สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย
ระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยเทคโนโลยีสารสนเทศ
Shrimp Farm Management System using Information Technology

ชื่อผู้วิจัย นางพนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2555
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
T
58.6
W1975
เลขหมู่ 131149
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี 22 พ.ค. 2557
b.12602681
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอมอบความสำเร็จนี้ให้แก่บิดา มารดา อันเป็นที่รักยิ่ง ผู้ซึ่งคอยให้กำลังใจและสนับสนุนผู้จัยในทุกเรื่อง ขอขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้ คำปรึกษา แนะนำ รวมทั้งกำลังใจให้กับผู้วิจัย

ขอขอบคุณ คุณณภัทร ขวัญแก้ว คุณณัฐพัชร บุปผา คุณณัฐรุจา เจริญแพทย์ และคุณธนพงษ์ ชื่นอุระจิตร ที่ให้ความช่วยเหลือจนงานวิจัยสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ ในการทำวิจัย

พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยเทคโนโลยีสารสนเทศ
ชื่อโครงการ(ภาษาอังกฤษ) Shrimp Farm Management System using Information Technology
แหล่งเงิน คณะวิศวกรรมศาสตร์
ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 72,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2554 ถึง 30 กันยายน 2555

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัดและ อีเมล์

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) ดร. พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Dr. Panarat Cherntanomwong

ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์ สาขา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ)

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

E-mail krpanara@kmitl.ac.th

คำสำคัญ (Keywords) ฟาร์มกุ้ง เทคโนโลยีสารสนเทศ GSM/GPRS Module

บทคัดย่อ

โดยพื้นฐานแล้วการเลี้ยงกุ้ง ต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิด เนื่องจากกุ้งมีความอ่อนไหวต่อปัจจัยต่างๆ มากมายโดยเฉพาะคุณภาพของน้ำภายในบ่อเลี้ยงกุ้ง พารามิเตอร์ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีความสำคัญคือค่าความเค็มของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำ ปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในน้ำ อุณหภูมิน้ำ และปริมาณออกซิเจนในน้ำ ซึ่งต้องมีการวัดและควบคุมค่าเหล่านี้ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้กุ้งมีการเจริญเติบโตที่ดี ในการดูแลเช่นนี้หากเป็นฟาร์มขนาดใหญ่ทำให้ต้องใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก และในบางสถานการณ์อาจจะไม่สามารถวัดค่าได้อย่างสะดวก เช่นในช่วงเวลากลางคืน ในสภาวะฝนตกหนัก หรือในขณะที่ผู้ดูแลไม่อยู่ในบริเวณฟาร์ม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศต้นแบบขึ้น เพื่อช่วยดูแลจัดการงานเหล่านี้ได้ส่งผลให้ต้นทุนด้านแรงงานลดลง เพิ่มคุณภาพและผลผลิตของกุ้ง อีกทั้งทำให้การจัดการฟาร์มกุ้งมีความสะดวกสบายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ได้รับการออกแบบให้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อกุ้ง ด้วยการใช้เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจน ค่าอุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในน้ำแบบ Real time โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านค่าจากเซ็นเซอร์แล้วส่งผลไปยัง GSM/GPRS Module ให้ส่งข้อมูลที่วัดค่าได้ผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยเทคโนโลยี GPRS ซึ่งค่าที่ส่งมาจะแสดงผลบนหน้าจอแสดงผล (Graphic User Interface: GUI) ผ่านเวบไซต์ พร้อมทั้งสามารถวิเคราะห์คุณภาพน้ำและแสดงผลการวิเคราะห์บน GUI ด้วย นอกจากนี้ ระบบยังได้รับการออกแบบให้สามารถควบคุมเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำได้หลังจากทราบผลการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจน โดยมีโหมดการทำงาน 2 โหมดคือโหมด Manual (รับคำสั่งจากผู้ใช้) และโหมดอัตโนมัติผ่านเครือข่าย จากผลการวิจัย ระบบสามารถทำงานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

In general, shrimp farming is required closely monitoring since shrimps are sensitive to various factors, especially water quality of a shrimp pond. Important parameters of shrimp pond water are salinity, pH, temperature, (dissolved) oxygen and minerals which have to be always measured and controlled to keep in appropriate levels. This appropriate parameter levels lead shrimps grow well. However, to monitor these parameters in this way needs a large number of labors and in some situations; it is not convenient to measure these parameters, for example, at night, in situation of heavy rain, or in the situation that the farm manager is not at the farm. Therefore, shrimp farm management system using information technology is developed to help manage those requirements; leading to reducing the labor cost, increasing the quality and product of shrimps. Moreover, farm management is more convenient and effective by using this system.

This system is designed to have a function of real-time monitoring of water quality using three types of sensors that are oxygen sensor, temperature sensor, and pH sensor. A microcontroller receives measured values from these sensors, and then transfers them to Graphic User Interface (GUI) via a wireless transceiver. In this system, a GSM/GPRS module is used as the wireless transceiver. Additionally, this system is able to control the oxygen increasing equipment after analyzing the oxygen level. There are two modes to control the oxygen increasing equipment; that are manual mode, directly controlled by users and automatic mode controlled via the internet. According to the testing result, this system can effectively work.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ I
บทคัดย่อภาษาไทย II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III
สารบัญ IV
สารบัญรูป VII
บทที่ 1 บทนำ และระเบียบวิธีวิจัย 1
1.1 บทนำ 1
1.1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.1.2 จุดประสงค์ 3
1.1.3 ขอบเขตของโครงงาน 3
1.1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.2 ระเบียบวิธีวิจัยและแผนการดำเนินงานโครงการวิจัย 4
1.2.1 ระเบียบวิธีวิจัย 4
1.2.2 แผนการดำเนินงานโครงการวิจัย 5
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ 7
2.1 ระบบ GSM 7
2.1.1 โครงสร้างของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM 8
2.2 เทคโนโลยี GPRS (General Packet Radio Service (GPRS) Technology) 12
2.2.1 การประยุกต์ใช้งาน GPRS 14
2.2.2 ประโยชน์ของระบบ GPRS 15
2.3 AT Command 16
2.3.1 หลักการรับส่ง SMS ของโทรศัพท์มือถือ 16
2.3.2 โหมดของการรับส่งข้อมูล SMS 16
2.3.3 รูปแบบในการส่งข้อมูลในรูป SMS ผ่าน AT Command 16
2.3.4 ตัวอย่าง คำสั่งที่เป็น BASIC AT COMMAND 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.5 AT COMMAND ที่เกี่ยวข้องกับการรับ-ส่ง SMS 17

2.4 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232 18

2.4.1 หน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 20

2.4.2 การเชื่อมต่อสาย DB9 21

2.4.3 ระดับสัญญาณของ RS232 21

2.4.4 อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) 22

2.5 การสื่อสารข้อมูลอนุกรมผ่านโมดูล USART 22

2.5.1 โมดูล USART 22

2.5.2 รีจิสเตอร์และรูปแบบการส่งข้อมูล 23

2.5.3 คุณสมบัติที่สำคัญของโมดูล USART 23

2.6 GSM/GPRS Module 24

2.6.1 คุณสมบัติของโมดูล SIM300CZ 24

2.6.2 คุณสมบัติของ บอร์ด ET-GSM SIM300CZ V1.0 25

2.7 ET-BASE PIC8722 (ICD2) 26

2.7.1 คุณสมบัติของบอร์ด ET-BASE PIC8722 (ICD2) 26

2.8 DS1820 สำหรับการวัดอุณหภูมิ 27

2.8.1 คุณสมบัติเด่นของ DS1820 28

2.8.2 บล็อกไดอะแกรมภายในของ DS1820 28

2.8.3 การวัดอุณหภูมิ 30

2.8.4 การทำงานของสัญญาณเตือน 31

2.8.5 บิตเลเซอร์รอม 32

2.8.6 สัญญาณ RESET 32

2.8.7 สัญญาณ READ/WRITE 34

2.8.8 การต่อแหล่งจ่ายไฟ 34

2.9 รีเลย์ควบคุม (Control Relay) 34

2.9.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของรีเลย์ 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.9.2 หลักการทำงานของรีเลย์ 36
2.10 การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (Litopenaeus vanamei) 37
2.10.1 กุ้งขาวแวนนาไม (Litopenaeus vanamei) 37
2.10.2 พฤติกรรมการดำรงชีวิตของกุ้งขาว แวนนาไม 37
2.10.3 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง 38
2.10.4 ระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำแต่ละช่วงเวลา 39
2.11 การวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกละลาย (Dissolve Oxygen) 40
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ 41
3.1 องค์ประกอบของระบบ 41
3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ 42
3.2.1 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนฮาร์ดแวร์ 43
3.2.2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ 44
3.2.3 ผลสำเร็จจากการออกแบบฮาร์ดแวร์ 46
3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ 47
3.3.1 ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (Website) 47
3.3.2 ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (GUI) 51
3.3.3 ส่วนที่ติดต่อกับฐานข้อมูล 52
บทที่ 4 ผลการวิจัย และอภิปราย 54
4.1 การทดลองแสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) และค่าออกซิเจนบนเว็บไซต์ 54
4.2 การทดลองกำหนดค่ามาตรฐาน (Threshold) 57
4.3 การทดลองการทำงานของระบบควบคุมการเปิด-ปิดมอเตอร์ แต่ละโหมด 59
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุปผล 68
5.1 บทสรุปผลการดำเนินงาน 68
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนา 69
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 เครื่องเติมอากาศที่ใช้ใบพัด 2

1.2 เครื่องเติมอากาศที่ใช้ใบพัด (อีกมุมหนึ่ง) 2

1.3 ภาพรวมของระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ 4

2.1 ภาพรวมของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM 7

2.2 โครสร้างของระบบ GSM 8

2.3 ระบบสถานีฐาน (BSS) 10

2.4 ระบบชุมสายโทรศัพท์ 11

2.5 สถาปัตยกรรมของ GPRS 13

2.6 การรองรับการให้บริการ GPRS บนเครือข่าย GSM 11

2.7 พอร์ตอนุกรม RS-232 เพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ต USB 16

2.8 DB9 ด้านซ้ายคือตัวผู้ (Male) ส่วนด้านขวาคือตัวเมีย (Female) 19

2.9 DB9 ด้านหลัง 19

2.10 รูปแบบการเชื่อมต่อสาย DB9 21

2.11 ระดับสัญญาณของ RS232 และระดับสัญญาณของ TTL 22

2.12 รูปแบบเฟรมข้อมูลในการส่งข้อมูลแบบ USART 23

2.13 GSM Module รุ่น SIM300CZ 24

2.14 ET-BASE PIC8722 (ICD2) 26

2.15 โครงสร้างและขาการใช้งานของ DS1820 27

2.16 บล็อกไดอะแกรมภายในของ DS1820 29

2.17 บล็อกไดอะแกรมการวัดค่าอุณหภูมิ 30

2.18 แสดงการจัดหาแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับ DS 1820 ใน 1 – Wire 32

2.19 สัญญาณ RESET DS1820 33

2.20 สัญญาณ READ/WRITE DS1820 33

2.21 การจัดแหล่งจ่ายไฟภายนอกและการอินเตอร์เฟสร่วมของ DS1820 หลายตัวบนบัส 1 – Wire 34

2.22 สัญลักษณ์ของรีเลย์ 35

2.23 ตำแหน่งขาของรีเลย์แบบ 5 ขา 35

2.24 การเปลี่ยนแปลงหน้าสัมผัสของตัวรีเลย์ 36

2.25 กุ้งขาวแวนนาไม (Litopenaeus vanamei) 37

2.26 ระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำในแต่ละช่วงเวลาในรอบวัน 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.1 องค์ประกอบของระบบ 41
3.2 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนฮาร์ดแวร์ทั้งหมด 43
3.3 วงจรควบคุมหลักรับค่าอินพุตของระบบ 44
3.4 วงจรควบคุมเอาต์พุตของระบบ 45
3.5 ฮาร์ดแวร์ในส่วนควบคุมของระบบ 46
3.6 โพรบวัดค่าของเซ็นเซอร์แต่ละตัว 46
3.7 ฮาร์ดแวร์แบบจำลองของส่วนเอาต์พุตของระบบ 47
3.8 หน้าล็อกอินของระบบ 48
3.9 แสดงหน้าเมื่อผู้ใช้ใส่ Username และ Password ไม่ถูกต้อง 48
3.10 หน้า MONITOR 49
3.11 หน้า CONTROL สำหรับโหมดการทำงานเป็นแบบ Manual 50
3.12 หน้า CONTROL เมื่อโหมดการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ (Auto) 50
3.13 หน้า SETTING 51
3.14 หน้า GUI 51
3.15 แสดง E-R Model ฐานข้อมูลของระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยเทคโนโลยีสารสนเทศ 52
4.1 แสดงอุปกรณ์ในการทดลอง 54
4.2 แสดงการทดลองวัดค่าคุณภาพน้ำโดยใช้เซ็นเซอร์ 55
4.3 แสดงค่าที่วัดได้บนเว็บไซต์บนคอมพิวเตอร์ 56
4.4 แสดงค่าที่วัดได้บนเว็บไซต์บนมือถือ 56
4.5 แสดงการตั้งค่ามาตรฐานของค่าออกซิเจน ค่าความเป็นกรด – ด่าง และ ค่าอุณหภูมิ 57
4.6 แสดงสถานะของค่าทั้ง 3 เมื่อกำหนดค่ามาตรฐาน 58
4.7 แสดงอุปกรณ์ในการทดลอง 59
4.8 แสดงการเลือกโหมดการทำงานเป็น Manual 60
4.9 แสดงหน้าควบคุมการเปิดมอเตอร์ ที่ทำการตั้งค่าให้มอเตอร์ทำงาน 5 นาที 61
4.10 แสดงเอาต์พุตของระบบกำลังทำงานเมื่อมีคำสั่งจากผู้ใช้ 61
4.11 แสดงสถานะมอเตอร์กำลังทำงานอยู่ 62
4.12 แสดงสถานะมอเตอร์ไม่ทำงาน เมื่อเวลาครบ 5 นาที 63
4.13 แสดงเอาต์พุตของระบบหยุดทำงาน 63
4.14 แสดงหน้าเว็บไซต์ควบคุมในโหมดการทำงานอัตโนมัติ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า
4.15 สถานะมอเตอร์ในหน้า CONTROL จะมีสถานะ OFF เมื่อออกซิเจนอยู่ในสถานะ “NORMAL” 64
4.16 แสดงเอาต์พุตของระบบหยุดทำงาน 65
4.17 แสดงสถานะมอเตอร์ทำงาน เมื่อออกซิเจนอยู่ในสถานะ “LOW” 65
4.18 แสดงเอาต์พุตของระบบกำลังทำงาน 66
4.19 แสดงสถานะมอเตอร์ทำงานต่อไป เมื่อค่าออกซิเจนน้อยกว่าค่ากลางของค่ามาตรฐานที่กำหนด 67
4.20 แสดงสถานะมอเตอร์หยุดทำงานต่อ เมื่อค่าออกซิเจนมากกว่าค่ากลางของ threshold 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ และระเบียบวิธีวิจัย

1.1 บทนำ

1.1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โดยพื้นฐานแล้วการเลี้ยงกุ้ง ต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิด เนื่องจากกุ้งมีความอ่อนไหวต่อปัจจัยต่างๆ มากมายโดยเฉพาะสภาวะของน้ำภายในบ่อเลี้ยงกุ้ง พารามิเตอร์ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีความสำคัญคือค่าความเค็มของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำ ปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในน้ำ อุณหภูมิน้ำ และปริมาณออกซิเจนในน้ำ ซึ่งต้องมีการวัดและควบคุมค่าเหล่านี้ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้กุ้งมีการเจริญเติบโตที่ดี ในการดูแลเช่นนี้หากเป็นฟาร์มขนาดใหญ่ทำให้ต้องใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก

ในปัจจุบันการแก้ไขปัญหาของการลดลงของระดับออกซิเจนในบ่อเลี้ยงกุ้ง สามารถทำได้โดยการเพิ่มออกซิเจนในบ่อ ซึ่งบางครั้งจะเรียกว่าการเติมอากาศในบ่อ ซึ่งวิธีการที่ดีที่สุดคือ การใช้เครื่องเติมอากาศ เพื่อช่วยเพิ่มออกซิเจนในบ่อให้เพียงพอต่อการหายใจของกุ้ง และการหายใจของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่อยู่ในบ่อโดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน การเลี้ยงกุ้งจะได้ผลผลิตสูงถ้ามีการให้อาหารและปัจจัยการผลิตอย่างถูกต้อง ควบคุมให้มีอาหารและปัจจัยการผลิตส่วนเกินน้อย กล่าวคือ ควบคุมอาหารที่กุ้งไม่ได้กินหรือกินแล้วถ่ายออกมาให้น้อยลง อย่างไรก็ตามอาหารและปัจจัยการผลิตส่วนเกินในบ่อเหล่านี้เป็นตัวการสำคัญที่เพิ่มการใช้ออกซิเจนทั้งสิ้น ดังนั้นปริมาณออกซิเจนในน้ำจะลดลงตามลำดับเมื่อมีปัจจัยการผลิตส่วนเกินเหล่านี้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยปกติในช่วงเช้ามืดหรือช่วงที่อากาศปิด ปริมาณออกซิเจนในบ่อจะต่ำลง เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชยังคงใช้ออกซิเจนในการหายใจอยู่ และเมื่อออกซิเจนต่ำกว่า 3 หรือ 4 มิลลิกรัม/ลิตร สัตว์น้ำที่เลี้ยงอยู่จะมีความเครียด ทำให้อยากอาหารลดลง ถ้าหากปล่อยให้สภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำนานไปเรื่อย ๆ ก็จะทำให้กุ้งเกิดโรคได้ง่ายและอาจนำไปสู่ภาวะโรคระบาดและตายได้ ดังนั้นเป้าหมายของการเติมอากาศคือ

1.เพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ซึ่งจะมีปริมาณสูงสุดเมื่อถึงจุดอิ่มตัว

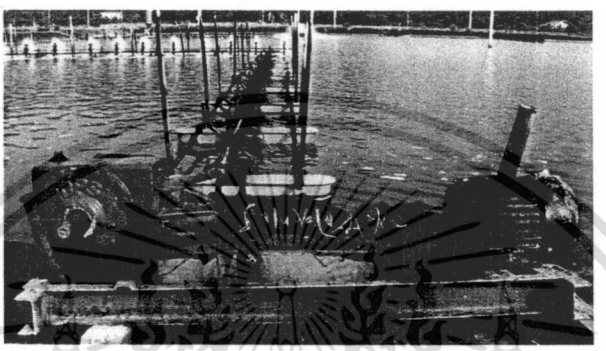
2.ทำให้น้ำในบ่อเกิดการหมุนเวียน ออกซิเจนก็จะเกิดการผสมผสานไปกับมวลน้ำอย่างทั่วถึงกันทั้งบ่อ

เครื่องเติมอากาศในบ่อกุ้ง ในปัจจุบันมีสองแบบใหญ่ ๆ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เครื่องเติมอากาศที่ใช้ใบพัด (Paddle-wheel) จะใช้หลักการทำให้น้ำกระจายไปสู่อากาศเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการซึมผ่านของออกซิเจนได้มากขึ้น (แสดงได้ดังรูปที่ 1.1 และรูปที่ 1.2)

2. เครื่องพ่นน้ำ (Jet-type) จะใช้หลักการทำให้เกิดฟองอากาศลงสู่น้ำ เพื่อให้มีพื้นที่ระหว่างฟองอากาศกับน้ำเกิดขึ้น ออกซิเจนจากฟองอากาศจะแตกออกและซึมผ่านลงสู่น้ำ (ข้อมูลจาก คู่มือการปฏิบัติที่ดีสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งไทย)



รูปที่ 1.1 เครื่องเติมอากาศที่ใช้ใบพัด

รูปที่ 1.2 เครื่องเติมอากาศที่ใช้ใบพัด (อีกมุมหนึ่ง)

เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิน้ำ และปริมาณออกซิเจน เป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงตามสภาวะแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว และส่งผลกระทบต่อกุ้งในทันที ดังนั้นผู้ดูแลฟาร์มจำเป็นต้องให้ความสำคัญในการวัดและตอบสนองค่าเหล่านี้อย่างมาก แต่ในบางสถานการณ์อาจจะไม่สามารถวัดค่าได้อย่างสะดวก เช่นในช่วงเวลากลางคืน ในสภาวะฝนตกหนัก หรือในขณะที่ผู้ดูแลไม่อยู่ในบริเวณฟาร์ม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดว่าหากมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยดูแลจัดการงานเหล่านี้ได้ จะทำให้สามารถลดแรงงานคนได้เป็นจำนวนมาก รวมถึงสามารถตอบสนอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแก้ปัญหาต่างๆ ได้ทันท่วงที ดังนั้นจึงได้คิดค้นระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศขึ้น

ระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ได้รับการออกแบบให้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อกุ้ง ด้วยการใช้เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจน ค่าอุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในน้ำแบบ Real time โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านค่าจากเซ็นเซอร์แล้วส่งผลไปยัง GSM/GPRS Module ให้ส่งข้อมูลที่วัดค่าได้ผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยเทคโนโลยี GPRS (แบบ On Line) ซึ่งค่าที่ส่งมาจะแสดงผ่านหน้าจอแสดงผล (Graphic User Interface: GUI) ผ่านเวบไซต์ พร้อมทั้งสามารถวิเคราะห์คุณภาพน้ำและแสดงผลการวิเคราะห์บน GUI ด้วย นอกจากนั้นระบบยังได้รับการออกแบบให้มีโหมดการทำงาน 2 โหมดคือโหมด Manual (รับคำสั่งจากผู้ใช้) และโหมดอัตโนมัติผ่านเครือข่าย เพื่อควบคุมให้เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำทำงาน ทำให้ช่วยลดแรงงานคนในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อกุ้ง ส่งผลให้ต้นทุนด้านแรงงานลดลง เพิ่มความสำเร็จสำหรับการเลี้ยงกุ้ง อีกทั้งเพิ่มคุณภาพและผลผลิตให้ผู้เลี้ยง ตลอดจนได้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยพัฒนาระบบการจัดการฟาร์มกุ้งให้มีความสะดวกสบายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.1.2 จุดประสงค์

- เพื่อพัฒนาระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ
- เพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการจัดการในระบบฟาร์มกุ้ง
- เพื่อลดการใช้แรงงานคน
- เพื่อเพิ่มผลผลิตการเลี้ยงกุ้ง
- เพื่อพัฒนาความรู้และประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์และ GSM/GPRS Module
- เพื่อศึกษาและออกแบบซอร์ฟแวร์ (Software) และฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ใช้ในการทำงาน

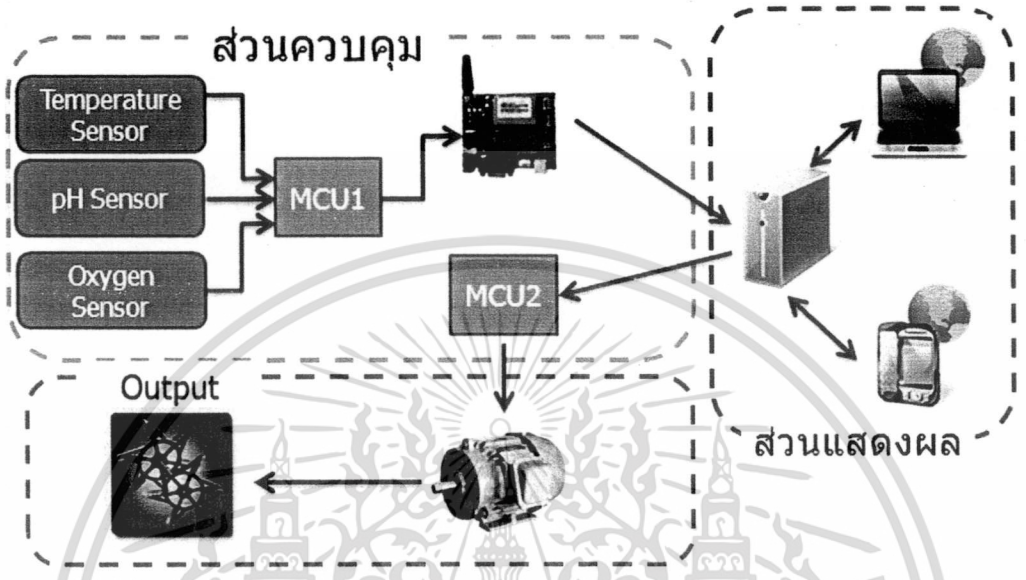
1.1.3 ขอบเขตของโครงงาน

- ระบบสามารถส่งค่าต่างๆ ที่วัดได้จากเซนเซอร์ มาแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์และ/หรือโทรศัพท์มือถือ รวมถึงอุปกรณ์สื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ที่ใช้งานเทคโนโลยี GSM/GPRS เพื่อแสดงผลค่าต่างๆ ให้ผู้ดูแลระบบบน GUI ผ่านเวบไซต์
- ระบบสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับมาได้ว่าควรปรับสมดุลสภาพน้ำอย่างไรบ้าง โดยแสดงผลบน GUI
- ระบบควบคุมเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำอัตโนมัติ เมื่อปริมาณออกซิเจนในน้ำต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผู้ดูแลระบบสามารถควบคุมหรือสั่งให้เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำทำงานได้แบบ Manual ได้ผ่านทาง GUI

รูปที่ 1.3 แสดงภาพรวมของระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ



รูปที่ 1.3 ภาพรวมของระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1.1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

- ระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการจัดการฟาร์มกุ้งได้จริง
- ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ
- ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อช่วยในการจัดการฟาร์มกุ้งได้
- ระบบควบคุมเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำสามารถทำงานแบบอัตโนมัติ เมื่อปริมาณออกซิเจนในน้ำต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.2 ระเบียบวิธีวิจัยและแผนการดำเนินงานโครงการวิจัย

1.2.1 ระเบียบวิธีวิจัย

ระเบียบขั้นตอนวิจัย เป็นดังต่อไปนี้

1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2) ศึกษาและจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3) ออกแบบระบบการทำงานโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ออกแบบฮาร์ดแวร์บนพื้นฐานของต้นทุนที่ต่ำ โดยเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม

5) ออกแบบซอร์ฟแวร์ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

6) ติดตั้งระบบ และทำการทดสอบการใช้งานทั้งหมด

7) วิเคราะห์และแก้ไขข้อผิดพลาดจากการทดสอบการใช้งาน แล้วทำการทดสอบใหม่ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ค่าความผิดพลาดที่ลู่เข้าค่าใดค่าหนึ่งที่น้อยที่สุด

8) ประเมินผลโครงการ และจัดทำรายงานโครงการฉบับสมบูรณ์เสนอต่อคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัย

1.2.2 แผนการดำเนินงานโครงการวิจัย

การดำเนินงาน	ระยะเวลา												หมายเหตุ
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	←	→											
2. ศึกษาและจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง		←	→	→									
3. ออกแบบระบบการทำงานโดยรวม				←	→								
4. ออกแบบฮาร์ดแวร์บนพื้นฐานของต้นทุนที่ต่ำ โดยเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม					←	→	→						
5. ออกแบบซอร์ฟแวร์ส่วนติดต่อกับผู้ใช้							←	→					
6. ติดตั้งระบบและทำการทดสอบการใช้งานทั้งหมด									←	→	→		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

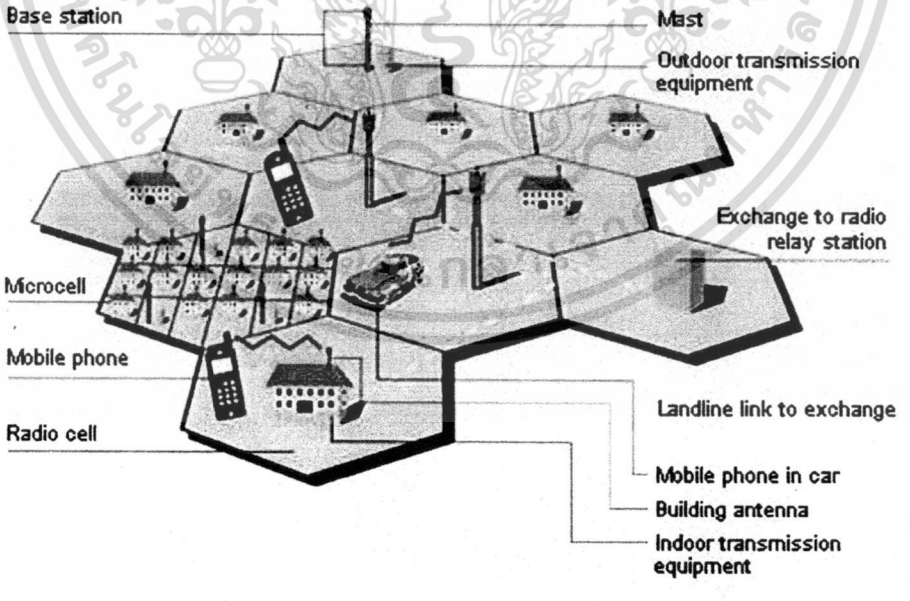
การดำเนินงาน	ระยะเวลา												หมายเหตุ
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
7. วิเคราะห์และแก้ไขข้อผิดพลาดจากการทดสอบการใช้งาน แล้วทำการทดสอบใหม่ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ค่าความผิดพลาดที่ลู่เข้าค่าใดค่าหนึ่งที่น้อยที่สุด										◄	———	►	
8. ประเมินผลโครงการ และจัดทำรายงานโครงการฉบับสมบูรณ์												◄——►	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

2.1 ระบบ GSM

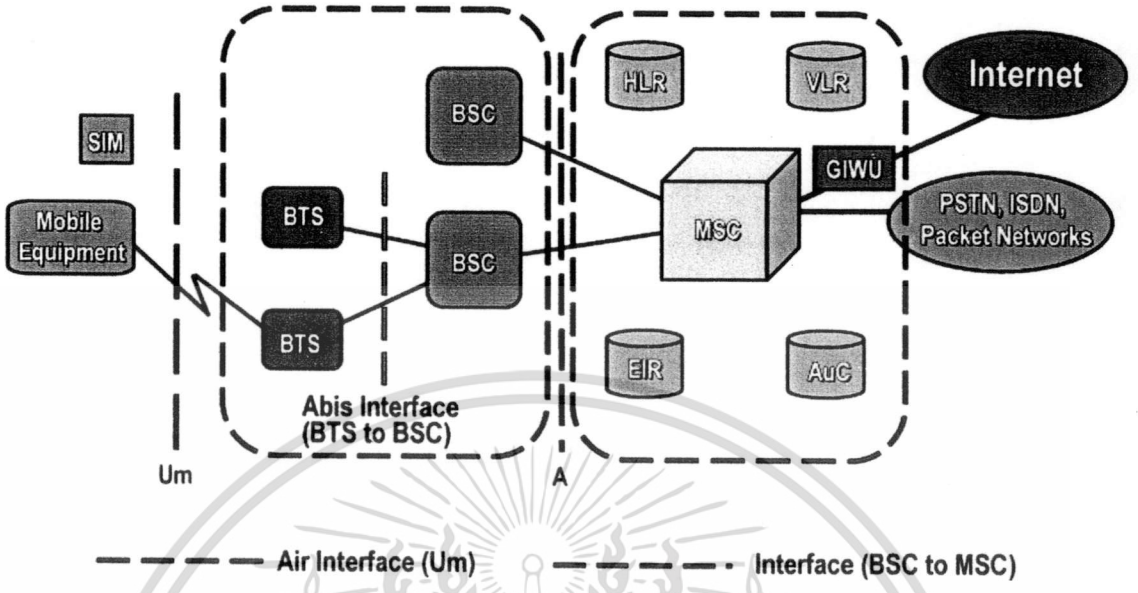
ระบบ GSM ย่อมาจาก Global System for Mobile Communications คือ มาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่จัดทำโดยกลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก เป็นหนึ่งในระบบเซลลูลาร์ดิจิทัล (digital cellular) โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ หมายถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ติดต่อกับเครือข่ายซึ่งจำแนกพื้นที่การใช้งานโดยแบ่งเป็นเซลล์ (cell) ถ้าจะเปรียบเทียบลักษณะการใช้งานกับระบบแอนะล็อกเซลลูลาร์ (analog cellular) แล้วมีข้อดีกว่ากันมาก เช่น ความปลอดภัยจากการดักฟัง และด้านการโทรข้ามประเทศหรือ International Roaming (เพราะเนื่องจากมาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบแอนะล็อกได้ออกมาตรฐานจากหลายประเทศ และไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้ ทำให้โทรข้ามเครือข่ายไปยังประเทศอื่นไม่ได้) เป็นต้น ทำให้ระบบ GSM ได้รับความเชื่อถือจากประเทศต่างๆ ทั่วโลก ระบบ GSM ใช้เทคนิคการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบแบ่งเวลา (Time Division Multiple Access: TDMA) ซึ่งอนุญาตให้โทรได้ 8 สายในแถบความถี่วิทยุเดียวกัน โดยใช้งานการโทรคนละช่องเวลา (time slot) ระบบ GSM มีการใช้งานในหลายย่าความถี่ ได้แก่ 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz และ 1900 MHz รูปที่ 2.1 แสดงภาพรวมของสถาปัตยกรรมระบบ GSM



รูปที่ 2.1 ภาพรวมของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 โครงสร้างของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM



รูปที่ 2.2 โครสร้างของระบบ GSM [4]

โครงสร้างของระบบ GSM

โครงสร้างของระบบ GSM ประกอบไปด้วย 4 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

1) อุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station: MS) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนย่อยคือ

- **เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Equipment: ME)**

เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำหน้าที่เก็บ International Mobile Equipment Identity (IMEI) คือหมายเลขประจำเครื่อง Mobile phone ซึ่งจะเป็นหมายเลขที่ไม่ซ้ำกับเครื่องอื่น มี 15 หลัก

IMEI = TAC + FAC + SNR + SPARE

TAC	คือ Type Approval Code 6 หลัก กำหนดโดยองค์กรกลาง GSM
FAC	คือ Final Assembly Code 2 หลัก กำหนดโดยผู้ผลิต Mobile
SNR	คือ Serial Number 6 หลัก กำหนดโดยผู้ผลิต Mobile
SPARE	คือ ตัวเลขเพื่อเอาไว้ 1 หลัก

IMEI สามารถตรวจสอบในเครื่องโทรศัพท์ได้โดยการกด *#06#

การมี IMEI จะช่วยให้ผู้ให้บริการ (operator) สามารถติดตามการใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ถูกขโมยได้ แม้ว่าจะใช้ SIM อื่น และสามารถระงับการใช้งานเฉพาะเครื่องได้ รวมทั้งสามารถตรวจสอบเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เฉพาะที่ไม่ได้รับอนุญาตให้นำเข้ามาใช้ในเครือข่ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ซิมการ์ด (SIM card)**

ซิมการ์ด เป็นสมาร์ทการ์ด ที่ใส่ในเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้เครื่องสามารถติดต่อกับเครือข่ายได้ ย่อมาจาก Subscriber Identity Module ในซิมการ์ดจะเก็บรหัส International Mobile Subscriber Identity (IMSI) ซึ่งประกอบด้วย

IMSI = MCC + MNC + MSIN

MCC คือ Mobile Country Code 3 หลัก

MNC คือ Mobile Network Code 1 – 2 หลัก

MSIN คือ Mobile Station Identification Number

MCC ของประเทศไทยคือ 520

MNC ของ AIS GSM คือ 01, DTAC คือ 18, GSM1800 คือ 23, True Move คือ 99

ตัวอย่างหมายเลข IMSI: ถ้าเบอร์โทรศัพท์ คือ 0812345678

ถ้าเป็น SIM AIS หมายเลข IMSI เท่ากับ: 520 01 0812345678

ถ้าเป็น SIM DTAC หมายเลข IMSI เท่ากับ: 520 18 0812345678

ถ้าเป็น SIM TRUE หมายเลข IMSI เท่ากับ: 520 99 0812345678

หน้าที่ของ SIM card

1. เก็บหมายเลข IMSI (International Mobile Subscriber Identity) ซึ่งเป็นหมายเลขที่ไม่ซ้ำกับ SIM อื่น ๆ ทั่วโลก หมายเลขนี้จะผูกกับหมายเลขโทรศัพท์ของเจ้าของ SIM โดยเก็บที่ HLR (HLR เป็นเสมือนที่เก็บข้อมูลครับ)
2. เก็บรหัสที่ใช้ป้องกันการปลอมแปลง SIM
3. เก็บข้อมูลสำคัญของ ผู้ให้บริการเครือข่าย เช่น ย่านความถี่ใช้งาน application เสริม
4. เก็บข้อมูลส่วนตัวของเราได้ เช่น phone book
5. เก็บรหัส Lock SIM คือ PIN และ PUK
    - PIN ย่อมาจาก Personal Identification Number เป็นรหัส 4-8 หลัก ใช้ป้องกันผู้อื่นมาใช้งานSIM โดยไม่ได้รับอนุญาต หากกดผิดเกิน 3 ครั้ง เครื่องจะถูกล็อค ต้องใช้รหัส PUK สำหรับปลดล็อค จึงจะทำงานได้ตามปกติ
    - PUK ย่อมาจาก PIN Unlock Key เป็นรหัส 8 หลัก ที่ใช้ปลดล็อค SIM โดยปัจจุบันทางผู้ให้บริการเครือข่าย ไม่ส่งรหัสนี้ให้ลูกค้าเก็บไว้แล้ว หากลูกค้าต้องการทราบ ให้ติดต่อไปที่ call center ของแต่ละผู้ให้บริการ หาก กด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

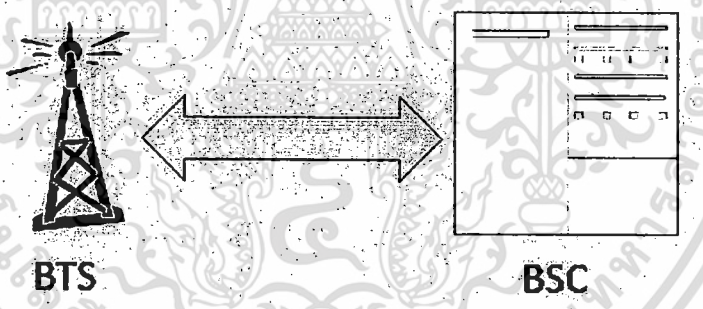
PUK ผิด 10 ครั้ง SIM จะทำลายตัวเอง ไม่สามารถใช้ได้อีก ข้อมูลต่าง ๆ จะหายหมด รวมถึงข้อมูลของผู้ให้บริการ

2) ระบบสถานีฐาน (Base Station System: BSS)

ระบบสถานีฐาน ประกอบด้วย 2 ส่วนคือสถานีฐาน (Base Transceiver Station: BTS) และส่วนควบคุมสถานีฐาน (Base Station Controller: BSC)

- สถานีฐาน (BTS) คือเสาสัญญาณที่ติดตั้งอยู่ตามตึก หรือตามข้างถนน ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้งาน (MS) กับ BSC โดยใช้คลื่นวิทยุเป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้งาน
- ส่วนควบคุมสถานีฐาน (BSC) คือชุมสายย่อยที่ควบคุมดูแลการทำงานของ BTS ในการทำงานนั้น MSC แต่ละ MSC จะควบคุม BSC 1 BSC หรือมากกว่า และในแต่ละ BSC จะควบคุม BTS หลายๆ BTS

รูปที่ 2.3 แสดงการเชื่อมต่อการทำงานระหว่างสถานีฐานและส่วนควบคุมสถานีฐาน



รูปที่ 2.3 ระบบสถานีฐาน (BSS) [5]

3) ระบบชุมสายโทรศัพท์ (Switching System: SS)

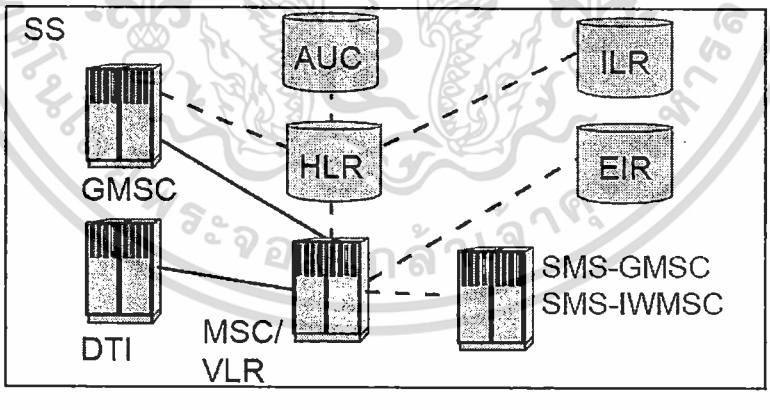
ระบบชุมสายโทรศัพท์ จะทำหน้าที่สลับสัญญาณจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ซึ่งรวมถึงการเชื่องโยงกับชุมสายอื่นๆ ด้วย ตลอดจนเก็บข้อมูลตำแหน่งของเครื่องลูกข่ายในเครือข่าย ระบบชุมสายโทรศัพท์ประกอบไปด้วย 5 ส่วนดังนี้

