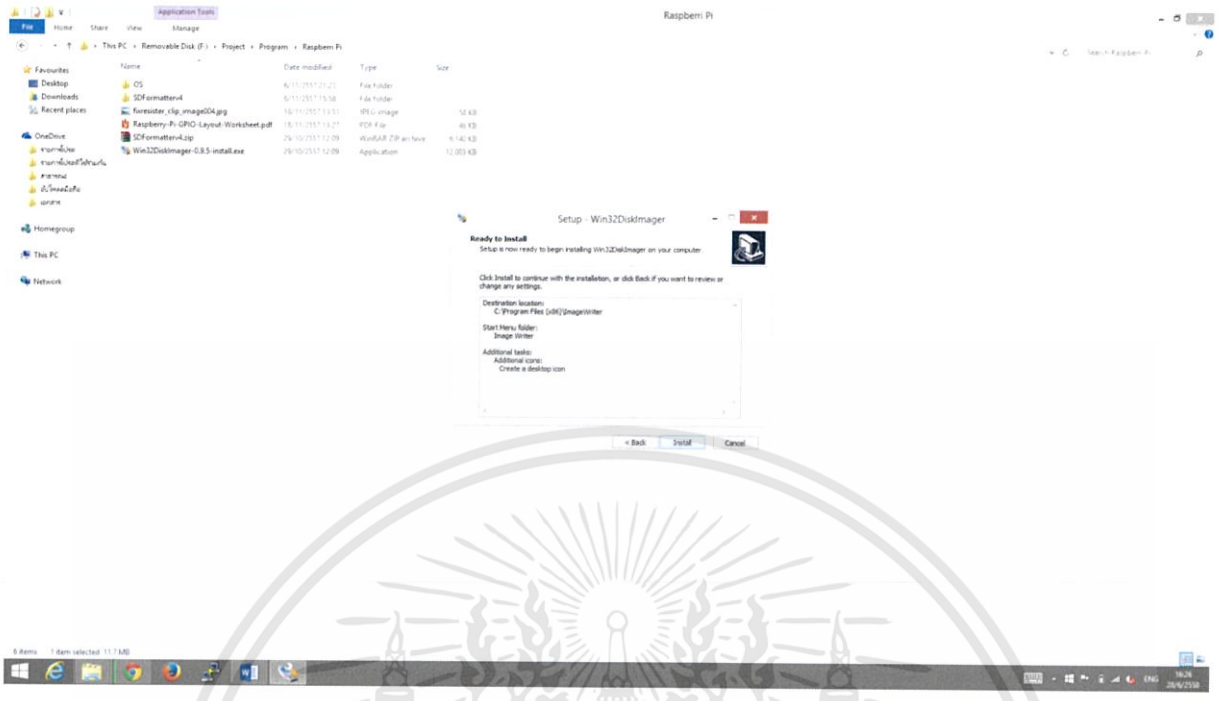
เลือก Create a desktop icon เพื่อสร้างทางลัด จากนั้นกด Next >



รูปที่ ก.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กด Install เพื่อติดตั้ง