- **ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Services Switching Center: MSC)** ทำหน้าที่ตัดต่อจุดเชื่อมต่อสัญญาณเข้าออกชุมสาย ควบคุมการติดต่อสื่อสารส่งข้อมูลเชื่อมต่อกับชุมสายอื่น เก็บข้อมูลการใช้บริการ และควบคุมการย้ายข้ามพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **หน่วยเก็บข้อมูลท้องถิ่น หรือ ฐานข้อมูลผู้ใช้บริการท้องถิ่น (Visiting Location Register: VLR)** ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลชั่วคราวของเครื่องโทรศัพท์ เคลื่อนที่ที่ใช้บริการข้ามเขตต่างชุมสายรวมทั้งบอกตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่
- **หน่วยเก็บข้อมูลหลักของผู้ใช้บริการ หรือฐานข้อมูลหลักของผู้ใช้บริการ (Home Location Register: HLR)** ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลเก็บข้อมูลของผู้ใช้บริการ (ข้อมูลในซิมการ์ด) เช่นหมายเลขโทรศัพท์ในซิมการ์ด ยอดเงิน บริการที่ใช้ บริการเสริมต่างในซิมการ์ด (ถ้าซิมการ์ดหาย) ผู้ใช้สามารถแจ้งผู้ให้บริการเพื่อขอซิมใหม่เบอร์เดิมได้ และข้อมูลต่างๆ ในซิมการ์ดเหมือนเดิมทุกอย่าง
- **ศูนย์ตรวจสอบการใช้งานหรือศูนย์ตรวจสอบพารามิเตอร์ต่างๆ (Authentication Center: AUC)** ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของโทรศัพท์ ป้องกันการดักสัญญาณ
- **หน่วยเก็บข้อมูลเลขหมายประจำเครื่อง (Equipment Identity Register: EIR)** ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูล ที่เก็บข้อมูล Identity ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อป้องกันไม่ให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่ลงทะเบียน หรือได้มาอย่างไม่ถูกต้องตามกฎหมายเข้ามาใช้งานในระบบได้ การติดตั้ง EIR ส่วนใหญ่จะอยู่ร่วมกับ AUC

รูปที่ 2.4 แสดงภาพรวมและการเชื่อมต่อของแต่ละส่วนของระบบชุมสายโทรศัพท์



รูปที่ 2.4 ระบบชุมสายโทรศัพท์ [6]

4) ศูนย์ควบคุมการทำงานและบำรุงรักษาระบบ (Operation and Maintenance Center: OMC)

ศูนย์ควบคุมการทำงานและบำรุงรักษาระบบ ทำหน้าที่ควบคุมและบริหารการทำงานของระบบโครงข่ายโดยรวม จัดการกับปัญหาของอุปกรณ์บางส่วนที่อาจเกิดความเสียหาย การปรับตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าต่างๆภายในระบบให้เหมาะสมกับการจัด การเรื่องสมาชิกผู้ใช้บริการของระบบซึ่งรวมไปถึงการคิดค่าบริการและออกบิลเก็บค่าบริการการทำงาน OMC ส่วนใหญ่แล้วจำต้องมีการติดต่อสื่อสารกับฐานข้อมูล HLR

2.2 เทคโนโลยี GPRS (General Packet Radio Service (GPRS) Technology)

GPRS ย่อมาจาก General Packet Radio Services เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นบนเครือข่าย GSM เดิม ซึ่งเป็นบริการเสริมแบบใหม่ที่รองรับการรับส่งข้อมูลข่าวสาร เพื่อให้การส่งข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็ว และสะดวกยิ่งขึ้น โดยเป็นการเพิ่มความสามารถในการให้บริการแบบ packet switching คือข้อมูลที่รับส่งผ่านเครือข่าย GPRS จะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่าแพคเกต (packet) ทำให้มีการส่งข้อมูลโครงข่ายได้ดีกว่าแบบเดิม ซึ่งสามารถตรวจสอบความผิดพลาดในการส่งและยังช่วยเพิ่มอัตราการส่งข้อมูลสูงขึ้นอีกด้วย

จุดเด่นของระบบนี้คือ การโอนถ่ายข้อมูลที่มีความสามารถในการรับ-ส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้สูงถึง 9 - 40 kbps และสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา (always on) โดยไม่เสียค่าบริการ และยังสามารถโทรออกและรับสายโทรเข้าได้ ในขณะที่ทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอยู่ การเสียค่าบริการจะคิดต่อเมื่อมีการรับหรือส่งข้อมูล (download หรือ upload) เท่านั้น โดยคิดตามขนาดข้อมูลไม่ได้คิดตามเวลาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (airtime) เหมือนเมื่อก่อน จึงทำให้ประหยัดค่าบริการได้มาก นอกจากนั้น ยังสามารถใช้โทรศัพท์มือถือที่มีระบบ GPRS เชื่อมต่อกับ PDA หรือ Computer Notebook ก็สามารถเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ตได้อย่างง่ายได้และยังสามารถรับข้อมูลในรูปแบบของ Multimedia ได้ เช่นการชม Video การใช้ Video Conference ข่าว ละคร กีฬา ข้อมูลการจราจรซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ทันต่อเหตุการณ์ในโลกปัจจุบันเสมอ

GPRS ไม่ได้เป็นลักษณะที่จะสามารถให้บริการได้ด้วยตัวของระบบเอง แต่ตัวมันเองเป็นเพียงแค่ Bearer ให้กับ Application ต่าง ๆ ที่ต้องการใช้ความเร็วที่เพิ่มมากกว่าปกติในระบบ GSM ที่เคยรองรับอยู่เดิมมาก่อน และระบบ GPRS จะต้องต่อไปยัง Packet Data Network ที่เป็น IP Network อีกต่อหนึ่ง ดังนั้นเพื่อรองรับการให้บริการ GPRS บนเครือข่าย GSM นั้นผู้ให้บริการจำเป็นต้องเพิ่มโมดูลหลักใหม่อีก 2 โมดูลคือ

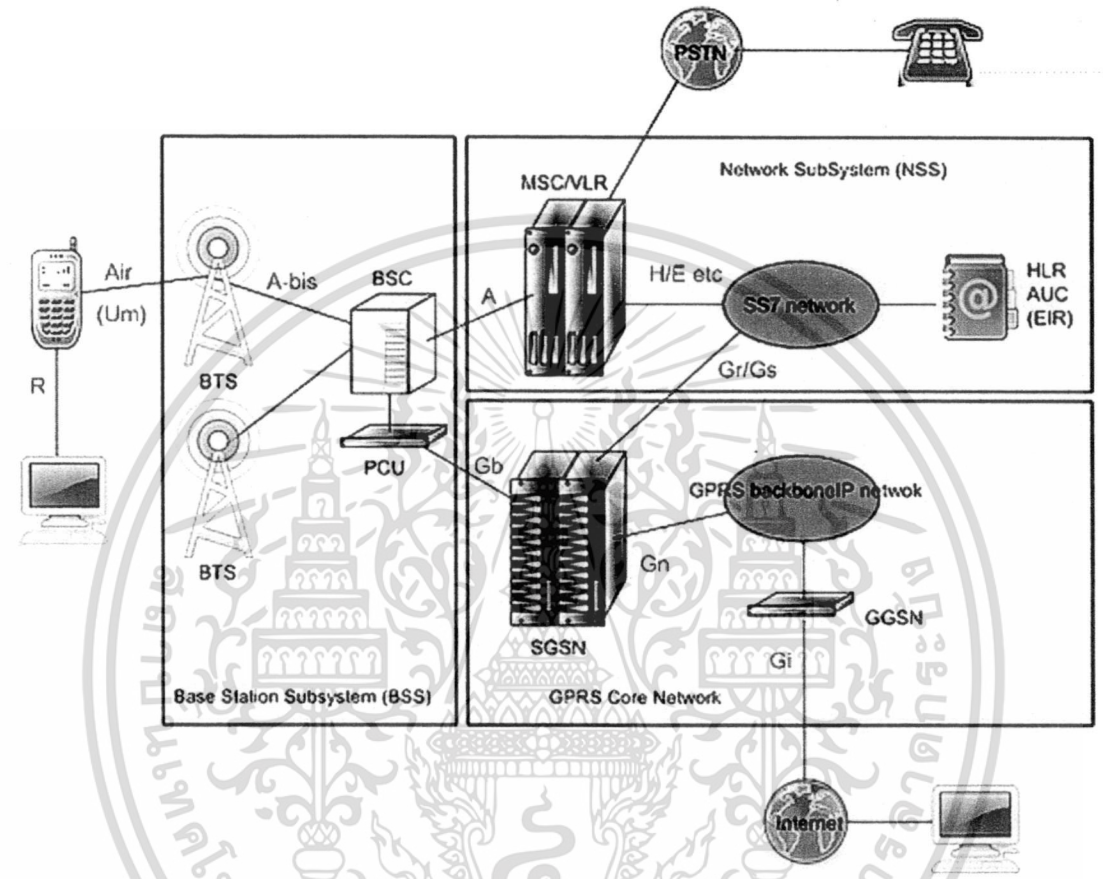
1. SGSN (Serving GPRS Supports Node) ทำหน้าที่เป็น Gateway เชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย GPRS กับเครือข่ายข้อมูลทั่วไปเช่น IP และ X.25 ซึ่งรวมถึงการเชื่อมต่อกับเครือข่าย GPRS อื่นๆ เพื่อทำการ Roaming ด้วย มีรูปแบบการรับส่งข้อมูลแบบ packet- switched

2. GGSN (Gateway GPRS Supports Node) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเชื่อมต่อเส้นทาง (Routing) ระหว่าง SGSN ในแต่ละพื้นที่สำหรับผู้ใช้ทุกคนในพื้นที่ให้บริการ

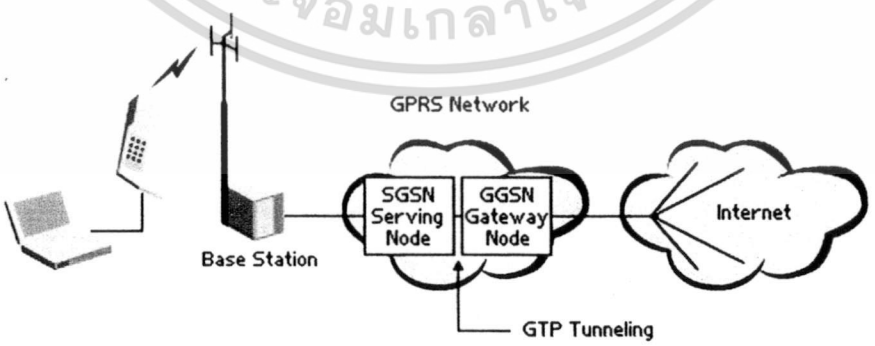
การเพิ่มโมดูล SGSN และ GGSN ในระบบ GSM แสดงได้ดังรูปที่ 2.5 และรูปที่ 2.6 โดยทั้ง 2 โมดูลหลักขององค์ประกอบนี้จะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยมีอุปกรณ์อื่นๆ เป็นตัวช่วยเพื่อไปร่วมใช้ Radio Interface จากสถานีฐานโดยผ่านตัวควบคุม ที่เรียกว่า PCU (Packet Control Unit) ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตั้งไว้ที่ BSC โดยทั้งนี้อาจมองเครือข่ายเป็นอีกเครือข่ายหนึ่ง ซึ่งเชื่อมต่อเข้ากับโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านทาง Radio Interface ของระบบ GSM เดิมโดยเป็นบริการที่เกี่ยวเนื่องกับการรับส่งข้อมูลเป็นแพคเกตโดยตรง



รูปที่ 2.5 สถาปัตยกรรมของ GPRS [7]



รูปที่ 2.6 การรองรับการให้บริการ GPRS บนเครือข่าย GSM [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การประยุกต์ใช้งาน GPRS

- Chat ได้รับความนิยมใช้งานอย่างมากในปัจจุบันและด้วยเทคโนโลยี GPRS การใช้งาน Chat บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็จะเป็นเรื่องที่ง่ายดายมาก อย่างไรก็ตาม ประมาณกันว่าในช่วงแรกของการให้บริการนั้น การ Chat น่าจะใช้เทคโนโลยีของ SMS มาเป็นหลักในการให้บริการก่อนที่จะเข้าสู่รูปแบบของ GPRS ต่อไป

- Textual and Visual Information ข่าวสารต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นแบบตัวอักษรหรือรูปภาพนั้นได้รับความนิยมในการใช้งานอย่างแพร่หลายพอสมควรไม่ว่าจะเป็นการรายงานราคาหุ้น ผลการแข่งขันกีฬา รายงานอากาศ ข้อมูลตารางการบิน หัวข้อข่าว ผลล็อตเตอรี่ ดูดวงรายวัน ข้อมูลจราจร และอื่นๆอีกมากมาย ในกรณีของ SMS ซึ่งมีความยาวของข้อความได้ 160 ตัวอักษรนั้นจะเพียงพอสำหรับการข้อมูลเชิงปริมาณเช่น ราคาหุ้น ผลกีฬา หรืออุณหภูมิ แต่ถ้าข้อมูลเป็นแบบเชิงคุณภาพ (จะมีรายละเอียดของข้อมูลมาก) เช่น ดูดวงรายวัน หรือข่าวนั้น 160 ตัวอักษรจะถือว่าไม่เพียงพอกับการใช้งาน ดังนั้นจึงมีการวางแผนที่จะนำ GPRS มาแก้ปัญหานี้ แต่ทั้งนี้คาดกันว่า SMS ก็ยังคงถูกใช้งานสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณอยู่

- Still Images ภาพนิ่ง เช่น ภาพถ่าย โปสการ์ด หรือ Greeting Card สามารถถูกส่งบนโครงข่าย GPRS ได้เช่นกัน ที่มากกว่านั้นคือ ด้วย GPRS จะทำให้เราสามารถทำการส่งภาพถ่ายที่ถ่ายจาก Digital Camera เข้าไปยังอินเทอร์เน็ตได้ทันทีโดยผ่านทางอุปกรณ์ GPRS นั่นเอง Moving Images ตลอดระยะเวลานั้น ผู้ผลิตอุปกรณ์ไร้สายได้มุ่งที่จะพัฒนาการ ส่งข้อมูลที่เป็นลักษณะของกราฟฟิคมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนจากการส่ง Text Message ไปเป็น Icon หรือการเปลี่ยนจากการส่ง Picture Message ไปเป็น Photograph หรือการเปลี่ยนจาก Blueprint ไปเป็น Video Message นั้น ต่างก็แสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการของการส่งกราฟฟิคบนระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

- Web Browsing จากข้อมูลที่ผ่านมานั้น คงแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนแล้วว่าการใช้งาน Web Browser บนระบบ GPRS นั้น เป็นเรื่องที่เหมาะสมมาก ยิ่งเมื่อเทียบกับโครงข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเดิมที่เป็นแบบ Circuit Switched ซึ่งจะใช้เวลานานมากในการที่จะส่งข้อมูลจาก Internet Server ไปยัง Browser ที่อยู่บนโทรศัพท์เคลื่อนที่

- Document Sharing / Collaborative Working ด้วยคุณสมบัติที่เรียกว่า "Document Sharing" นั้น จะช่วยให้ผู้ร่วมงานนั้นสามารถทำงานร่วมกันในเวลาเดียวกันได้โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในที่เดียวกัน โดยจะสามารถมีได้ทั้งเสียง, ตัวหนังสือและรูปภาพ อย่างไรก็ตามมีสิ่งหนึ่งที่ต้องพึงระวังในกรณีนี้คือ ระบบนั้นจะต้องมี Bandwidth สำหรับการใช้งานเหล่านี้อย่างเพียงพอ Audio ที่ผ่านมานั้นแม้ว่าจะมีการปรับปรุงเพื่อให้การใช้งานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของเสียงนั้นสามารถทำได้อย่างมีระสิทธิภาพเมื่อส่งภาพโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ อาทิเช่นเทคนิค Enhanced Full Rate (EFR) แล้วก็ตาม แต่คุณภาพของเสียงที่ได้นั้นก็ยังไม่เพียงพอสำหรับการส่งแบบกระจายเสียง (Broadcasting)

- E-mail สิ่งที่จะลืมเสียมิได้ในการติดต่อสื่อสารถึงกันในปัจจุบันทั้ง Corporate Email หรือ Internet Email นั้นก็สามารถถูกใช้งานโดยผ่านอุปกรณ์ที่รัน GPRS ได้เช่นกัน

- Vehicle positioning โดยทำงานร่วมกับ GPS (Global Positioning Systems) ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งไม่ว่าจะเป็น Latitude, Longitude หรือ Altitude นั้น สามารถถูกส่งให้กับอุปกรณ์ในระบบ GPRS ได้ด้วย

- Remote LAN Access เชื่อกันว่าในอนาคตอันใกล้นี้คงเป็นการไม่สะดวกที่จะนั่งทำงานกับอุปกรณ์ที่จะต้องตั้งอยู่กับที่ ดังนั้นด้วยคุณสมบัติของ GPRS ก็จะช่วยให้การทำงานต่างๆ ในรูปแบบของ LAN Connection ไม่ว่าจะเป็นการใช้งาน Mail การใช้งานไฟล์ที่อยู่ในเซิร์ฟเวอร์ หรือ การเข้าสู่อินทราเน็ต (Intranet) นั้นสามารถทำได้โดยไม่มีปัญหาเรื่องของความเร็ว และการล่าช้าของสัญญาณแต่อย่างใด

- Home Automation ในอนาคตการใช้งานในรูปแบบของ Home Automation จะมีมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การตรวจดูความเรียบร้อยของบ้านในขณะที่อยู่บนถนนที่ทำงาน หรือแม้กระทั่งในขณะที่ไปเที่ยวพักผ่อนอยู่ สามารถทำได้โดยผ่านระบบสื่อสารข้อมูลที่ความเร็วสูง นอกจากนี้การใช้งานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอุปกรณ์ในครัวเรือนโดยอัตโนมัติผ่านทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Bluetooth นั้น ก็ล้วนแต่ต้องการการเชื่อมต่อที่ความเร็วสูง ดังนั้น GPRS จึงเป็นหนึ่งในคำตอบสำหรับความต้องการดังกล่าวนี้

2.2.2 ประโยชน์ของระบบ GPRS

- GPRS เป็นระบบที่ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลความเร็วสูง (non voice) ด้วยความเร็วสูงสุดถึง 40 Kbps ทำให้การใช้บริการ internet การใช้ WAP และ mms สามารถทำงานได้รวดเร็ว เป็นผลให้เกิดการพัฒนา เทคโนโลยีการบริการ non voice กันมากขึ้น เช่นการใช้บริการ WAP เพื่อการโหลดรูปภาพ เสียงเรียกเข้า การรับส่งข้อความแบบ mms และการใช้งานระบบอินเทอร์เน็ต ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่กับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก และเครื่อง PDA เพื่อใช้งาน Web browsing และ E-mail

- ระบบ GPRS เป็นระบบที่มีความสามารถในการใช้งานแบบ always on คือในการเชื่อมต่อสามารถเชื่อมต่อเข้ากับ Gateway ของระบบเครือข่ายได้โดยอัตโนมัติ ไม่จำเป็นต้องทำการโทรออกเหมือนกับระบบ CSD ทำให้การเชื่อมต่อสามารถทำได้อย่างรวดเร็วไม่สูญเสียการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดต่อขณะใช้งาน ระบบ GPRS อยู่เราจะไม่สูญเสียการติดต่อกับผู้อื่น เนื่องจาก GPRS ไม่มีการ Dial up ดังนั้นขณะใช้งานอยู่สามารถมีผู้โทรเข้าหาเราและรับสายสนทนาได้ทันที และขณะเดียวกันก็สามารถโทรออกเพื่อสนทนาได้ทันทีเช่นเดียวกัน

- ค่าใช้จ่ายในการใช้งานที่ถูกลง และมีความเป็นธรรม เพราะการคิดค่าใช้จ่ายจะคิดตามปริมาณของข้อมูล ที่เรารับและส่ง ผ่านเครือข่าย เรียกว่าสามารถเชื่อมต่อทิ้งไว้ทั้งวันได้โดยไม่เสียเงินหากไม่มีการรับส่งข้อมูล

2.3 AT Command

AT COMMAND คือชุดคำสั่งมาตรฐานที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ เช่น โมเดม หรือ อุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) เพื่อโต้ตอบตั้งค่าหรือสั่งงานอุปกรณ์เหล่านั้น ให้ทำงานตามที่ต้องการ และสำหรับการติดต่อกับโทรศัพท์มือถือ จะใช้ชุดคำสั่งที่เรียกว่า GSM AT COMMAND ในชุดคำสั่งพื้นฐานนั้นบริษัท Hayes ได้เป็นผู้ออกแบบคิดค้นเพื่อใช้กับโมเดมของตน และต่อมาบริษัทผู้ผลิตมือถือยี่ห้อต่างๆได้พัฒนามาใช้คับผลิตภัณฑ์ของตน เป็นเหตุให้คำสั่งพิเศษบางคำสั่งไม่เหมือนกันในผลิตภัณฑ์ต่างยี่ห้อกัน และความสามารถโทรศัพท์บางรุ่นจะไม่ยอมรับคำสั่งดังกล่าว เนื่องจากไม่มีวงจรส่วนของโมเดมบรรจุอยู่ภายใน

2.3.1 หลักการรับส่ง SMS ของโทรศัพท์มือถือ

SMS ย่อมาจาก Short Massage Service เป็นบริการส่งข้อความสั้นๆจากโทรศัพท์มือถือต้นทางผ่านชุมสายไปยังโทรศัพท์มือถือปลายทาง โดยสามารถส่งได้สูงสุด 160 ตัวอักษรต่อครั้ง ตามข้อกำหนดมาตรฐานขององค์การ ETSI (European Telecommunications Standards Institute)