รูปที่ ก.6

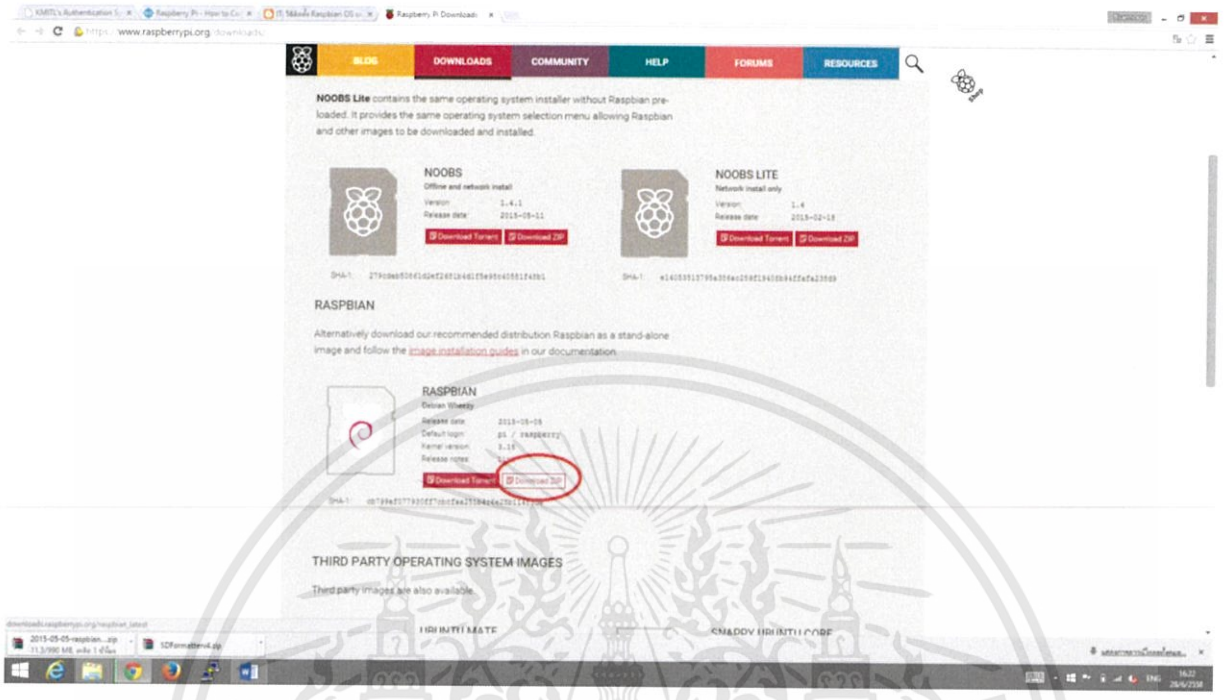
กด Finish เพื่อสิ้นสุดการติดตั้ง

รูปที่ ก.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

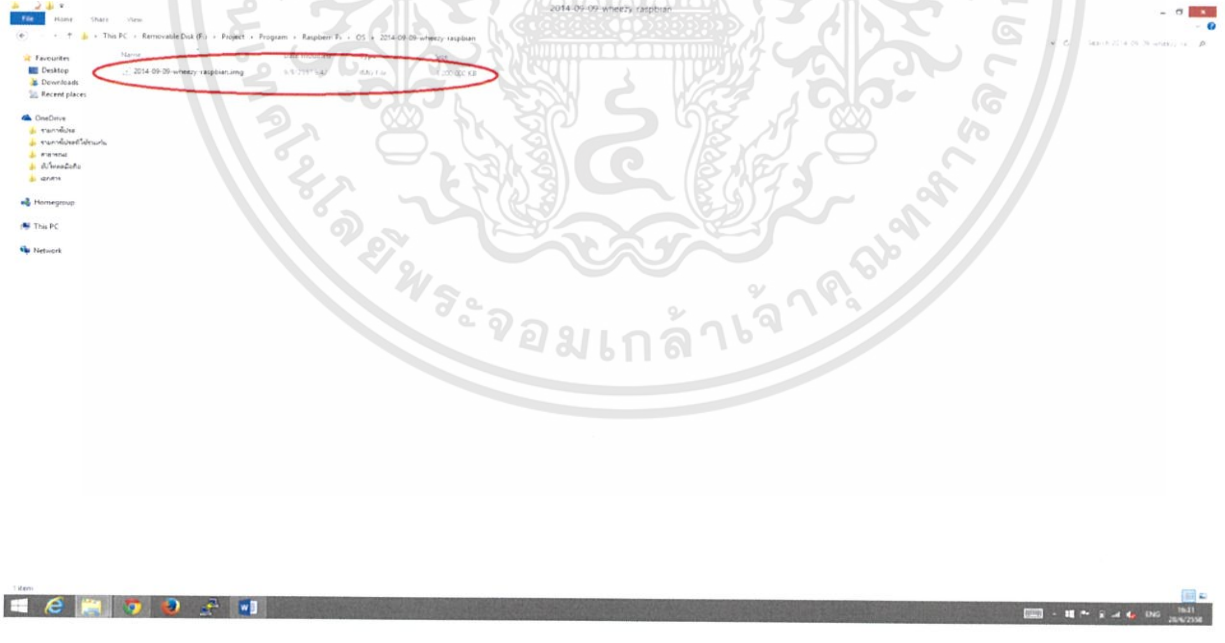
การติดตั้ง Raspbian

สามารถดาวโหลด Raspbian ได้ที่ https://www.raspberrypi.org/downloads/