2.3.2 โหมดของการรับส่งข้อมูล SMS

โหมดของการรับส่งข้อมูล SMS แบ่งออกเป็น 2 โหมดคือ Text Mode และ PDU Mode (Protocol Description Unit Mode) การส่งข้อความใน Text Mode นั้นจะเป็นการนำข้อความที่ต้องการส่งมาเข้ารหัสก่อน (โดยตัวเครื่องเอง) แล้วจึงส่งข้อมูลในรูป PDU Mode อีกครั้งหนึ่ง แต่ในบางเครื่องก็ไม่สนับสนุนการส่งแบบ Text Mode ผ่านทาง AT Command แต่หากเป็น PDU Mode จะสามารถส่งได้ เนื่องจากเครื่องจะไม่ต้องทำอาศัยการแปลงข้อมูลอีกชั้น

2.3.3 รูปแบบในการส่งข้อมูลในรูป SMS ผ่าน AT Command มี 2 รูปแบบดังนี้

- Text Mode เป็นการส่งข้อมูลในรูปของตัวอักษรได้โดยตรง ซึ่งตัวเครื่องส่วนใหญ่ไม่รองรับการส่งข้อมูลรูปแบบนี้ผ่านทาง AT Command จึงไม่สามารถใช้งานได้สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- PDU Mode PDU ย่อมาจาก Protocol Description Unit เป็นรูปแบบการส่งข้อความ SMS อีกรูปแบบหนึ่งที่ต้องมีการเข้ารหัสข้อมูลที่สลับซับซ้อนแต่ตัวเครื่องจะสามารถรับรู้ได้ทุกเครื่องที่รับคำสั่ง AT Command ได้

2.3.4 ตัวอย่าง คำสั่งที่เป็น BASIC AT COMMAND

AT ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ ถ้าสามารถติดต่อกันได้อุปกรณ์จะตอบกลับมาว่า OK

ATDT phone number; โทรไปยังเลขหมายปลายทาง (phone number)

ATH วางสาย

ATA รับสาย

2.3.5 AT COMMAND ที่เกี่ยวข้องกับการรับ-ส่ง SMS

ชุดคำสั่ง AT COMMAND ที่ใช้กับโทรศัพท์มือถือได้มีอยู่มากมาย ทั้งการอ่านรุ่นโทรศัพท์มือถือ, ตรวจสอบระดับแบตเตอรี่, ตรวจสอบระดับสัญญาณ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียงคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการรับ-ส่ง SMS เท่านั้น

- Message Format (AT+CMGF) เป็นคำสั่งกำหนดรูปแบบของข้อความที่จะให้แสดงออกมาโดย

  AT+CMGF = 1 คือ แสดงข้อความในรูปแบบ TEXT

  AT+CMGF = 0 คือ แสดงข้อความในรูปแบบ PDU CODE

- List Message (AT+CMGL) เป็นคำสั่งที่ให้แสดงข้อความในสถานะต่างๆ โดยจะแสดงข้อความทั้งหมด มีลักษณะการใช้คำสั่งดังนี้

AT+CMGL=0 คือ แสดงข้อความที่ได้รับแต่ยังไม่ได้อ่าน (“REC UNREAD”)

AT+CMGL=1 คือ แสดงข้อความที่ได้รับและอ่านแล้ว (“REC READ”)

AT+CMGL=2 คือ แสดงข้อความที่เก็บไว้และยังไม่ได้ส่ง (“STO UNSENT”)

AT+CMGL=3 คือ แสดงข้อความที่เก็บไว้และส่งออกไปแล้ว (“STO SENT”)

AT+CMGL=4 คือ แสดงข้อความทั้งหมด (“ALL”)

หมายเหตุ หากกำหนด Message Format เป็น PDU CODE จะต้องเลือกสถานะโดยใช้ตัวเลข 0 ถึง 4 แต่หากกำหนด Message Format เป็น Text จะต้องเลือกสถานะโดยใช้ตัวอักษรที่วงเล็บด้านหลัง

- Read Message (AT+CMGR) เป็นคำสั่งที่ใช้อ่านข้อความที่เฉพาะเจาะจงได้โดยระบุตำแหน่งที่ข้อความนั้นถูกเก็บไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

131149

- Send Message (AT+CMGS= “XX”) เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับส่งข้อความซึ่ง “XX” คือจำนวน Octet ของเลขฐาน 16 ที่ต้องการจะส่งทั้งหมด ยกเว้น Octet แรกที่เป็น “00”

2.4 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

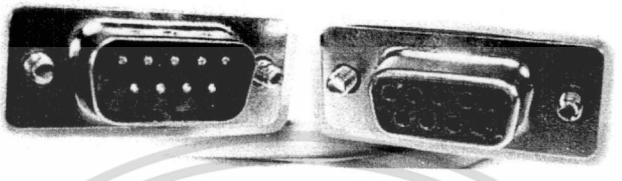
RS-232 ย่อมาจาก recommended Standard - 232 เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Port) สามารถรับและส่งข้อมูลได้ พร้อมกัน (Full-duplex) ใช้ในการสื่อสารระหว่างจุดสองจุด กำหนดโดย สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association: EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเนคเตอร์เป็นแบบ DB-25 มีค่าระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -12 V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และค่าระดับสัญญาณ +3 ถึง +12 V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space) ตัวอย่างพอร์ตอนุกรม RS-232 แสดงได้ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 พอร์ตอนุกรม RS-232 เพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ต USB [9]

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment: DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating: DCE) ไว้ว่า DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์แบบ DCE จะทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดย การส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะทำผ่านมาตรฐาน RS - 232 ข้อแตกต่างระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE คือ คอนเนคเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเนคเตอร์ที่อยู่ที่โมเดมจะเป็นแบบ DCE

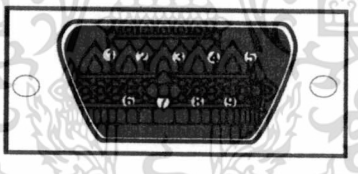
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน RS-232 จำกัดการส่งข้อมูลที่ระยะ 50 ฟุต (ประมาณ 15 เมตร) ขึ้นอยู่กับชนิดของ สายสัญญาณ ระยะทาง และปริมาณสัญญาณรบกวน และมีอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลสูงสุดไม่เกิน 20 kbps มาตรฐาน RS-232 มี 2 แบบคือแบบ 9 PIN (DB9) และแบบ 25 PIN (DB25) แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ใช้ DB9 ในที่นี้จึงขอกล่าวถึง DB9 เพียงอย่างเดียว รูปที่ 2.8 แสดงพอร์ต RS-232 แบบ DB9 และรูปที่ 2.9 แสดงหมายเลขของแต่ละพินของ DB9



รูปที่ 2.8 DB9 ด้านซ้ายคือตัวผู้ (Male) ส่วนด้านขวาคือตัวเมีย (Female) [10]

- พอร์ตอนุกรมของ PC (DTE) จะเป็นคอนเนคเตอร์แบบ DB9 ตัวผู้ (Male)
- พอร์ตอนุกรมของอุปกรณ์ภายนอก (DCE) จะเป็นคอนเนคเตอร์แบบ DB9 ตัวเมีย(Female)



รูปที่ 2.9 DB9 ด้านหลัง [11]

ประเภทและหน้าที่ของแต่ละขาของพอร์ต DB9 คือ

Pin	Description	Type
1	Data Carrier Detect (DCD)	Input
2	Received Data (RXD)	Input
3	Transmitted Data (TXD)	Output
4	Data Terminal Ready (DTR)	Output
5	Signal Ground (GND)	Input
6	Data Set Ready (DSR)	Input
7	Requests to Send (RTS)	Output
8	Clear to Send (CTS)	Input
9	Ring Indicator (RI)	Input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 หน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232

DCD หรืออาจจะเรียกว่า Carrier Detect: CD ขานี้จะactive เมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเช่นโมเดม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ถูกใช้งานมากนัก

RXD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์

TXD ใช้ส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป

DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่า ต้องการติดต่อด้วยโดยขา DTR นี้ต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ทางต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบ Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาร์

GND กราวด์ระบบ

DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันของคอมพิวเตอร์ กับอุปกรณ์ปลายทางซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR

RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมาทางคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null Modem 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกันเพื่อจะให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

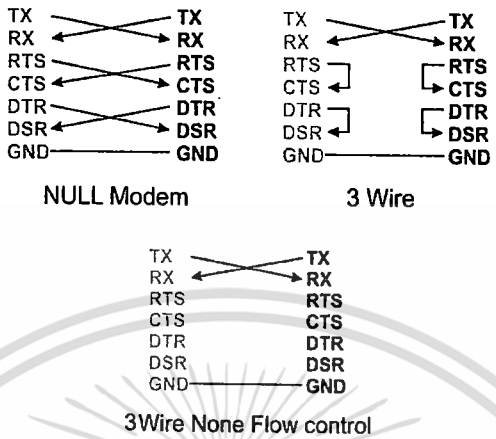
CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ข้อมูลที่ขา TXD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเดม และโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การเชื่อมต่อสาย DB9

การเชื่อมต่อสาย DB9 โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 3 แบบดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 รูปแบบการเชื่อมต่อสาย DB9 [11]

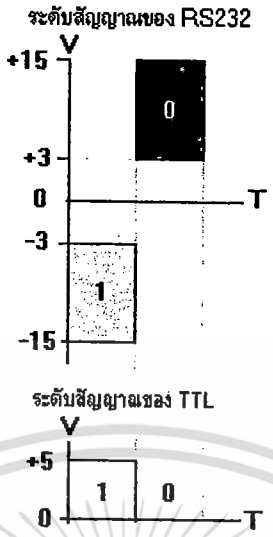
2.4.3 ระดับสัญญาณของ RS232

สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น ในสายนำสัญญาณ มักจะมีแรงดันเป็นบวก เมื่อเทียบกับกราวด์

- เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนนี้ จึงออกแบบแรงดัน ของโลจิก "1" เป็นลบ คืออยู่ในช่วง -3V ถึง -15V ส่วนแรงดัน ของโลจิก "0" อยู่ในช่วง +3V ถึง +15V
- เหตุที่ระดับสัญญาณของ RS232 อยู่ในช่วง +15V ถึง -15V ก็เพื่อให้ต่อสายสัญญาณไปได้ไกลขึ้น

ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันของ RS232 มาเป็นระดับแรงดันของ TTL โดยรูปที่ 2.11 แสดงระดับสัญญาณของ RS232 และระดับสัญญาณของ TTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ระดับสัญญาณของ RS232 และระดับสัญญาณของ TTL [12]

2.4.4 อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate)

- อัตราการส่งข้อมูลคือความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล เป็นจำนวนบิตต่อวินาที (bits per second: bps) เช่น 300, 1,200, 2,400, 4,800, 9,600, 14,400, 19,200, 38,400, 56,000 เป็นต้น
- การเลือกอัตราการส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับชนิดของสายสัญญาณ ระยะทาง และปริมาณสัญญาณรบกวน

2.5 การสื่อสารข้อมูลอนุกรมผ่านโมดูล USART

2.5.1 โมดูล USART แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

- ส่วนสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock Generator) เพื่อใช้ในการกำหนดอัตราบอดในการรับส่งข้อมูล โดยสามารถกำหนดได้ทั้งภายในและภายนอก ผ่านทางขา XCK (Transfer Clock)
- ส่วนส่งข้อมูลอนุกรม (Transmitter) โดยส่งข้อมูลออกทางขาพอร์ต TxD
- ส่วนรับข้อมูลอนุกรม (Receiver) โดยการรับข้อมูลจากขาพอร์ต RxD

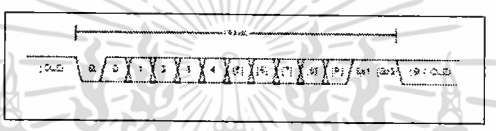
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 รีจิสเตอร์และรูปแบบการส่งข้อมูล

รีจีสเตอร์ควบคุมการทำงาน 3 ตัวประกอบไปด้วย UCSRA, UCSRB และ UCSRC การส่งข้อมูลอนุกรมในรูปแบบอะซิงโครนัส จะเป็นการส่งข้อมูลเป็นเฟรมลักษณะของเฟรมข้อมูลอนุกรมนี้ประกอบไปด้วย

- บิตเริ่มต้นข้อมูล (Start bit)
- บิตข้อมูล (Data bit)
- พาริตี้บิต (Parity bit)
- บิตหยุดข้อมูล (Stop bit)

รูปแบบเฟรมข้อมูลในการส่งข้อมูลแบบ USART แสดงได้ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 รูปแบบเฟรมข้อมูลในการส่งข้อมูลแบบ USART [13]

2.5.3 คุณสมบัติที่สำคัญของโมดูล USART

- การสื่อสารข้อมูลแบบฟูลดูเพลกซ์ (Full Duplex) ตัวรับและตัวส่งแยกอิสระต่อกัน สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน
- ทำงานได้ทั้งในโหมดซิงโครนัสและอะซิงโครนัส
- มีคุณสมบัติของพอร์ตอนุกรมครบถ้วน เช่นการกำหนดบิตข้อมูลกำหนดบิตหยุดและกำหนดพาริตี้ เป็นต้น
- มีส่วนตรวจสอบความผิดพลาดของเฟรมข้อมูลและข้อมูลโอเวอร์รัน (Framing Error and Data Over Run Detection)
- โหมดการสื่อสารแบบมัลติโปรเซสเซอร์
- โหมดทวีคูณความเร็วในการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 GSM/GPRS Module

GSM Module มีความสามารถในการทำงานเหมือนกับโทรศัพท์มือถือระบบ GSM ทั่วไป คือสามารถทำงานได้เช่นเดียวกับโทรศัพท์มือถือคือ การโทรออก การรับสายเรียกเข้า และส่ง SMS โดยการใช้ SIM CARD จากเครือข่ายผู้ให้บริการที่สามารถรับสัญญาณโทรศัพท์ในท้องถิ่นนั้นๆ และได้มีการเพิ่มการทำงานแบบ สแกนโหมด เข้าไปเพื่อตอบสนองการสั่งงานจากปุ่มกดสวิตช์เดี่ยวเพื่อเลือกการสั่งงานบนแป้นของโทรศัพท์ ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ GSM Module รุ่น SIM300CZ (แสดงได้ดังรูปที่ 2.13) มีรายละเอียดดังนี้

ET-GSM SIM300CZ V1.0 เป็นบอร์ดพร้อมมอดูลโทรศัพท์ รุ่น SIM300CZ ของบริษัท SIMCOM รองรับความถี่โทรศัพท์ มือถือ TRI-BAND คือ EGSM900, DCS1800, PCS1900 รองรับระบบของผู้ให้บริการทั้ง TRUE MOVE, DTAC, AIS ติดต่อสั่งงานกับมอดูลโทรศัพท์ทาง PORT RS232 ในรูปแบบ AT COMMAND โดยบนบอร์ดจะมีส่วนขั้วต่อมอดูล POWER SUPPL ขั้วต่อ RS232 ทั้งแบบ 9 PIN สำหรับต่อใช้งานและแบบ 4 PIN สำหรับ DEBUGใช้ต่อกับบอร์ดของทางอีทีที สายอากาศและเสาอากาศแบบ TRI-BAND ให้ครบชุด สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้มากมาย เช่น ส่งข้อมูล GPS จากรถยนต์ ส่ง SMS แจ้งเตือน ระบบตู้เติมเงินมือถือ

รูปที่ 2.13 GSM Module รุ่น SIM300CZ [14]

2.6.1 คุณสมบัติของโมดูล SIM300CZ

- POWER: 3.4 - 4.5V, SLEEP MODE 2.5mA
- FREQUENCY: TRI - BAND EGSM900, DCS1800, PCS1900
- TRANSMIT POWER: CLASS 4 (2W), CLASS 1 (1W)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- DATA GPRS

  : GPRS DATA DOWNLINK TRANSFER MAX. 85.6 KBPS

  : GPRS DATA UPLINK TRANSFER MAX. 42.8 KBPS

  : SUPPORT THE PROTOCOLS PAP, TCP/IP
- FAX: GROUP 3 CLASS 1
- SIM: SUPPORT SIM CARD 1.8, 3 V

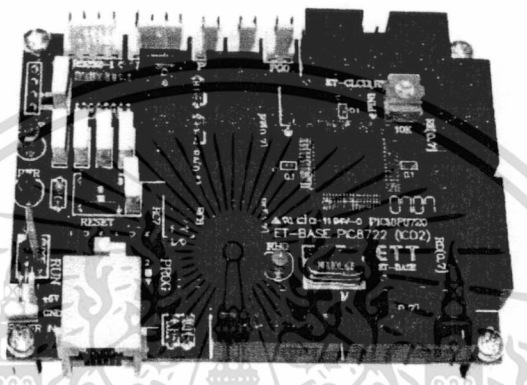
2.6.2 คุณสมบัติของ บอร์ด ET-GSM SIM300CZ V1.0

- มี SW กด สั่ง เปิด-ปิด การทำงานของโมดูลภายในบอร์ด
- มี SOCKET SIM รองรับ SIM CARD พร้อมวงจร ESD กัน SIM เสียหาย
- มีวงจร REGULATE จำนวน 2 ชุด ใช้งานกับ DC ADAPTER ตั้งแต่ +5VDC ขึ้นไป
  - มีวงจร REGULATE ขนาด 4.2V/3A สามารถใช้งานในระบบ GSM900 MHz แบบ 2-WATT ได้อย่างไม่เกิดปัญหา
  - มีวงจร REGULATE ขนาด 3.3V/1A สำหรับจ่ายให้กับวงจรภายนอก แยกจากไฟที่จ่ายให้ตัวโมดูล SIM300CZ
- มี LINE DRIVER แปลงสัญญาณจาก SIM300CZ ให้เป็น RS232 ครบทุกเส้นสัญญาณ รวมทั้งสายสัญญาณในการ Debug
- พร้อม LED แสดงสถานะการทำงานในบอร์ด การเชื่อมต่อกับNETWORK และสถานะ POWER ON/OFF ของโมดูล
- มีขั้วต่อ HAND SET (คือชุดปากพูด และหูฟังของโทรศัพท์บ้าน) แบบ RJ11 ใช้สำหรับพูดคุยโทรออก และรับเสียง
- มีจุดต่อสัญญาณอื่นๆ ที่เหลือจากโมดูล เช่น KEYBOARD, DISPLAY, GPIO, BATTERY CHARGER, A TO D ฯลฯ
- POWER SUPPLY 5 - 12VDC (กระแสขึ้นอยู่กับการใช้งานว่า ใกล้ หรือ ไกลสถานี รวมทั้งระบบของผู้ให้บริการ
- ขนาด PCB 9 x 9 cm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ET-BASE PIC8722 (ICD2)

ET-BASE PIC8722 (ICD2) (แสดงได้ดังรูปที่ 2.14) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC ของบริษัท Microchip ซึ่งในเวอร์ชันนี้ได้นำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC18F8722 ขนาด 80-Pin แบบ TQFPมาจัดวงจรใช้งานให้มีขนาดกะทัดรัดโดยเน้นการใช้งานทรัพยากรของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เองเป็นหลัก นอกจากนี้ยังออกแบบให้สนับสนุนการนำไปใช้งานร่วมกับบอร์ดทดลอง “ET-BASIC IO” อีกด้วย



รูปที่ 2.14 ET-BASE PIC8722 (ICD2) [15]

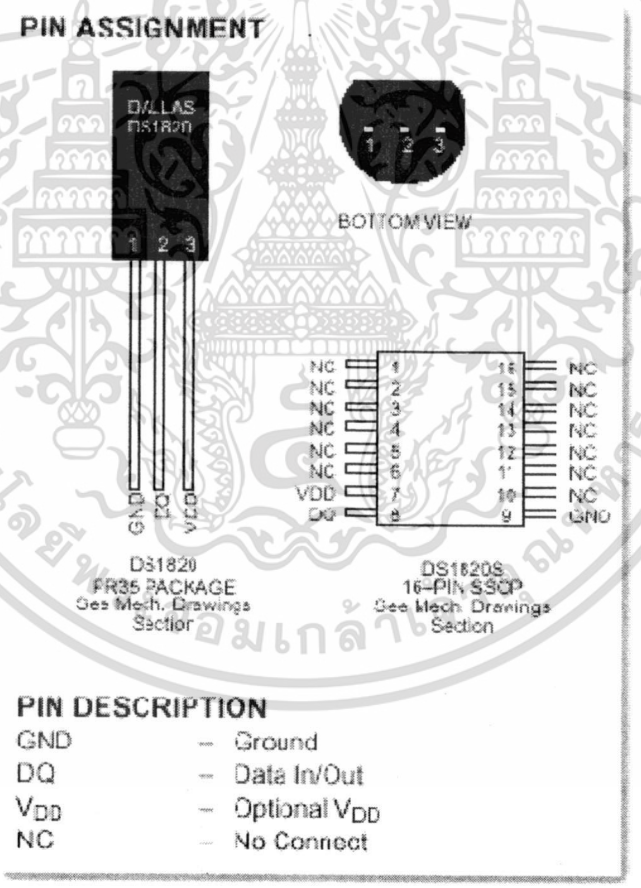
2.7.1 คุณสมบัติของบอร์ด ET-BASE PIC8722 (ICD2)

- รองรับการใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ขนาด 80 PIN คือ PIC18F8722
- สัญญาณนาฬิกาคริสตอลออสซิลเลเตอร์ขนาด 10 MHz สำหรับ PIC18F8722 (สามารถใช้ x4 จาก PLLได้ 40 MHz)
- I/O Port ขนาด 10 PIN (จัดเรียงตามมาตรฐานของ อีทีที) จำนวน 7 พอร์ต
- I/O Port ขนาด 2 PIN จำนวน 3 พอร์ต
- ชุดวงจรไดร์เวอร์ RS232 จำนวน 2 พอร์ต
- พอร์ตสำหรับต่อ LCD เรียงตามมาตรฐานของ อีทีที (ET-CLCD) จำนวน 1 พอร์ต
- พอร์ตดาวน์โหลดแบบ ICD2 รองรับเครื่องโปรแกรมจากภายนอก (ET-PGMPIC USB)
- ขั้วต่อแรงดันไฟ VCC และ GND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 DS1820 สำหรับการวัดอุณหภูมิ

ไอซี DS1820 มีคุณสมบัติในการตรวจจับค่าอุณหภูมิ เป็นไอซีที่มีระบบการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบ 1 สาย ซึ่งถือได้ว่าเป็นระบบที่มีความชาญฉลาดและใช้จำนวนสายสัญญาณเพียง 1 เส้นเท่านั้น โดยไม่ต้องมีสายสัญญาณ Clock มาควบคุมการถ่ายทอดข้อมูล เหมือนกับระบบสื่อสารข้อมูลอนุกรมในแบบอื่นๆ สายข้อมูลจะทำหน้าที่เสมือนเป็นสัญญาณ Clock ในตัว ส่วนค่าของข้อมูลจะพิจารณาจากลักษณะของรูปสัญลักษณ์ ที่ปรากฏบนสายสัญญาณ ในแต่ละช่องของเวลาซึ่งเรียกว่า “Time - Slot” โดยคาบเวลาต่ำสุดและสูงสุดของสถานะต่างๆ ในการสื่อสารข้อมูลในแต่ละ Time-Slot มีการกำหนดขอบเขตไว้อย่างชัดเจน การถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้นในแต่ละ Time-Slot นั้น รูปแบบการถ่ายทอดข้อมูลจะเป็นแบบ Asynchronous ในระดับบิต ไม่มีการกำหนดความยาวของข้อมูลเป็นระดับ byte ระบบสื่อสารแบบนี้เหมาะที่จะใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างไอซีบนแผงวงจรเดียวกัน โครงสร้างและขาการใช้งานของ DS1820 แสดงได้ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 โครงสร้างและขาการใช้งานของ DS1820 [16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 คุณสมบัติเด่นของ DS1820

- อินเตอร์เฟสสัญญาณผ่านขาเอาต์พุตเพียงพอร์ตเดียวแบบ 1 สายข้อมูล (1 - Wire TM)
- ขยายจุดตรวจจับอุณหภูมิได้หลายๆ จุดบนสายข้อมูลเพียง 1 สายข้อมูล
- ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ภายนอกมาต่อร่วม
- สามารถควบคุมการทำงานเพาเวอร์ออนได้ผ่านทางสายข้อมูล
- เพาเวอร์ขณะสแตนด์บายเป็นศูนย์
- ย่านการวัดอุณหภูมิตั้งแต่ -55 องศาเซลเซียสถึง +125 องศาเซลเซียสที่ 0.5 องศาต่อสเต็ป หรือตั้งแต่ย่าน -67 องศาฟาเรนไฮต์ ถึง +257 องศาฟาเรนไฮต์ที่ 0.9 องศาฟาเรนไฮต์ต่อสเต็ป
- อุณหภูมิจะถูกอ่านออกมาเป็นค่าทางดิจิทัล 9 บิต
- อัตราความเร็วในการแปลงจากอุณหภูมิมาเป็นค่าตัวเลขทางดิจิทัลเท่ากับ 200 มิลลิวินาที
- ผู้ใช้งานสามารถกำหนดการเซตค่าเตือนย่านอุณหภูมิได้ในแบบ non – volatile
- การเตือนย่านอุณหภูมินั้นสามารถกำหนดรหัสผ่านการสั่งการ และแอดแดรสของอุปกรณ์ได้จากภายนอกพื้นที่ตรวจวัดอุณหภูมิผ่านทางโปรแกรมภายนอก
- เหมาะกับการประยุกต์ใช้งานตรวจวัดอุณหภูมิ และติดตั้งไว้ในอุปกรณ์ควบคุมเทอร์โมสแตติก, ระบบโรงงานอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ เทอร์โมมิเตอร์ หรือระบบอื่นๆ ที่มีส่วนตรวจจับอุณหภูมิทำงานร่วมอยู่

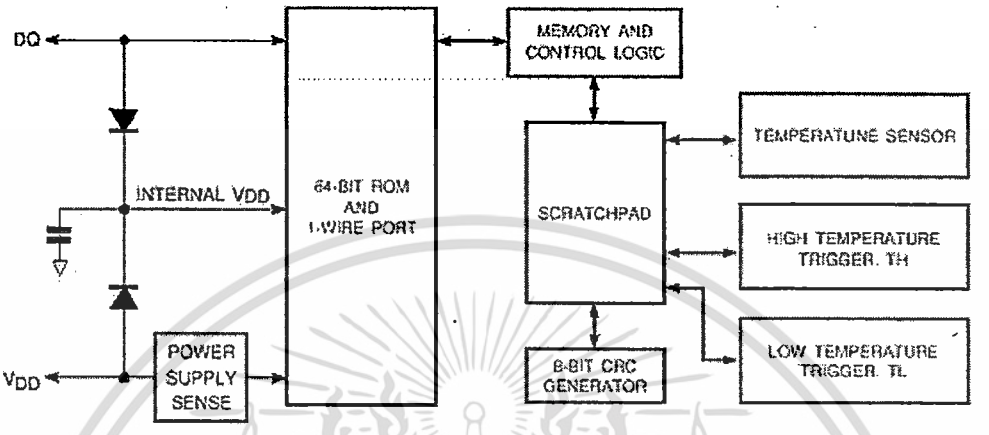
2.8.2 บล็อกไดอะแกรมภายในของ DS1820

ในรูปที่ 2.16 แสดงบล็อกไดอะแกรมส่วนประกอบของการทำงานต่างๆ ภายในตัว DS1820 มีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วนด้วยกันคือ หน่วยความจำเลเซอร์รอมขนาด 64 บิต, ส่วนเซ็นเซอร์อุณหภูมิ และส่วนกระตุ้นเตือนอุณหภูมิแบบ non – volatile (TH และ TL) โดยอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมินี้จะถูกควบคุมสภาวะการเพาเวอร์ออน และเพาเวอร์ออฟจากไลน์ข้อมูลเพียง 1 สายข้อมูล จากการเก็บรักษากำลังงานสำรองไว้ในตัวเก็บประจุภายในในช่วงระหว่างคาบเวลาเมื่อสัญญาณภายในไลน์มีสถานะเป็น high และจะทำงานต่อเนื่องไปเรื่อยๆ และการหยุดการทำงานก็จะเกิดขึ้นจากการหยุดจ่ายแหล่งจ่ายในช่วงระหว่างค่าเวลานั้นเป็น low ของไลน์ข้อมูลและจะหยุดอยู่เช่นนั้นจนกว่าขาไลน์ข้อมูลจะกลับมาเป็น high อีกครั้ง และแหล่งจ่ายไฟหลักนี้ก็จะได้จากแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ภายนอก

การติดต่อข้อมูลกับ DS1820 จะติดต่อผ่านพอร์ตเพียงพอร์ตเดียวคือ 1 – Wire port ภายในพอร์ต 1 – Wire นี้ในส่วนของหน่วยความจำและควบคุมฟังก์ชันโปรโตคอลของรอมจะถูกทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเซตค่าเสียก่อน ในส่วนสำคัญของการทำงานฟังก์ชันอันดับแรกซึ่งเป็นหนึ่งในห้าลำดับของการสั่งการฟังก์ชันในรอมก็คือ การอ่านหน่วยความจำรอม ทำการแมตช์รอม ค้นหารอม กระโดดข้ามรอม และเตือนการค้นหา



รูปที่ 2.16 บล็อกไดอะแกรมภายในของ DS1820 [17]

การทำงานของระบบการสั่งการนี้จะทำงานบนพื้นที่หน่วยความจำเลเซอร์รอมขนาด 64 บิต ผ่านพอร์ตไอซีแต่ละตัวและสามารถให้เอาต์พุตเดี่ยวเพื่อการกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมินี้หลายๆ ตัวก็ทำได้โดยสั่งการผ่านไลน์ข้อมูล 1- wire นี้ หลังจากฟังก์ชันในรอมถูกลำดับการทำงานแล้ว ก็พร้อมที่จะถูกใช้งาน และสามารถที่จะเข้าถึงการทำงานภายในตัวไอซีได้ทั้งหมด หน่วยความจำและส่วนควบคุมฟังก์ชันก็จะถูกเข้าถึงการทำงานได้ และส่วนจัดเก็บค่าที่เซตไว้สามารถหรืออาจจะถูกเก็บไว้ในพื้นที่ 1 ส่วนจากทั้งหมด 6 ส่วนของหน่วยความจำและส่วนควบคุมฟังก์ชันการสั่งการ

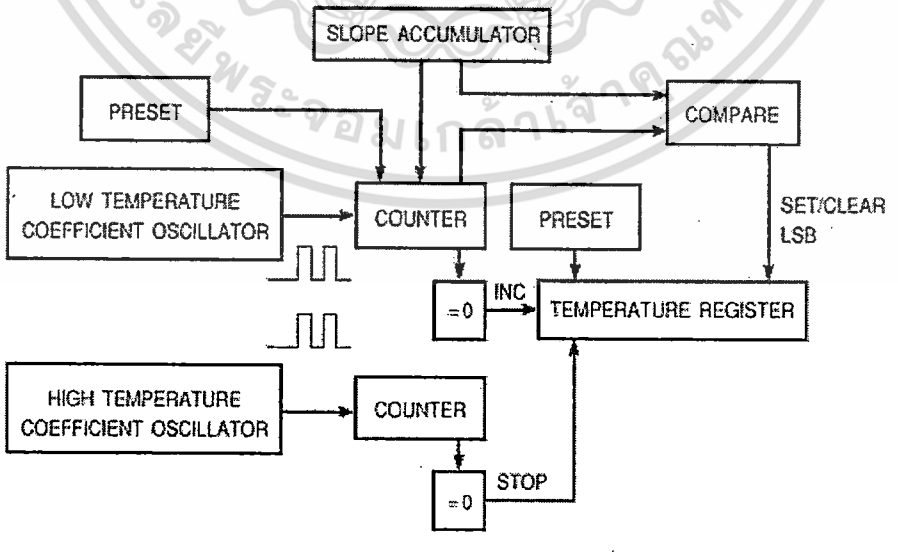
ส่วนควบคุมฟังก์ชันการสั่งการหนึ่งส่วนจะถูกกำหนดคุณสมบัติของ DS1820 ให้อยู่ในรูปแบบของการวัดค่าของอุณหภูมิซึ่งผลของการวัดนี้จะถูกบันทึกไว้ใน DS1820 ในส่วนของหน่วยความจำส่วนหนึ่ง (scratchpad) และบางครั้งก็จะอ่านออกมาได้จากตารางสารบัญของหน่วยความจำฟังก์ชันการสั่งการซึ่งเป็นการอ่านออกมาเฉพาะหัวข้อที่ถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำ scratchpad สัญญาณกระตุ้นเตือนค่าอุณหภูมิสูงเกินและต่ำเกิน (TH และ TL) จะประกอบด้วย 1 ไบต์ EEPROM ถ้าสัญญาณการเตือนการค้นหาไม่ถูกจ่ายเข้าไปยัง DS1820 รีจิสเตอร์เหล่านี้บางครั้งจะถูกใช้ได้อย่างทั่วๆ ไปจากหน่วยความจำที่ผู้อ่านกำหนดได้ และการเขียนเข้าไปในส่วนของการเตือน TH และ TLจะไม่ใช้หน่วยความจำฟังก์ชันการสั่งการและการเข้าไปถึงรีจิสเตอร์นี้จะอ่านผ่านหน่วยความจำ scratchpad และข้อมูลอื่นๆ ที่ต้องการอ่านและเขียนจะกระทำได้ในบิตแรกของ LSB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 การวัดอุณหภูมิ

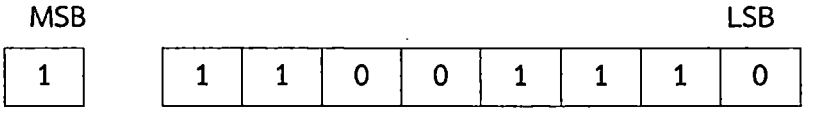
DS1820 จะทำการวัดค่าวัดอุณหภูมิโดยอาศัยเทคนิคการวัดแบบออนบอร์ดพิเศษซึ่งเป็นเทคนิคการวัดโดยเฉพาะของอุปกรณ์ชนิดนี้ ในรูปที่ 2.17 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวัดค่าอุณหภูมิของ DS1820 ซึ่งจะอาศัยการวัดอุณหภูมิโดยการนับจำนวนวงรอบของสัญญาณนาฬิกาที่ออสซิลเลเตอร์ผลิตขึ้นมา ช่วงเวลาเกตของสัญญาณนาฬิกาที่ออสซิลเลเตอร์ผลิตขึ้นมาจะเป็นการกำหนดได้จากช่วงคาบเวลาที่ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิต่ำสุด ไปจนถึงค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูง ซึ่งจะมีค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ไม่เท่ากัน โดยที่ค่าการนับตัวเลขจะเริ่มนับที่ค่าอุณหภูมิต่ำสุดพื้นฐาน คือ –55 องศาเซลเซียส ถ้าการนับสัญญาณนาฬิกามาถึงค่าศูนย์ก่อนที่เวลาเกตจะเกินมา รีจิสเตอร์อุณหภูมิก็จะแสดงผลที่ค่า –55 องศาเซลเซียส ถ้าหากค่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น การแสดงผลของอุณหภูมิขณะนั้นก็จะสูงกว่า –55 องศาเซลเซียส

ในทำนองเดียวกันนี้ การตั้งค่าของการนับจะกำหนดได้จากการเพิ่มความลาดลงของวงจรนับ ซึ่งวงจรนี้ต้องการการชดเชยสำหรับการแสดงคุณสมบัติของส่วนโค้งของออสซิลเลเตอร์ที่อุณหภูมิมีค่าเกินมา วงจรนับก็จะนับสัญญาณนาฬิกาอีกครั้งจนกว่ามันจะได้ค่าเป็นศูนย์ ถ้าคาบเวลาเกตอยู่ในสภาวะสงบนิ่งไม่มีการปรับแต่งก็จะเกิดการประมวลผลใหม่อีกครั้งหนึ่งการคำนวณค่าภายใน DS1820 จะให้ความละเอียด 0.5 องศาเซลเซียสต่อสเต็ปของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิการอ่านค่าอุณหภูมิจะถูกกำหนดไว้ภายใน 16 บิตโดยมีนัยสำคัญ 2 ส่วนประกอบการอ่าน ในตารางที่ 2.1 แสดงคุณลักษณะรายละเอียดความสัมพันธ์ของข้อมูลทางเอาต์พุตกับการจัดอุณหภูมิ ข้อมูลจะถูกส่งออกมาเป็นอนุกรมบนการอินเตอร์เฟสกับสายข้อมูล 1- wire ซึ่ง DS1820 สามารถทำการวัดค่าอุณหภูมิได้เกินย่านตั้งแต่ –55 ถึง +125 องศาเซลเซียสที่ 0.5 องศาต่อสเต็ป ค่าอุณหภูมิที่ถูกทำการปรับตั้งไว้ใน DS1820 ในเทอมของ 1/ 2 องศาเซลเซียส LSB ซึ่งจะเป็นไปตามรูปแบบของข้อมูล 9 บิต



รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมการวัดค่าอุณหภูมิ [17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



= -25 องศาเซลเซียส

ณ ตำแหน่ง MSB บิตเป็นคู่เปรียบเทียบกับทุกบิตใน MSB สูงสุดของรีจิสเตอร์อุณหภูมิขนาด 2 ไบต์ ในหน่วยความจำซึ่งการอ่านค่าอุณหภูมิแบบ 16 บิต ในลักษณะสำคัญต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของค่าอุณหภูมิกับข้อมูลดิจิทัลเอาต์พุต

ค่าอุณหภูมิ	ดิจิทัลเอาต์พุต (Binary)	ดิจิทัลเอาต์พุต (Hex)
+ 125 ° C	00000000 11111010	00FA
+ 25 ° C	00000000 00110010	0032h
+ 1/2 ° C	00000000 00000001	0001h
+0° C	00000000 00000000	0000h
- 1/2 ° C	11111111 11111111	FFFFh
- 25 ° C	11111111 11001110	FFCEh
-55 ° C	11111111 10010010	FF92h

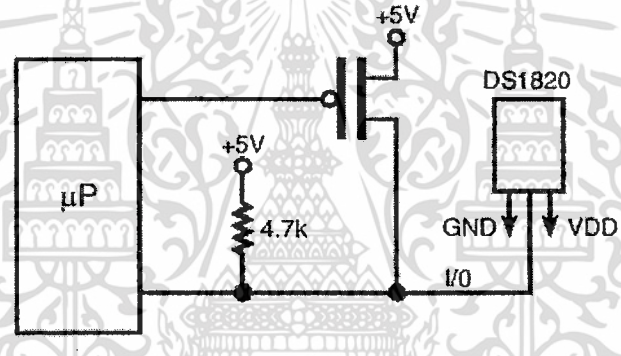
2.8.4 การทำงานของสัญญาณเตือน

หลังจากที่ DS1820 มีการตรวจวัดอุณหภูมิเกิดขึ้นแล้วค่าของอุณหภูมิก็จะทำการเปรียบเทียบเพื่อทำเป็นสัญญาณกระตุ้น การการเปรียบเทียบค่าของอุณหภูมิจะเปรียบเทียบกับค่าที่ถูกบันทึกหรือกำหนดไว้ของค่าอุณหภูมิสูงสุด (TH) และค่าอุณหภูมิต่ำสุด (TL) ตลอดย่านอุณหภูมิที่วัดได้ โดยจะใช้พื้นที่รีจิสเตอร์ 8 บิต สำหรับการทำงานนี้ใน MSB ของ TH หรือ TL ที่ตรงกันก็จะถูกส่งไปยัง SB ของรีจิสเตอร์อุณหภูมิขนาด 16 บิต ถ้าผลของการวัดอุณหภูมิมีค่าสูงเกินกว่า TH หรือต่ำกว่า TL ลำดับสัญญาณเตือนภายในอุปกรณ์ก็จะถูกเซต ซึ่งลำดับของสัญญาณเตือนนี้จะถูกอัพเดตทุกครั้งที่มีการวัดค่าอุณหภูมิ เมื่อลำดับสัญญาณเตือนถูกเซต DS1820 จะมีการตอบสนองนำไปสู่การค้นหาสัญญาณเตือนการสั่งการและจะยอมให้ทำการต่อ DS1820 ในลักษณะขนานกันหลายตัวได้ เพื่อทำการจำลองการวัดค่าอุณหภูมิแล้วนำมาเฉลี่ยค่าของการวัดในครั้งนั้นอีกขั้นตอนหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 บิตเลเซอร์รอม

ใน DS1820 นั้นจะประกอบด้วยส่วนของรหัสหน่วยความจำรอมที่มีความยาวถึง 64 บิต โดยใน8 บิตแรกจะเป็นรหัสระบุตระกูล (family code) 1 – Wire ของ DS1820 (DS1820 มีรหัสเป็น 10h) และอีก 48 บิตต่อมาเป็นส่วนระบุอนุกรมตัวเลข (serial number) และอีก 8 บิตสุดท้ายคือส่วนบันทึก CRC ของ 56 บิตแรก หน่วยความจำรอมขนาด 64 บิต และส่วนควบคุมฟังก์ชันรอมนี้จะยอมให้ DS1820 สามารถทำงานเป็นอุปกรณ์อินเตอร์เฟสแบบ 1 – Wire ได้ และมีรายละเอียดตามโปรโตคอลของระบบบัส 1 – Wire ซึ่งฟังก์ชันและส่วนควบคุมต่างๆใน DS1820 จะยังไม่สามารถทำงานหรือเข้าถึงได้จนกว่าจะมีการเซตอัพโปรโตคอลฟังก์ชันในหน่วยความจำรอมเสียก่อน โดยในการอินเตอร์เฟสในส่วนหลักของฟังก์ชัน การสั่งการในหน่วยความจำรอมจะต้องมีลำดับฟังก์ชันหลังจากที่มีการเซตลำดับฟังก์ชันรอมดังข้างต้นเสร็จแล้ว ฟังก์ชันต่างๆ ของ DS1820 ก็จะสามารถเข้าถึงได้ รูปที่ 2.18 แสดงการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับ DS 1820 ใน 1 – Wire