รูปที่ ก.8

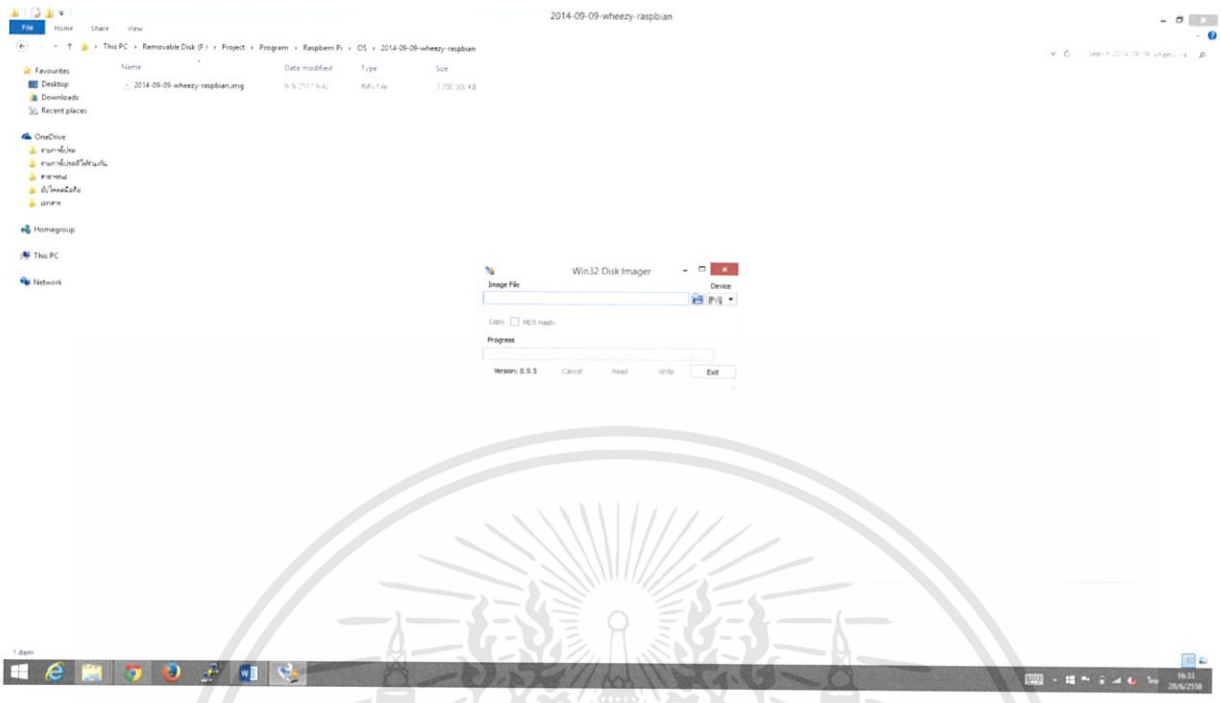
เมื่อดาวโหลดมาจะได้ไฟล์นามสกุล .img



รูปที่ ก.9

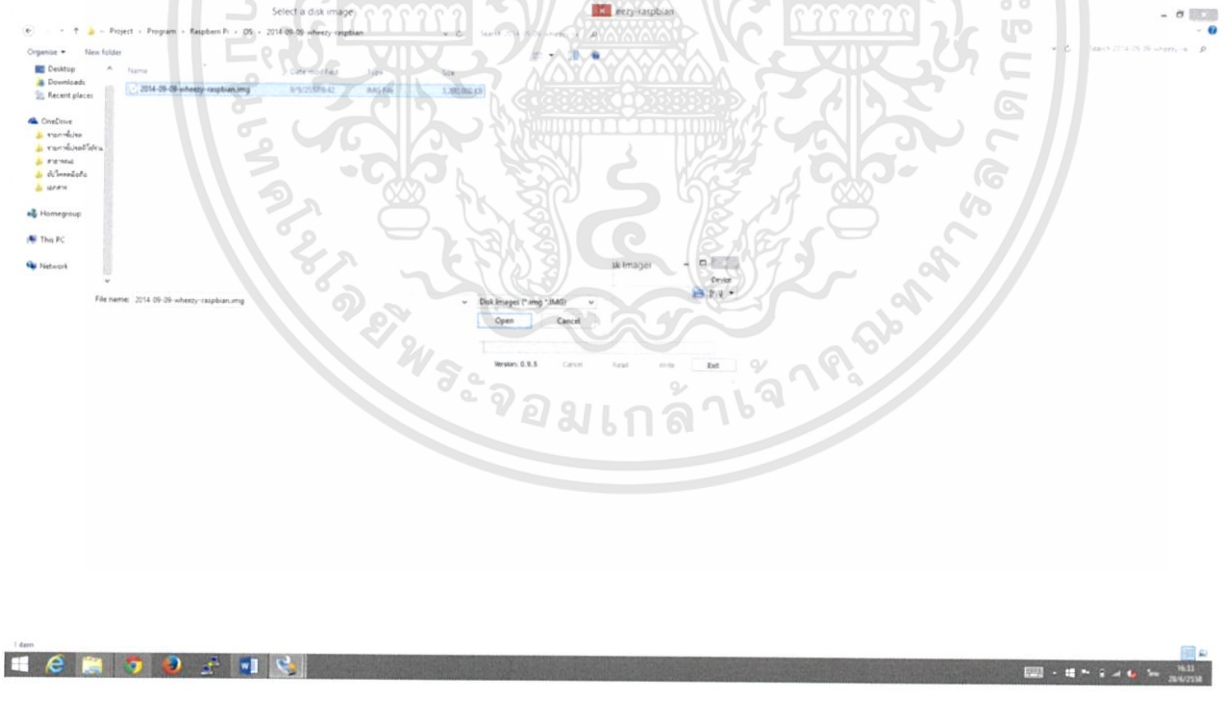
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิดโปรแกรม Win32DiskImage ขึ้นมา



รูปที่ ก.10

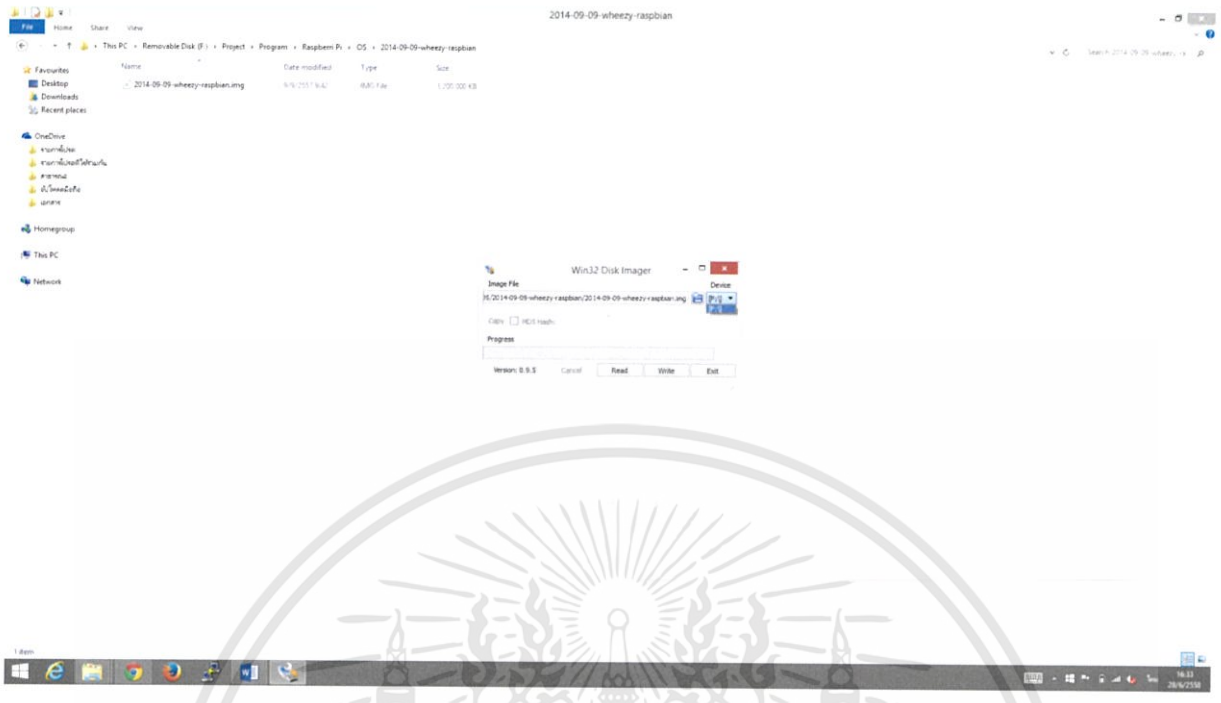
เลือกไฟล์นามสกุล .img



รูปที่ ก.11

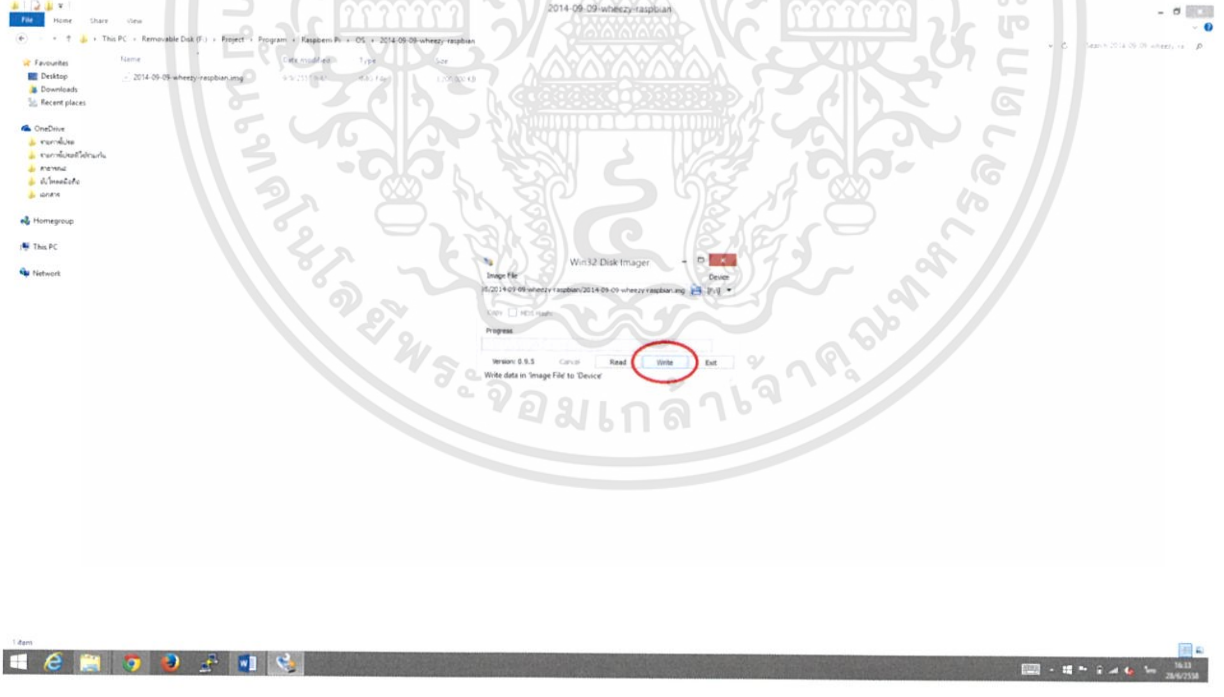
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือก Device ของ SD Card



รูปที่ ก.12

กด Write เพื่อเขียนลงไปยัง SD Card



รูปที่ ก.13

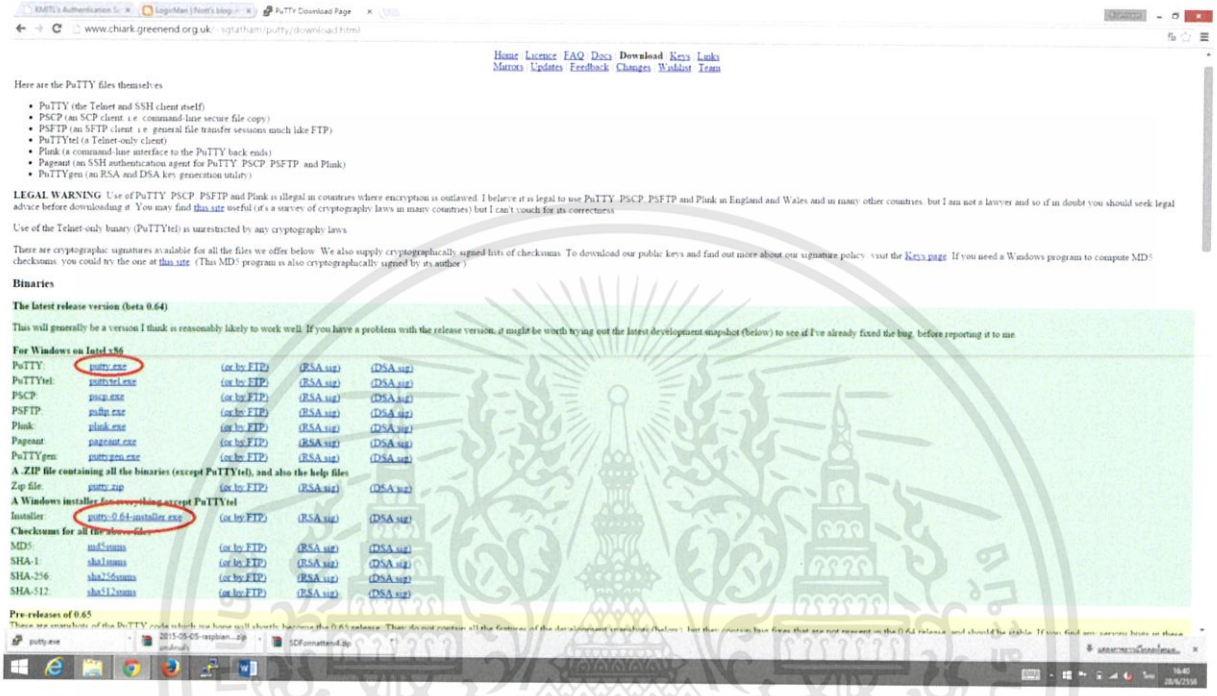
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการติดต่อสื่อสารกับ Raspberry Pi ผ่านคอมพิวเตอร์ สามารถใช้ PuTTy และ Xming ในการติดต่อสื่อสาร