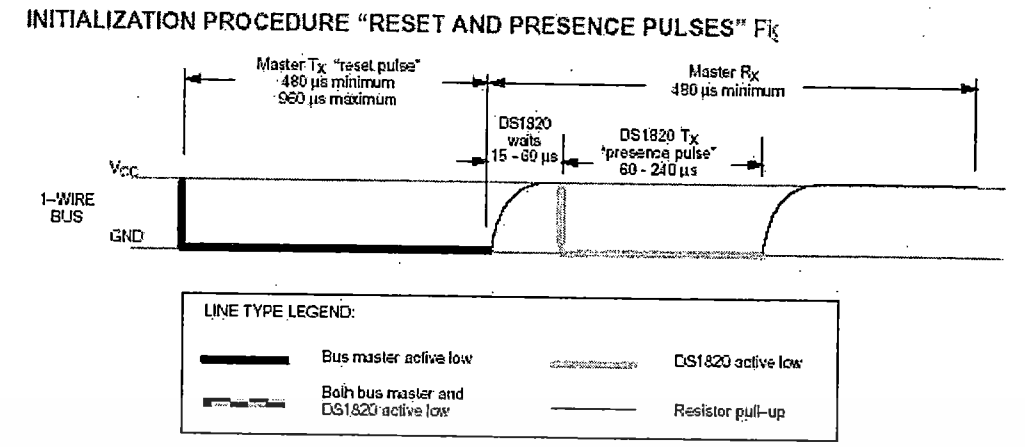


รูปที่ 2.18 แสดงการจัดหาแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับ DS 1820 ใน 1 – Wire [17]

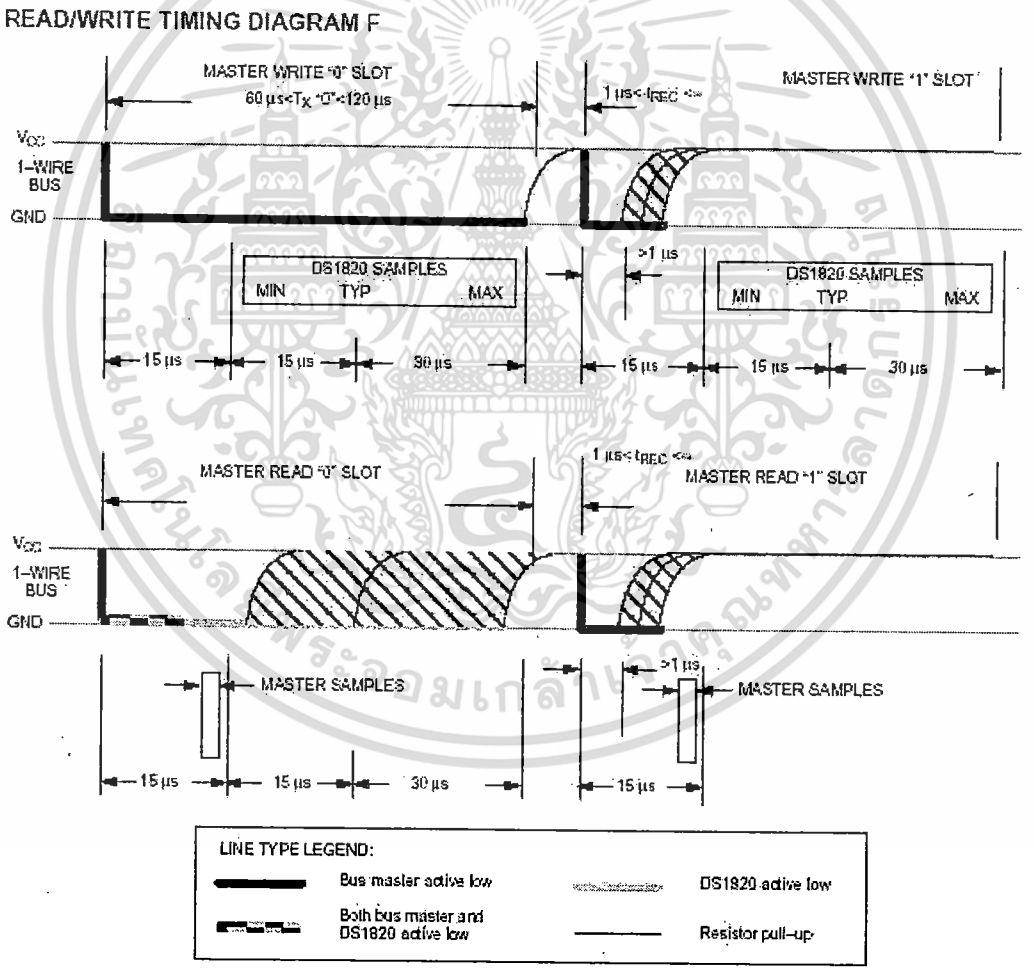
2.8.6 สัญญาณ RESET

ในการเริ่มติดต่อกับ DS1820 จะต้องเริ่มด้วยสัญญาณ RESET ก่อนทุกครั้งครับ จากรูป 2.19 เส้นสีดำคือสัญญาณ RESET จากตัว MCU ครับ ส่วนสีเทาคือ สัญญาณที่ DS1820 จะ RESPONSE กลับมา ความกว้างของสัญญาณต้องทำให้แม่นยำโดยปรับ delay times หลายครั้ง เพราะภาษา C มักจะมีปัญหาเรื่องความแม่นยำของ Delay times ที่เป็นช่วงสั้นมากๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 สัญญาณ RESET DS1820 [16]



รูปที่ 2.20 สัญญาณ READ/WRITE DS1820 [16]

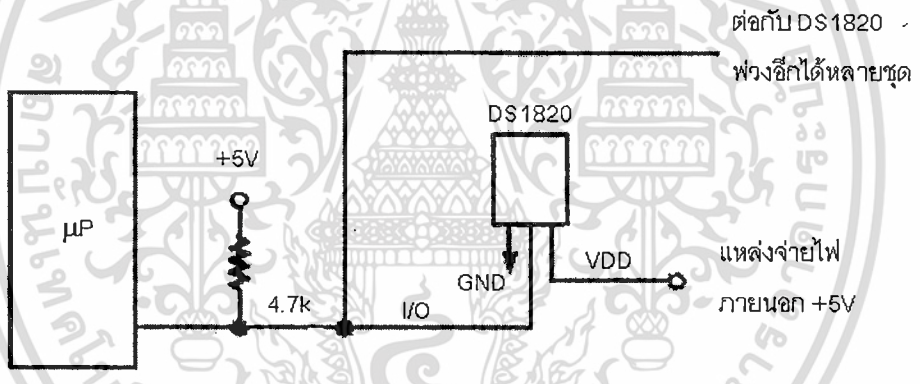
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.7 สัญญาณ READ/WRITE

รูปแบบของสัญญาณ READ/WRITE ก็จะเป็นดังรูปที่ 2.20 โดย MIN, MAX time ของ DS1820 SAMPLES นั่นคือเวลาที่ DS1820 ต้องใช้ในการอ่านข้อมูลบิตเมื่อมีการส่งค่าให้

2.8.8 การต่อแหล่งจ่ายไฟ

ในรูปที่ 2.21 เป็นการต่อ DS1820 ร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อการควบคุมจากระยะไกล จะสังเกตเห็นว่าที่ขารับไฟเลี้ยง VDD ของ DS1820 นั้นจะต่อกับกราวด์ แต่จะได้รับไฟเลี้ยงมาทางขา I/O ข้อมูลในแบบ 1 – Wire จากระบบควบคุมหลักไมโครโปรเซสเซอร์แทน ซึ่งวิธีนี้จะใช้สำหรับการควบคุมจากระยะไกลและไม่ต้องจัดหาแหล่งจ่ายไฟภายนอกให้กับ DS1820 ให้ยุ่งยากเพราะในการอินเตอร์เฟสแบบ 1 – Wire นี้สามารถที่จะทำการกำหนดการทำงาน (power on) ของไอซีให้จ่ายไฟเลี้ยงวงจรภายในตัวไอซีแทน ส่วนในรูปที่ 6 เป็นการจัดแหล่งจ่ายไฟภายนอกให้กับ



รูปที่ 2.21 การจัดแหล่งจ่ายไฟภายนอกและการอินเตอร์เฟสร่วมของ DS1820 หลายตัวบนบัส 1 – Wire [17]

DS1820 ณ จุดที่ติดตั้งใช้งาน และการสั่งการจากไมโครโปรเซสเซอร์ยังทำงานได้เหมือนเดิม และสามารถที่จะต่อ DS1820 ขนานกันโดยใช้การอินเตอร์เฟสผ่านบัส 1–Wire เดียวกันได้หลายตัว จึงเหมาะกับเป็นการตรวจวัดอุณหภูมิหลายจุดที่ควบคุมได้จากระยะไกลผ่านระบบไมโครโปรเซสเซอร์

2.9 รีเลย์ควบคุม (Control Relay)

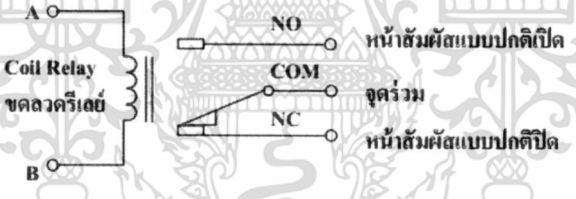
รีเลย์ควบคุม (Control Relay) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ ตัด-ต่อวงจร คล้ายกับสวิตช์ โดยอาศัยหลักการของอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงของหน้าสัมผัสรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

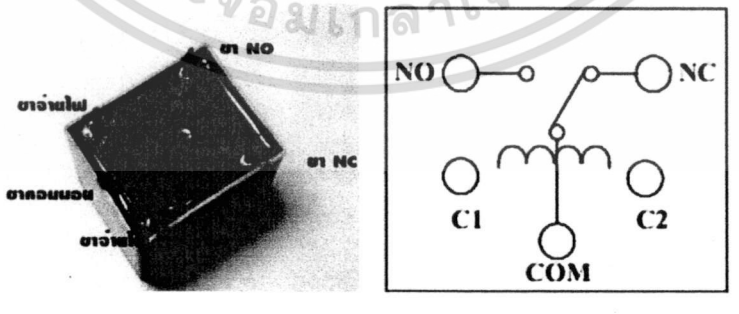
มีความหมายในแบบของนักอิเล็กทรอนิกส์ว่า“ตัวถ่ายทอดกำลัง” เพราะเป็นป้อนกำลังงานไฟฟ้าให้แก่รีเลย์เพียงเล็กน้อยก็สามารถควบคุมวงจรกำลังงานสูงๆที่ต่อยู่กับหน้าสัมผัสของรีเลย์ได้ของ รีเลย์ได้ โดยเมื่อทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดรีเลย์ (Coil) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวด ซึ่งอำนาจแม่เหล็กชั่วคราวที่เกิดขึ้น จะมีค่าเพียงพอที่จะชนะแรงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่หน้าสัมผัส รีเลย์ควบคุมมีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมบางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

2.9.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของรีเลย์

โครงภายในโครงสร้างของรีเลย์จะประกอบไปด้วยขดลวด 1 ชุด และหน้าสัมผัสซึ่งในหน้าสัมผัส 1 ชุด ซึ่งจะประกอบไปด้วย หน้าสัมผัสแบบปกติปิด (Normally Close หรือ NC) และหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open หรือ NO) ในสภาวะปกติขานี้จะต่ออยู่ NC นี้จะต่อกับขาร่วม (Common หรือ COM) และเมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าในปริมาณที่เพียงพอเข้าที่ขดลวดรีเลย์หรือมีแรงดันตกคร่อมขดลวด จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่หน้าสัมผัสทำให้จุด COM ต่อกับหน้าสัมผัส NO ในรีเลย์ 1 ตัวอาจมีหน้าสัมผัสมากกว่า 1 ชุด ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ผลิต สัญลักษณ์แสดงในรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 สัญลักษณ์ของรีเลย์ [18]



รูปที่ 2.23 ตำแหน่งขาของรีเลย์แบบ 5 ขา [18]

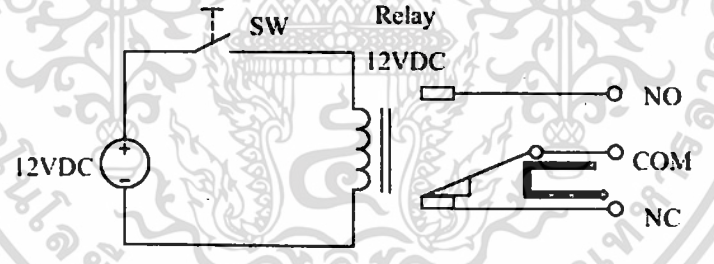
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งขาของรีเลย์ แสดงได้ดังรูปที่ 2.23 และประกอบไปด้วยตำเหน่งต่างๆดังนี้

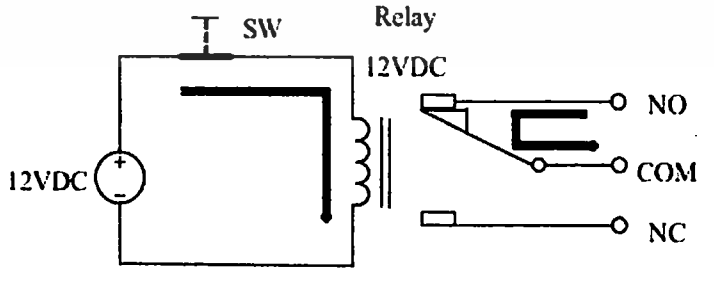
- ขาจ่ายแรงดันใช้งาน ซึ่งจะมีอยู่ 2 ขา จากรูปจะเห็นสัญลักษณ์ขดลวดแสดงตำแหน่งขา coil หรือขาต่อแรงดันใช้งาน
- ขา C หรือ COM หรือ ขาคอมมอน จะเป็นขาต่อระหว่าง NO และ NC
- ขา NO (Normally opened หรือ ปกติเปิด) โดยปกติขานี้จะเปิดเอาไว้จะทำงานเมื่อเราป้อนแรงดันให้รีเลย์
- ขา NC (Normally closed หรือ ปกติปิด) โดยปกติขานี้จะต่อกับขา C ในกรณีที่ไม่ได้จ่ายแรงดัน หน้าสัมผัสของ C และ NC จะต่อถึงกัน

2.9.2 หลักการทำงานของรีเลย์

หลักการทำงานของรีเลย์ อธิบายประกอบรูปที่ 2.24 ได้ดังนี้ จากรูปที่ 2.24 (ก) เมื่อไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดรีเลย์ทำให้จุดร่วมต่ออยู่กับหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC) แต่เมื่อทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดรีเลย์ (coil) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวด ซึ่งอำนาจแม่เหล็กชั่วคราวที่เกิดขึ้นมีค่าเพียงพอที่จะชนะแรงสปริง เกิดการเปลี่ยนแปลงที่หน้าสัมผัสทำให้จุดร่วมต่ออยู่กับหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (NO) ดังแสดงในรูปที่ 2.24 (ข) และเมื่อไม่ได้จ่ายกระแสไฟฟ้า สปริงจะดึงหน้าสัมผัสกลับมาต่อกับหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC) อีกครั้งหนึ่ง



(ก) ขณะที่ไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่ขดลวดรีเลย์



(ข) ขณะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่ขดลวดรีเลย์

รูปที่ 2.24 การเปลี่ยนแปลงหน้าสัมผัสของตัวรีเลย์ [18]

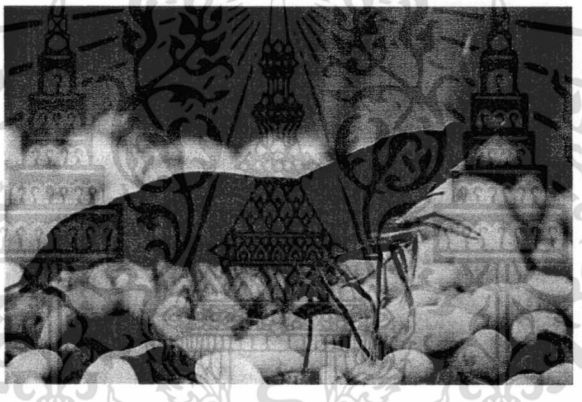
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (Litopenaeus vanamei)

2.10.1 กุ้งขาวแวนนาไม (Litopenaeus vanamei)

กุ้งขาว ลิโทพีเนียส แวนนาไม มีลักษณะดังรูปที่ 2.25 เป็นสายพันธุ์กุ้งทะเลในกลุ่มกุ้งขาวแปซิฟิก กุ้งขาวแวนนาไม หรือลิโทพีเนียสแวนนาไม ถูกค้นพบโดย Boome ในปี ค.ศ. 1931 มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Litopenaeus vanamei ชื่อสามัญที่ F.A.O. รับรองและใช้เรียกกันทั่วโลกคือ White leg shrimp กุ้งขาวที่ทำการเพาะเลี้ยงกันอยู่ในปัจจุบันนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ตามสภาพภูมิศาสตร์ของโลกได้แก่กุ้งขาวตะวันตก คือกุ้งขาวลิโทพีเนีย แวนนาไม กุ้งสีน้ำเงิน และกุ้งขาวตะวันออกคือกุ้งแชบ๊วย กุ้งขาวจีน กุ้งขาวอินเดีย

ประเทศไทยเริ่มนำกุ้งขาวมาเลี้ยงในปี 2541 ซึ่งเป็นช่วงแรกของการทดลองเลี้ยงจึงไม่ค่อยได้รับความสนใจเท่าที่ควร ประกอบกับการจัดหาพันธุ์กุ้งขณะนั้นมีความยากลำบากและมีราคาแพง ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งกุลาดำประสบปัญหา ผู้เลี้ยงกุ้งจึงหันมาเลี้ยงกุ้งขาวกันมากขึ้น



รูปที่ 2.25 กุ้งขาวแวนนาไม (Litopenaeus vanamei) [19]

2.10.2 พฤติกรรมการดำรงชีวิตของกุ้งขาว แวนนาไม

- กุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่มีความสามารถในการปรับตัวสูง จึงสามารถอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง เช่น ความเค็ม กุ้งขาวแวนนาไมสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีระดับความเค็มตั้งแต่ 0 - 35 ppt. แต่ไม่ควรต่ำกว่า 3 ppt. ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง
- กุ้งขาวมีการเจริญเติบโตที่เร็วเมื่อ และมีการลอกคราบบ่อยๆ กุ้งขาวจึงต้องการแร่ธาตุสูงโดยเฉพาะ แมกนีเซียม และแคลเซียม ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความกระด้าง และค่าอัล-คาไลนิตี้ของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กุ้งขาวแวนนาไม มีความสามารถในการเคลื่อนที่ได้เร็วและว่ายน้ำอยู่ตลอดเวลาจึงต้องการออกซิเจนในการดำรงชีวิตสูงกว่ากุ้งกุลาดำ ระบบการให้อากาศในการเลี้ยงกุ้งขาวจึงต้องเพียงพอกุ้งขาวแม้ว่าจะว่ายน้ำเป็นฝูงแต่ไม่ใช่สัตว์สังคมจึงมีนิสัยก้าวร้าวและทำร้ายกุ้งตัวอื่น
- กุ้งขาวมีความสามารถในการกินอาหารได้หลายชนิดตั้งแต่อาหารเม็ดสำเร็จรูปซากแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ แต่อาหารที่สำคัญที่สุดคืออาหารที่มีปริมาณโปรตีนวิตามินและแร่ธาตุอย่างครบถ้วนไม่ใช่ซากแพลงก์ตอนหรือขี้แดด หากเราพบกุ้งกินขี้แดดหรือซากแพลงก์ตอนเต็มลำไส้นั้นแสดงว่าเราให้อาหารแก่กุ้งไม่เพียงพอ

2.10.3 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง

- **อุณหภูมิ**

ทฤษฎี : อุณหภูมิเป็นตัวควบคุมปฏิกิริยาเคมีรวมทั้งในบ่อกุ้ง รวมทั้งกระบวนการเผาผลาญและดูดซึมอาหารของสิ่งมีชีวิตในบ่อกุ้ง

การจัดการที่ดี : ควบคุมความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิให้เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด จึงควรทำบ่อให้ลึกดีกว่าบ่อตื้น (ความลึกของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งทั่วไปโดยเฉลี่ย 1.5 เมตร) เนื่องจากบ่อที่มีความลึกมากกว่า จะควบคุมอุณหภูมิให้เปลี่ยนแปลงไปอย่างช้าๆ และสามารถเก็บความเค็มของน้ำไว้ได้นานในช่วงหน้าฝน

ข้อควรแนะนำ : ช่วงที่เหมาะสมของอุณหภูมิในบ่อกุ้งควรอยู่ระหว่าง 28 – 32 องศาเซลเซียส