การติดตั้ง PuTTy

สามารถดาวโหลดได้ที่ http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html

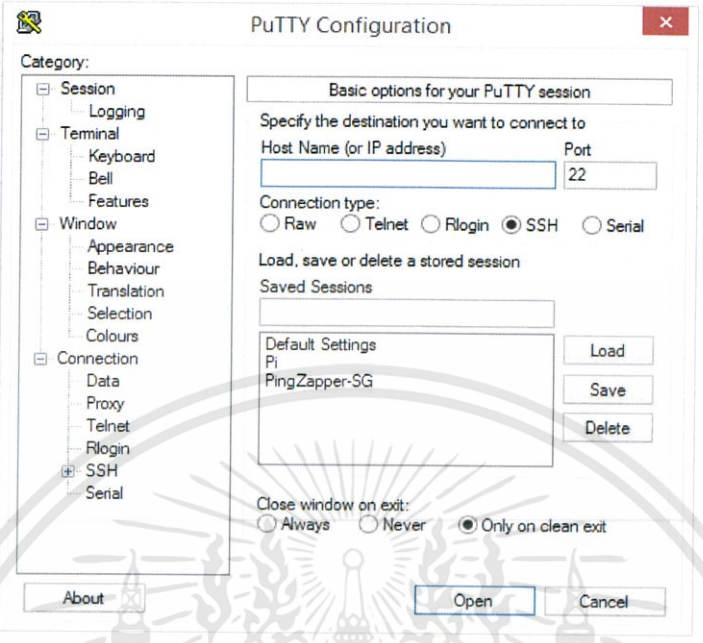
สามารถดาวโหลดเฉพาะ putty.exe หรือสามารถดาวโหลด Installer เพื่อติดตั้งตัวเต็มก็ได้



รูปที่ ก.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานสามารถระบุเลข IP Address ของ Raspberry Pi ที่ช่อง Host Name (or IP address) เพื่อ Remote เข้าใช้งานได้ทันที