- **ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)**

ทฤษฎี : ปริมาณ DO เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการเลี้ยงกุ้ง สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำไม่ใช่มีแต่กุ้งอย่างเดียว แต่จะมีทั้งแพลงก์ตอน แบคทีเรีย และสิ่งมีชีวิตอื่นๆอีกมากมายที่ต้องการใช้ออกซิเจน กุ้งต้องการใช้ออกซิเจนเพียง 5 – 15% ในการหายใจ เพื่อไปเผาผลาญ และดูดซึมอาหารไปเลี้ยงร่างกายให้เจริญเติบโต ส่วนออกซิเจนที่เหลืออีกประมาณ 85 – 95% จะถูกใช้ไปโดยสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมทั้งแบคทีเรียที่ช่วยในการย่อยสลายของเสียในบ่อกุ้ง ดังนั้นเมื่อมีของเสียเกิดขึ้นมาก ออกซิเจนจะถูกแย่งไปใช้ในปริมาณมากขึ้นเช่นกัน กุ้งจะอยู่ได้โดยปกติสุขโดยอาศัยระดับความอิ่มตัวของปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนที่เหมาะสม โดยระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเค็ม และความกดอากาศ ดังนั้นการเพิ่มออกซิเจนในบ่อกุ้งระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนจึงเป็นตัวแปรสำคัญที่จะทำให้เครื่องเติมอากาศทำงานได้ผลถึง 100% และประสิทธิภาพจะลดลงตามลำดับเมื่อออกซิเจนที่ละลายในน้ำใกล้ถึงจุดอิ่มตัว ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าต้องการประหยัดพลังงาน เกษตรกรควรตีน้ำในระดับออกซิเจนอยู่ในระดับที่ 70% ของจุดอิ่มตัวเท่านั้น ทั้งนี้อุณหภูมิในบ่อกุ้งควรอยู่ระหว่าง 28 – 32 องศาเซลเซียส

การจัดการที่ดี : การให้อากาศอย่างเพียงพอและเหมาะสม ต้องให้แน่ใจว่าตีน้ำให้เกิดการหมุนเวียน และคลุกเคล้าผสมผสานกันอย่างทั่วถึง จนปริมาณออกซิเจนส่งผ่านถึงตัวกุ้งและตะกอนเลน โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน และควรลดพื้นที่ที่มีออกซิเจนต่ำในบริเวณกลางบ่อ โดยการจัดติดตั้งเครื่องเติมอากาศในตำแหน่งที่เหมาะสม

ข้อแนะนำ : ค่าต่ำสุดของออกซิเจนในบ่อกุ้ง โดยเฉลี่ย70%ของจุดอิ่มตัวของออกซิเจน ณ สภาพนั้นๆ แต่ทั้งนี้ไม่ควรต่ำกว่า 4 มิลลิกรัม/ลิตร หรือ 4 พีพีเอ็ม (ppm)

- **ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)**

การจัดการที่ดี : ควรมีการตรวจสอบค่า pH อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าระหว่าง 6.00 น. และในช่วงบ่าย 15.00 น. อาจเพิ่มการตรวจเวลา 21.00 น.ด้วย จะได้รู้ว่าเกิดการหมักหมมในบ่อผิดปกติหรือไม่ โดยในช่วงเช้า pH อยู่ระหว่าง7.5 - 7.8 ช่วงบ่าย 15.00 น. ควรไม่ให้เกิน 8.3

ข้อแนะนำ : ควรควบคุม pH โดยใส่ปูนขาวหรือวัสดุอื่นๆ แต่ต้องระวังอย่าให้ pH มีค่าเกิน 8.3

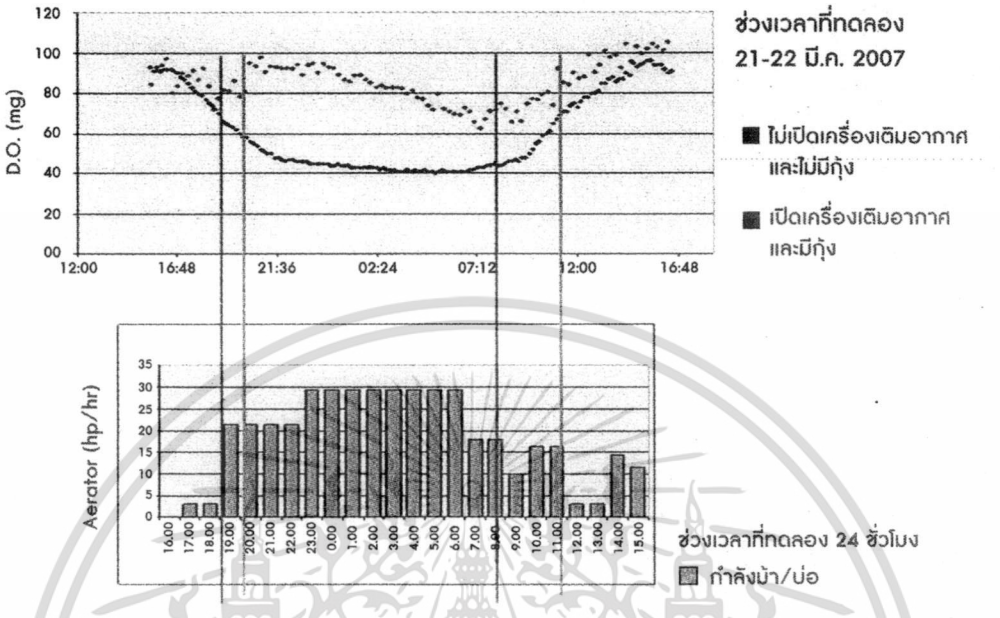
2.10.4 ระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำแต่ละช่วงเวลา

จากรูปที่ 2.26 แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับออกซิเจนที่อิ่มตัวในเวลากลางวันจะค่อยๆ ลดลงในช่วงหัวค่ำและจะลดต่ำลงมากตลอดช่วงเวลากลางคืน และออกซิเจนจะค่อยๆสูงขึ้นอีกครั้งเมื่อตอนที่มีแสงในช่วงเช้า ซึ่งระยะตั้งแต่ดี 2 ถึงตี 5 เป็นช่วงเวลาที่มีความเสี่ยงมากเพราะแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ในบ่อต้องการใช้ออกซิเจนหายใจ ถ้าไม่เปิดเครื่องเติมอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้แก่แพลงก์ตอนพืชอย่างเพียงพอ ออกซิเจนจะถูกแย่งไปใช้จนหมด ทำให้กุ้งขาดออกซิเจนและตายได้

ในบ่อเลี้ยงจริงมักจะพบว่า ปริมาณออกซิเจนในตอนกลางวันที่มีแสงแดดจะอยู่ในระดับที่เหมาะสมคือสูงกว่า 4 พีพีเอ็ม เนื่องจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะฟาร์มที่มีแผลงก์ตอนพืชหนาแน่น (สังเกตจากสีน้ำที่เข้มมาก) ปริมาณออกซิเจนในตอนบ่ายอาจสูงกว่า 10 พีพีเอ็ม ซึ่งจะพบได้ทั่วไปในบ่อที่มีกุ้งหนาแน่น น้ำความเค็มไม่สูงมาก และปิดเครื่องให้อากาศในตอนกลางวัน เนื่องจากมีแสงแดดตลอดทั้งวัน บ่อที่มีระดับออกซิเจนสูงมากเช่น ตอนกลางคืนหลังจากประมาณ 21 นาฬิกา (3ทุ่ม) เป็นต้นไป ระดับออกซิเจนจะลดต่ำลงเรื่อยๆเนื่องจากการหายใจของแพลงก์ตอนพืชและกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ ดังนั้นระดับออกซิเจนตั้งแต่ประ มาณเกือบเที่ยงคืนจนถึงเช้ามืดจะอยู่ในระดับที่ต่ำ สำหรับบางฟาร์มแม้ว่าจะมีการเปิดเครื่องให้อากาศอย่างเต็มที่ตลอดเวลา ออกซิเจนจะอยู่ในระดับประมาณ 3-4 พีพีเอ็ม บาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟาร์มจะอยู่ในระดับ 2 – 3 พีพีเอ็มหรือบางฟาร์มอาจจะต่ำกว่า 2 พีพีเอ็ม ซึ่งเป็นเหตุให้กุ้งจะมีการเจริญเติบโตช้าและมีอัตราการรอดตายต่ำกว่ากุ้งที่เลี้ยงในบ่อที่มีระดับออกซิเจนสูงกว่า



รูปที่ 2.26 ระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำในแต่ละช่วงเวลาในรอบวัน [1]

2.11 การวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกละลาย (Dissolve Oxygen)

หลักการนี้ใช้สำหรับการวัดแก๊สออกซิเจนแบบโพลาโรกราฟิกอิเล็กโทรด (Polarographic) เป็นการวัดค่าโดยอาศัยการสลายตัวของออกซิเจน (การลดออกซิเจน) ที่เกิดขึ้นที่แคโทดซึ่งเป็นโลหะ ออกซิเจนที่อยู่ในกลุ่มแก๊สที่ต้องการวัดจะถูกทำให้ผ่านเนื้อเยื่อ เพื่อทำให้มันไปอยู่ในรูปของเซลล์ O_2 ที่อิเล็กโทรด หลังจากนั้นมันจะซึมเข้าไปอยู่ในเนื้อเยื่อชั่วระยะเวลาหนึ่งจนสามารถอ่านค่าได้ การวัดแบบนี้ต้องป้อนศักย์ไฟฟ้าค่าหนึ่งเข้าไปในโพลาโรกราฟิกอิเล็กโทรด เพื่อทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานี้จะเปลี่ยนการนำไฟฟ้าของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ศักย์ไฟฟ้าบริเวณดังกล่าวจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเฉพาะกับออกซิเจน เกิดกระแสไฟฟ้าที่ไหลแปรผันตรงกับปริมาณออกซิเจนในสารละลายนั้น ในการวัดแบบโพลาโรกราฟิกดังกล่าว จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนเอาต์พุตคงที่ออกมาค่าหนึ่งอันเนื่องจากอิเล็กโทรด DO ที่หมักซึ่งจัดเป็นกระบวนการสเตอริไลซ์แล้วทำให้เกิดค่าความร้อนและกลายเป็นค่าความต้านทานไปในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

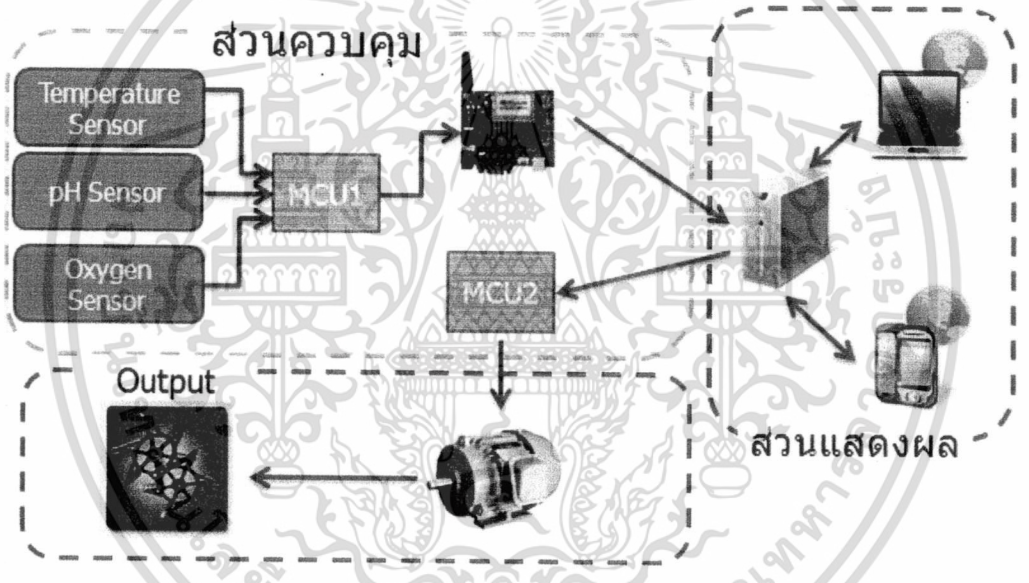
บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนาระบบ

ระบบจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ได้นำทฤษฎีจากบทที่ 2 มาใช้สำหรับออกแบบและพัฒนาระบบ โดยเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมของระบบจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และอธิบายรายละเอียดต่างๆ ในการออกแบบและพัฒนาระบบ

3.1 องค์ประกอบของระบบ

การออกแบบระบบนั้นมีองค์ประกอบโดยรวมแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 องค์ประกอบของระบบ

จากรูปองค์ประกอบของระบบการออกแบบและพัฒนาระบบจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญคือส่วนฮาร์ดแวร์ และส่วนซอร์ฟแวร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) **ส่วนฮาร์ดแวร์**

- **หน่วยประมวลผลกลาง** ได้เลือกใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ET-BASE PIC8722 (ICD2) ขนาด 80-Pin และบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล PIC16F877 ของบริษัท Microchip ขนาด 40-Pin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)** ได้เลือกใช้ไอซี DS1820 ซึ่งเป็นแบบดิจิทัล เพราะให้ค่าความแม่นยำมากกว่าแบบแอนะล็อก
- **เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH Sensor)** ได้ใช้เซ็นเซอร์ชนิด pH - ISFET KIT ของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (National Electronics and Computer Technology Center: NECTEC) เนื่องจากค่าที่วัดได้เป็นแรงดันไฟ ทำให้สามารถนำค่าเข้าสู่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้โดยตรง
- **เซ็นเซอร์วัดออกซิเจนในน้ำ (Oxygen Sensor)** ได้เลือกใช้ Dissolved Oxygen meter รุ่น YK-22DO ซึ่งสามารถส่งค่าผ่านพอร์ต RS232 ได้
- **จีเอสเอ็ม/จีพีอาร์เอส โมดูล (GSM/GPRS Module)** ได้เลือกใช้ ET-GSM SIM300CZ V1.0 เป็นบอร์ดพร้อมมอดูลโทรศัพท์ รุ่น SIM300CZ ของบริษัท SIMCOM รองรับความถี่โทรศัพท์ มือถือ TRI-BAND คือ EGSM900, DCS1800, PCS1900 รองรับระบบของผู้ให้บริการทั้ง TRUE MOVE, DTAC, AIS ติดต่อสั่งงานกับมอดูลโทรศัพท์ทาง PORT RS232 ในรูปแบบ AT COMMANDได้
- **เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ** ได้เลือกมอเตอร์จักรบ้าน ขนาด150W แรงดันไฟฟ้า 220 V มาประยุกต์ใช้เป็นแบบจำลองเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ
- **วงจรรีเลย์ควบคุม** เลือกใช้รีเลย์ชนิด 5 ขา 2 หน้าสัมผัส แรงดันใช้งาน 12 VDC และกระแสผ่านหน้าสัมผัสที่ 10 A 250 VAC

2) **ส่วนซอฟต์แวร์**

ส่วนของซอร์ฟแวร์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อยคือ

- **ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (Website)**
- **ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (GUI)**
- **ส่วนที่ติดต่อกับฐานข้อมูล**

โดยมีการอธิบายรายละเอียดในลำดับถัดไป

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

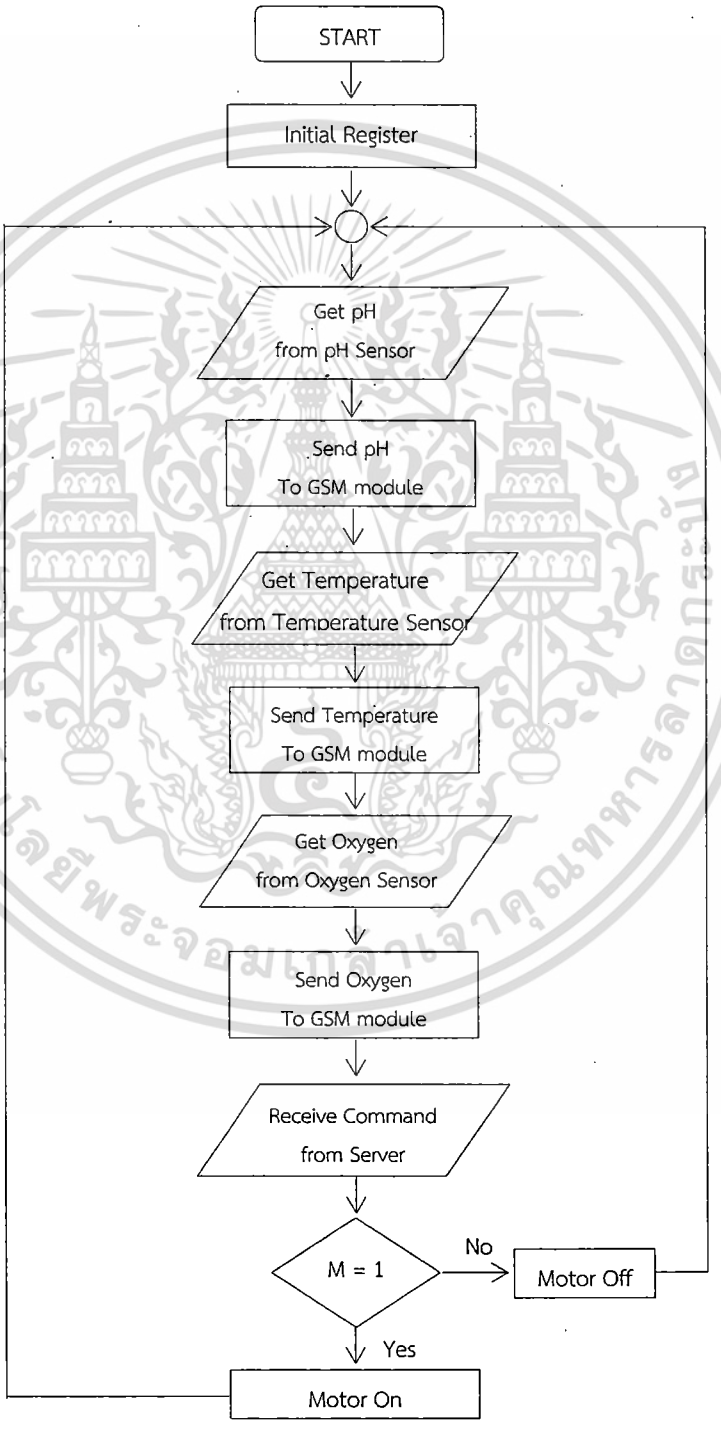
ในส่วนของฮาร์ดแวร์ซึ่งประกอบไปด้วย บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ จีเอสเอ็มโมดูล เซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ และวงจรรีแลย์ควบคุม ได้มีการออกแบบและพัฒนาโดยใช้ภาษา C ในการควบคุม ET-BASE PIC8722 (ICD2) ด้วยโปรแกรม MPLAB IDE และจำลองวงจรโดยใช้โปรแกรม ISIS Professional หรือ Proteus 7 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิ รับค่าจากเซ็นเซอร์ความเป็นกรด – ด่าง (pH) และรับค่าจากเซ็นเซอร์ออกซิเจนผ่านพอร์ต RS232 จากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์ เพื่อแสดงให้กับผู้ใช้ผ่านจีเอสเอ็มโมดูลโดยใช้คำสั่ง AT Command และมีการรับค่าจากผู้ใช้กลับมายังไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านจีเอสเอ็มโมดูเพื่อที่จะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการเปิดปิดเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ โดยมีวงจรรีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ในการตัดต่อวงจรของมอเตอร์

3.2.1 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนฮาร์ดแวร์

ลำดับการทำงานของโปรแกรมในส่วนฮาร์ดแวร์ทั้งหมดเป็นดังนี้



รูปที่ 3.2 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนฮาร์ดแวร์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