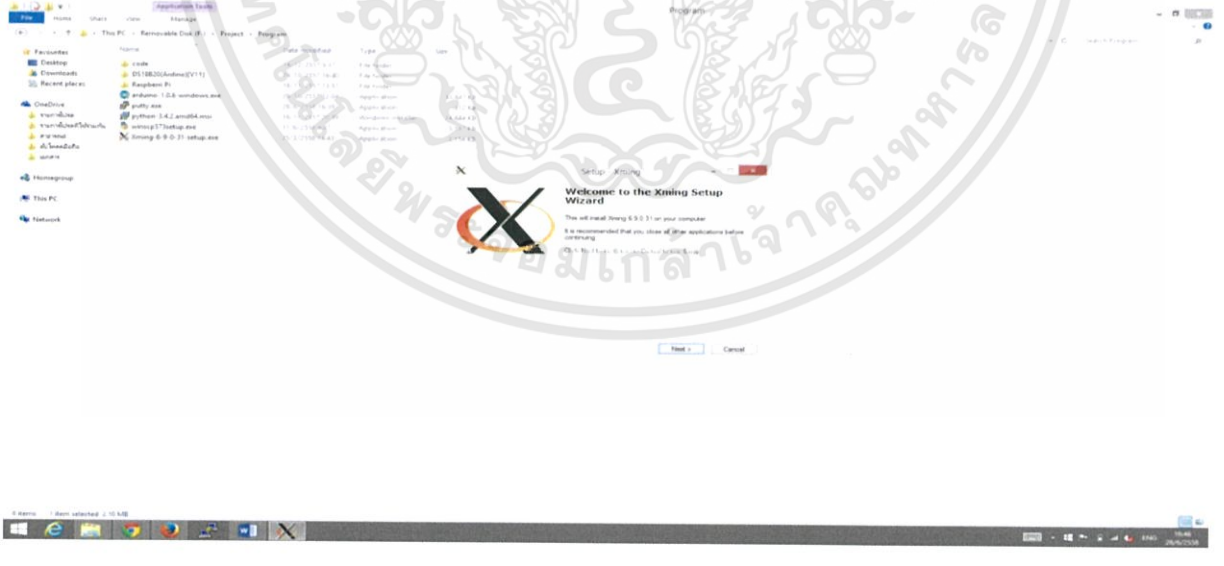


รูปที่ ก.15

<u>การติดตั้ง Xming</u>

สามารถดาวโหลดได้ที่ http://sourceforge.net/projects/xming/

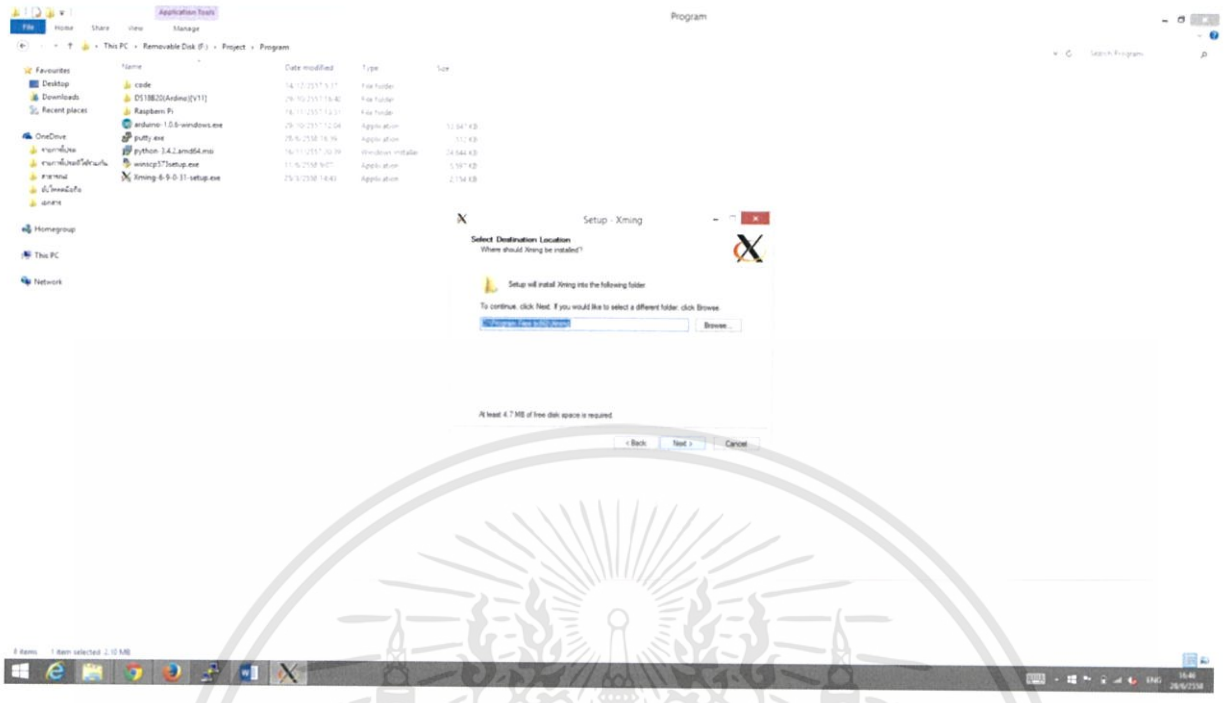
กด Next > เพื่อดำเนินการต่อ



รูปที่ ก.16

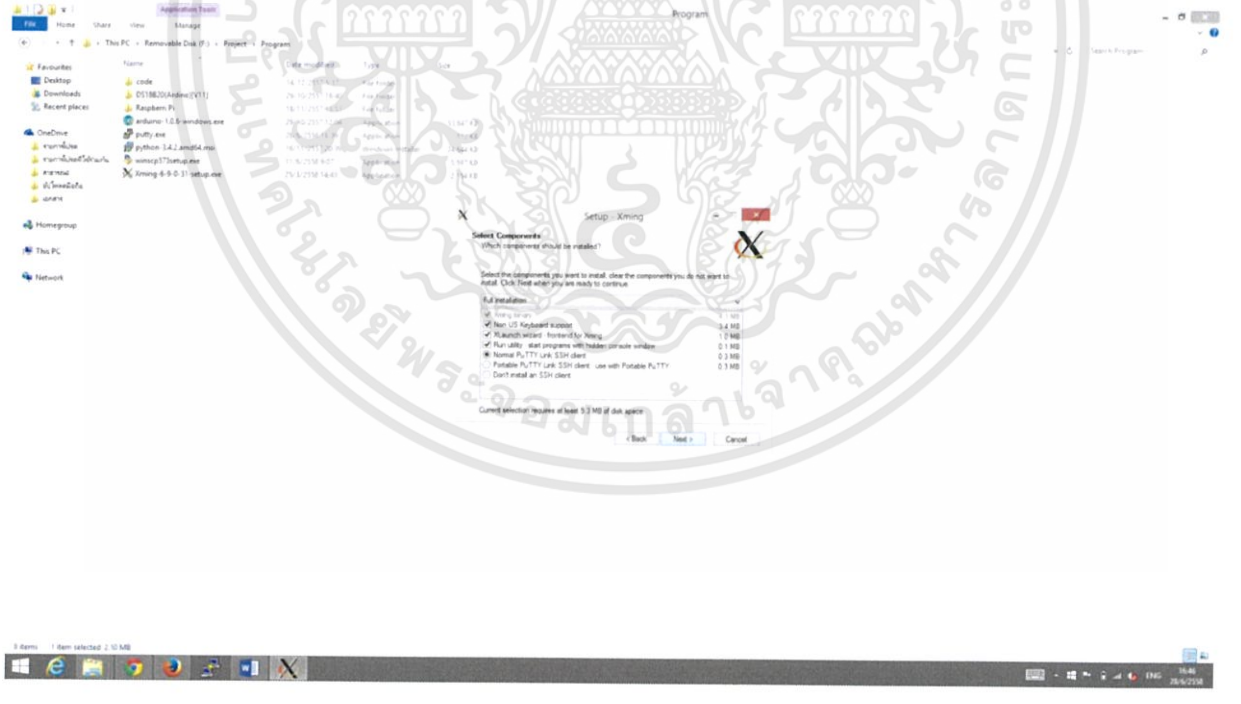
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกพื้นที่ที่ต้องการติดตั้งแล้วกด Next >



รูปที่ ก.17

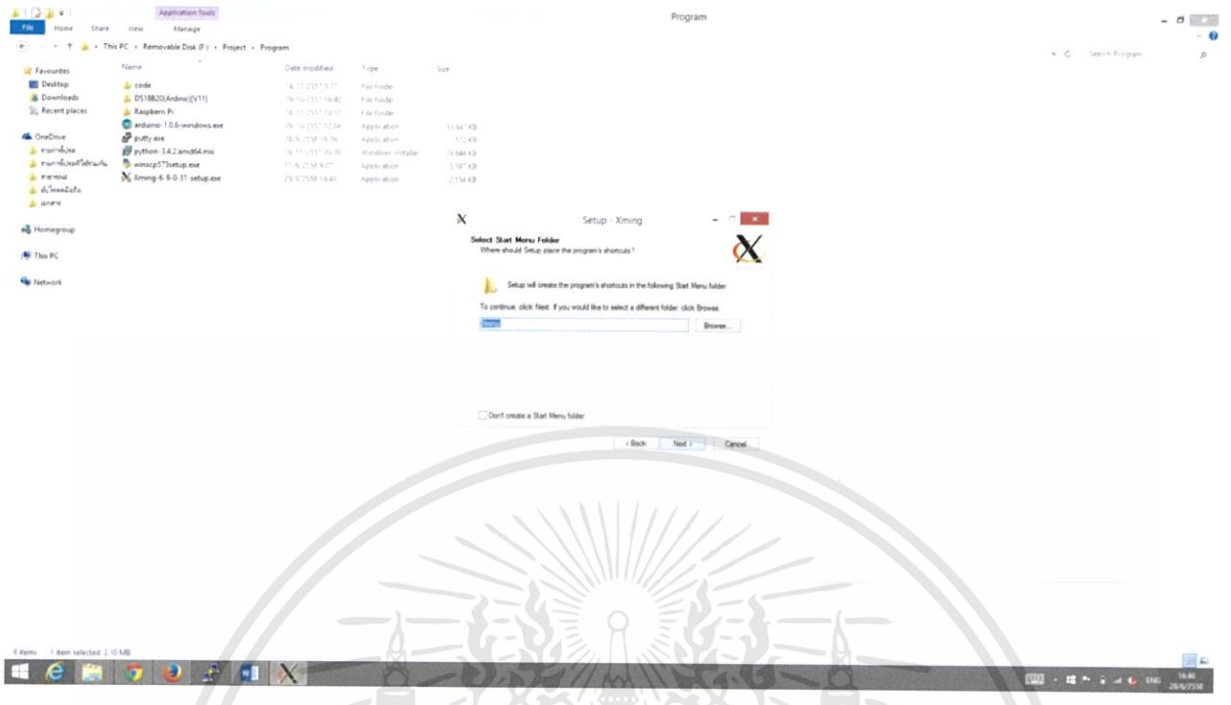
กด Next >



รูปที่ ก.18

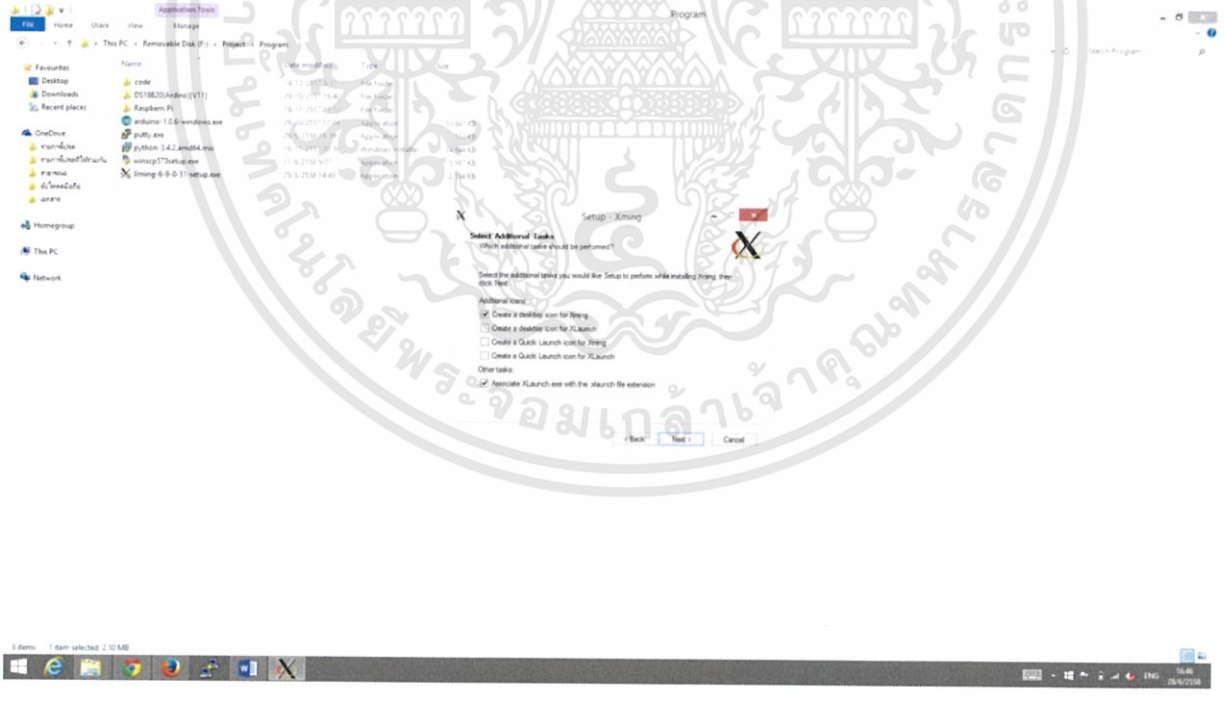
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กด Next >



รูปที่ ก.19

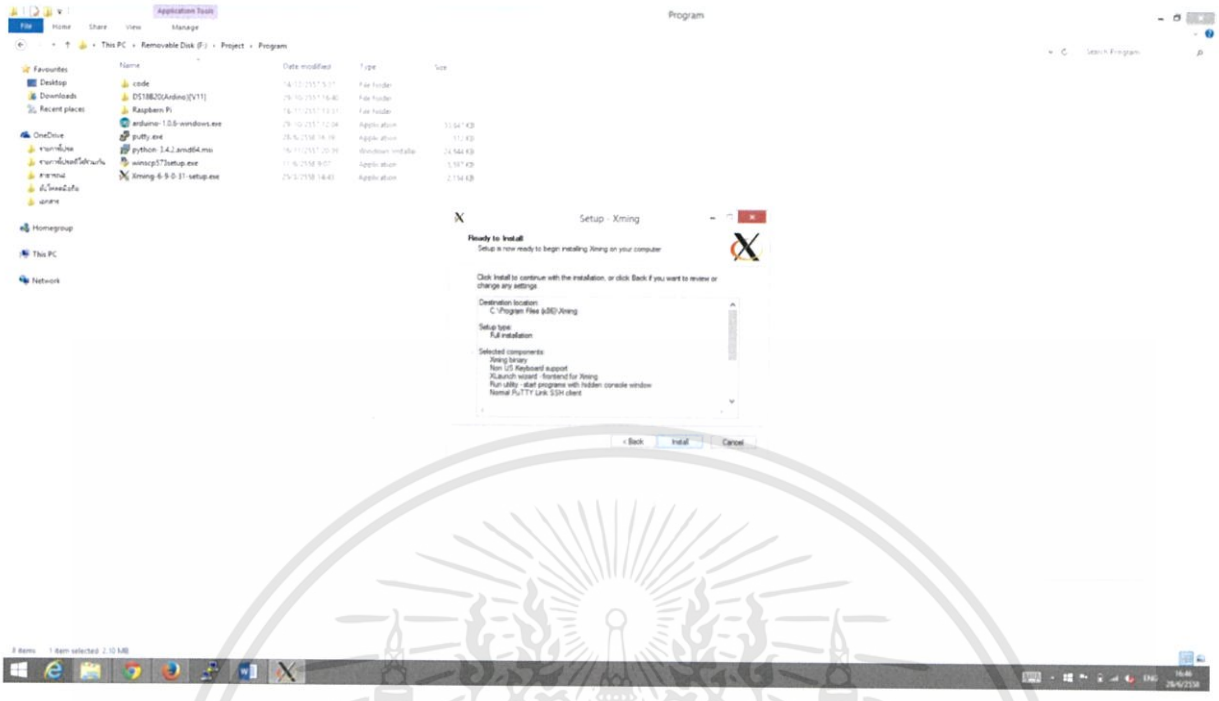
เลือก Create a desktop icon for Xming แล้วกด Next >



รูปที่ ก.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กด Install เพื่อติดตั้ง



รูปที่ ก.21

กด Finish

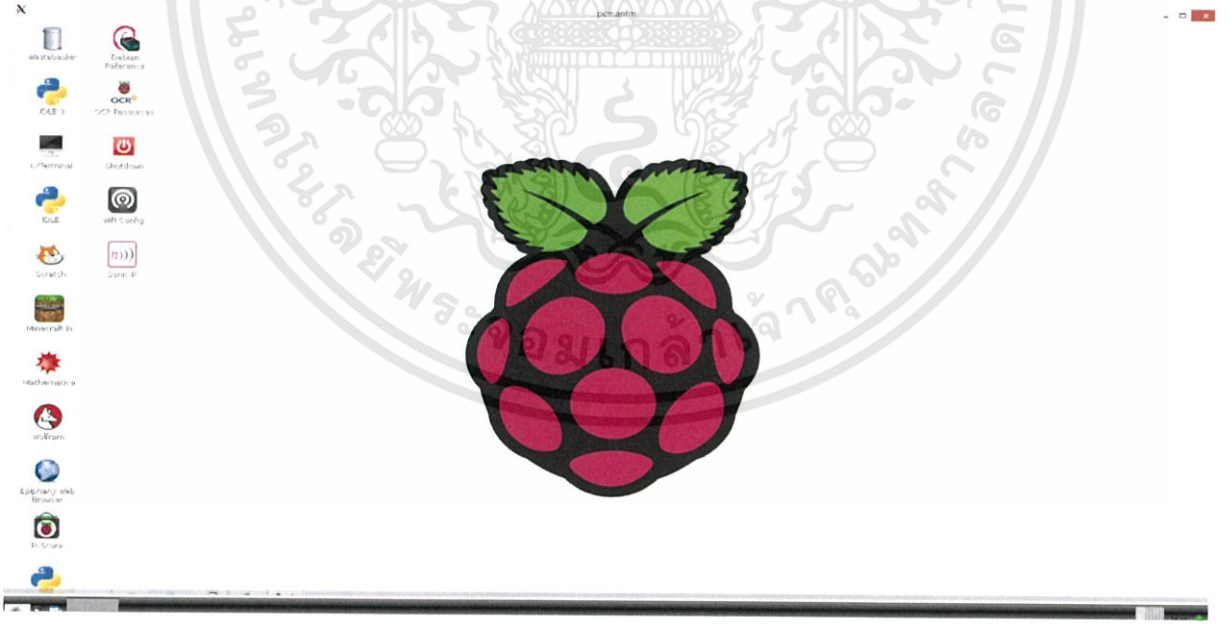
รูปที่ ก.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานเชื่อมต่อ PuTTy ไปยัง Raspberry Pi และใช้คำสั่ง startlxde เพื่อสั่งงานให้แสดงผลแบบกราฟฟิค

รูปที่ ก.23

การแสดงผลแบบกราฟฟิคที่ Xming



รูปที่ ก.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

Poster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้