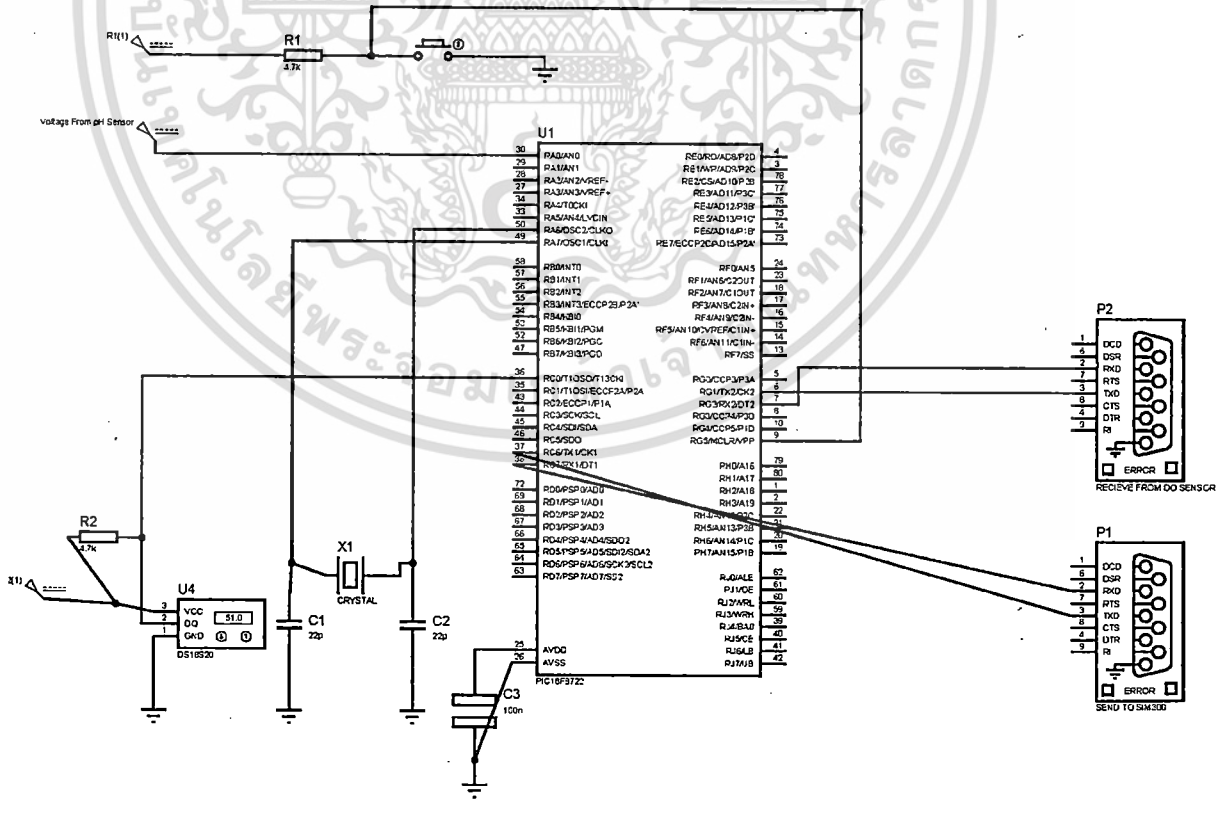
จากรูปที่ 3.2 ลำดับการทำงานเริ่มต้นจากการกำหนดค่ารีจีสเตอร์ (Initial Register) ต่อมาไมโครคอนโทรเลอร์จะทำการรับค่าจากเซ็นเซอร์ทีละตัวแล้วส่งค่าไปยังจีเอสเอ็มโมดูล จากนั้นเมื่อได้รับคำสั่งกลับมาจากเซิร์ฟเวอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ก็จะทำการตรวจสอบค่าที่รับมาโดยถ้าค่า M = 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมให้เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำเปิด (Moter On) แต่ถ้าไม่ใช่ จะควบคุมให้เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำปิด (Motor Off)

3.2.2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์

ในการออกแบบส่วนวงจรจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

- **ส่วนของวงจรควบคุมหลักรับค่าอินพุตของระบบ**

ตัวควบคุมหลักจะใช้บอร์ดสำเร็จรูปไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC 18F8722 เป็นหน่วยประมวลผลกลางในการรับค่าจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิไอซีเบอร์ DS18S20 เซ็นเซอร์ออกซิเจนที่มีการต่อผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 และเซ็นเซอร์ความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งมีวงจรสำเร็จรูป A/D มาพร้อมกับตัวเซ็นเซอร์ (ภาคผนวกค.) จากนั้นจะส่งเอาต์พุตไปยัง บอร์ดจีเอสเอ็มโมดูล ET-GSM SIM300CZ V1.0 ผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 เพื่อส่งค่าผ่านเครือข่ายไร้สายไปยังระบบ GSM โดยมีรูปวงจรแสดงได้ดังรูปที่ 3.3

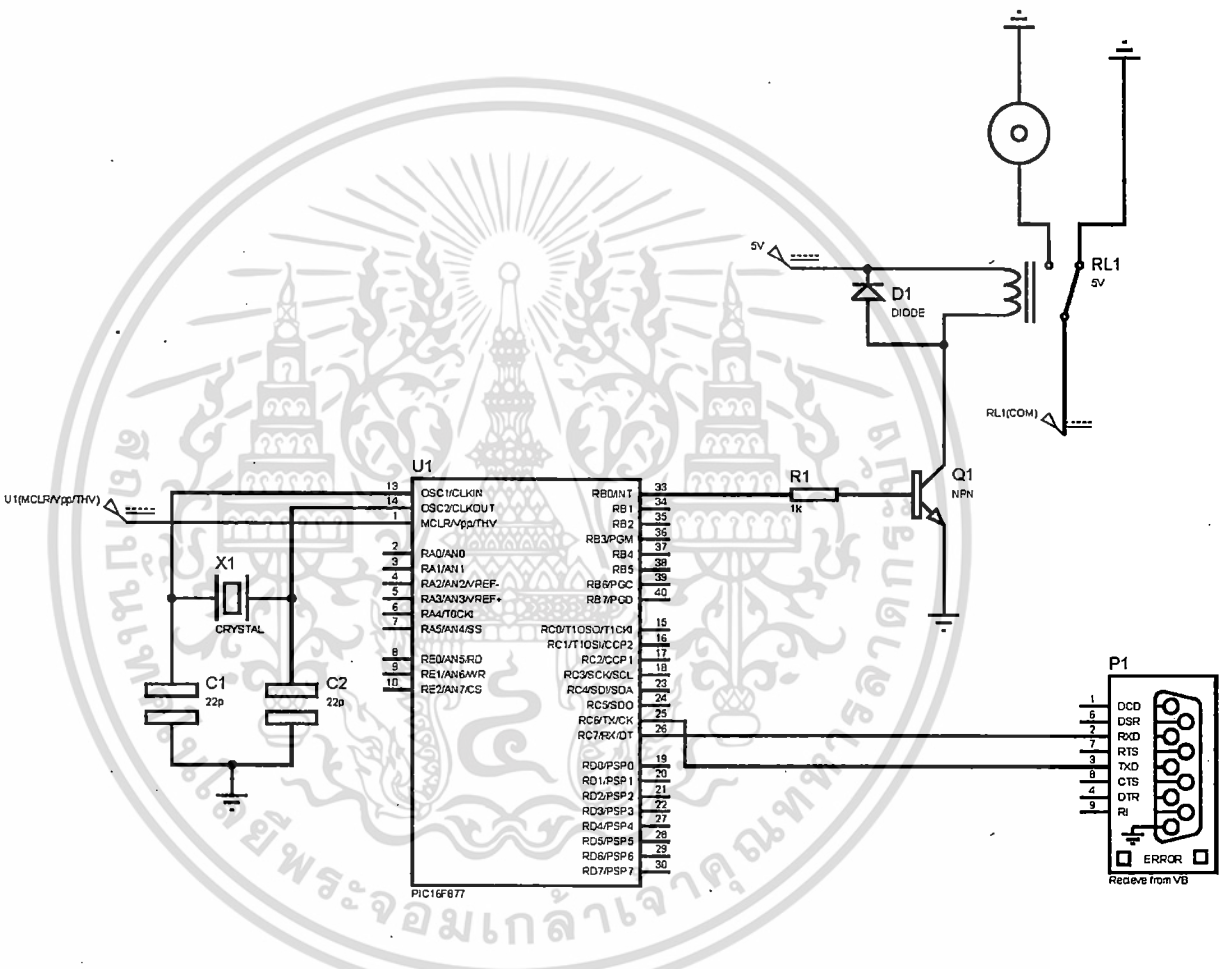


รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมหลักรับค่าอินพุตของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ส่วนของวงจรควบคุมเอาต์พุตของระบบ**

ในส่วนควบคุมเอาต์พุตของระบบจะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล PIC16F877 ในการประมวลผลเมื่อได้รับค่ากลับมาจากเซิร์ฟเวอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 ก็จะทำการประมวลผลเพื่อควบคุมการเปิด-ปิดมอเตอร์โดยมีการต่อร่วมกับวงจรรีเลย์ควบคุม ซึ่งได้ใช้รีเลย์ 5 ขา โดยให้ขา COM ซึ่งเป็นเอาต์พุตจากรีเลย์ต่อกับปลั๊กไฟ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ในการเปิด-ปิดมอเตอร์เพื่อควบคุมเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำซึ่งเป็นเอาต์พุตของระบบให้ทำงานดังรูปที่ 3.4

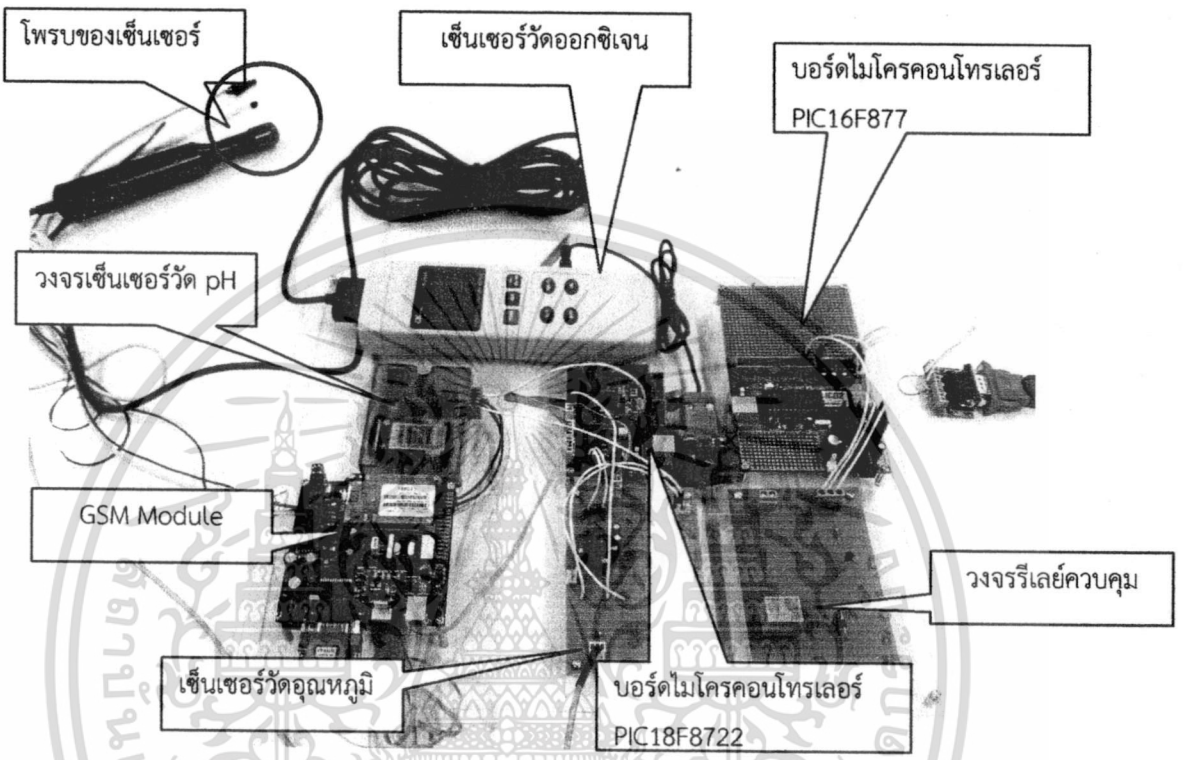


รูปที่ 3.4 วงจรควบคุมเอาต์พุตของระบบ

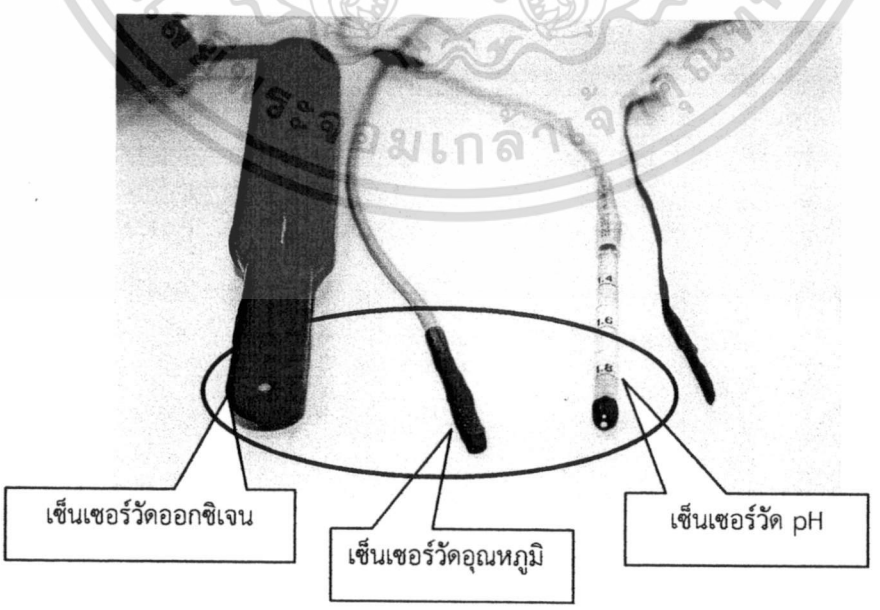
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ผลสำเร็จจากการออกแบบฮาร์ดแวร์

หลังจากที่ได้ออกแบบฮาร์ดแวร์แต่ละส่วนแล้ว ได้นำมาประกอบกัน โดยรูปที่ 3.5 แสดงฮาร์ดแวร์ในส่วนควบคุมของระบบ รูปที่ 3.6 แสดงโพรบวัดค่าของเซ็นเซอร์แต่ละตัว และรูปที่ 3.7 แสดงฮาร์ดแวร์ส่วนเอาต์พุตของระบบ

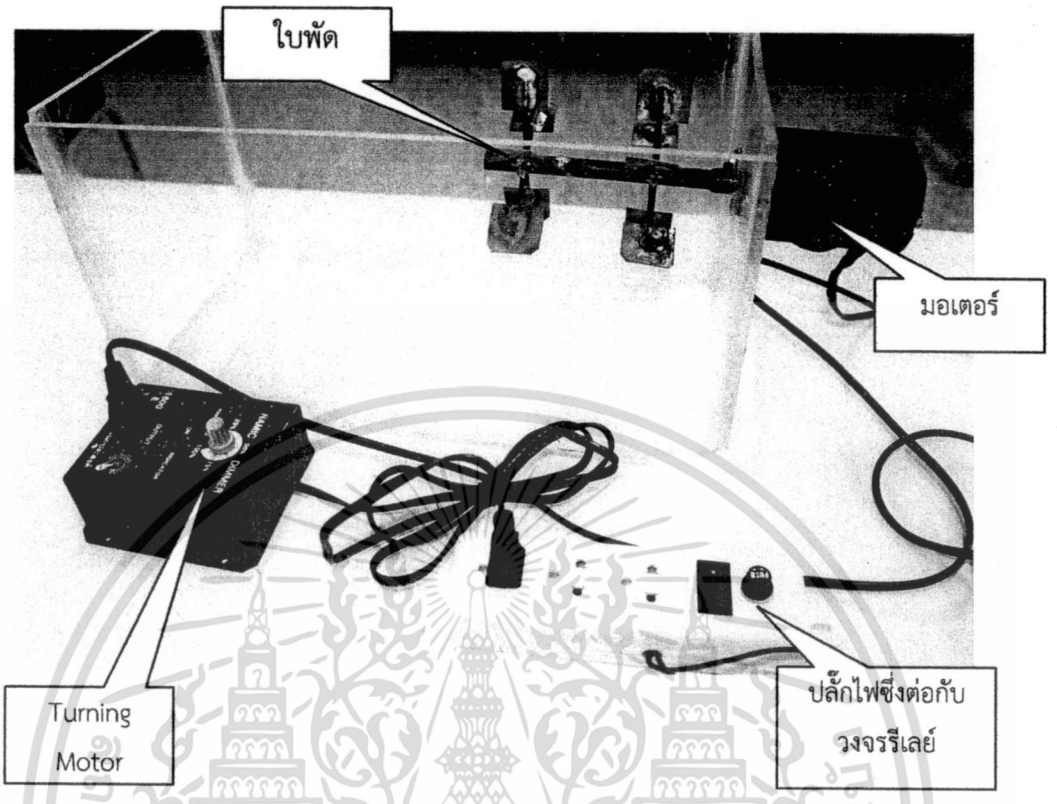


รูปที่ 3.5 ฮาร์ดแวร์ในส่วนควบคุมของระบบ



รูปที่ 3.6 โพรบวัดค่าของเซ็นเซอร์แต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ฮาร์ดแวร์แบบจำลองของส่วนเอาต์พุตของระบบ

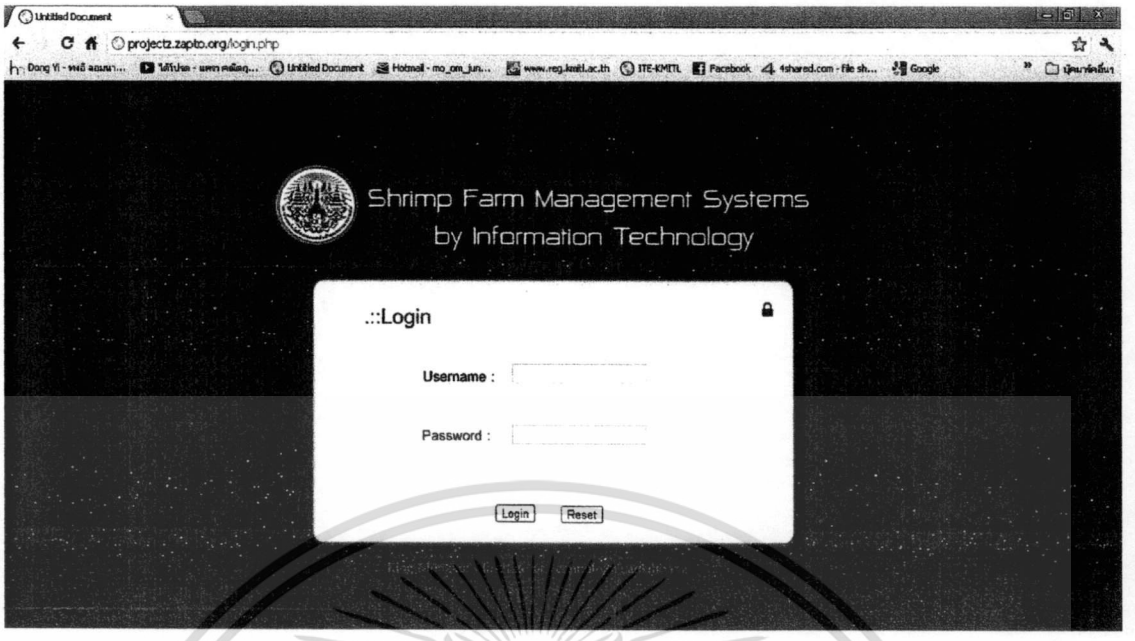
ในการออกแบบเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ ได้ทำการประยุกต์เป็นแบบจำลองโดยใช้มอเตอร์เชื่อมต่อกับส่วนกับแกนเหล็ก แล้วเชื่อมต่อกับใบพัดเปรียบเสมือนกังหัน โดยมอเตอร์จะมี Tuning สำหรับปรับค่าความเร็วของมอเตอร์ได้

3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์

3.3.1 ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (Website)

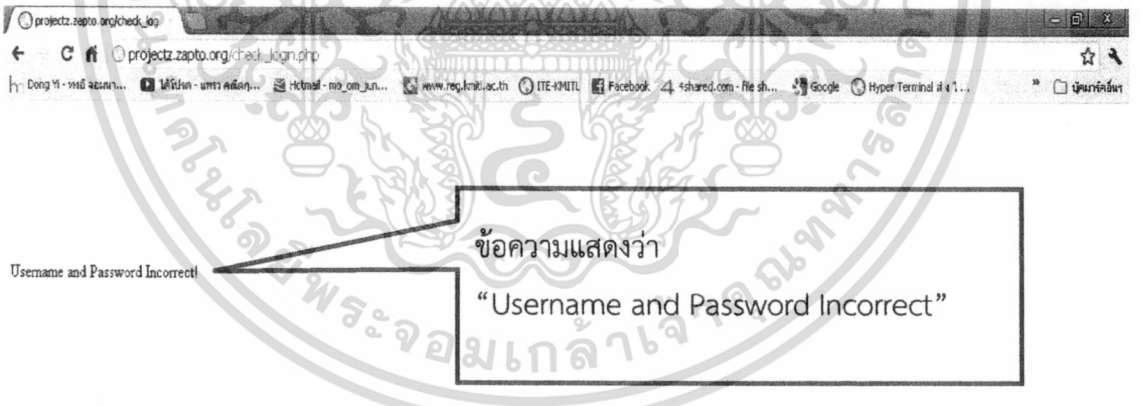
ในการออกแบบส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (GUI) บนเวบไซต์ (website) ได้มีการพัฒนาโดยใช้ภาษา HTML และภาษา PHP โดยใช้โปรแกรม Adobe Dreamweaver CS5 ในการสร้างและออกแบบ ส่วนที่ติดต่อผู้ใช้ประกอบไปด้วยหน้าล็อกอิน (Log In) เพื่อความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งาน แสดงดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 หน้าล็อกอินของระบบ

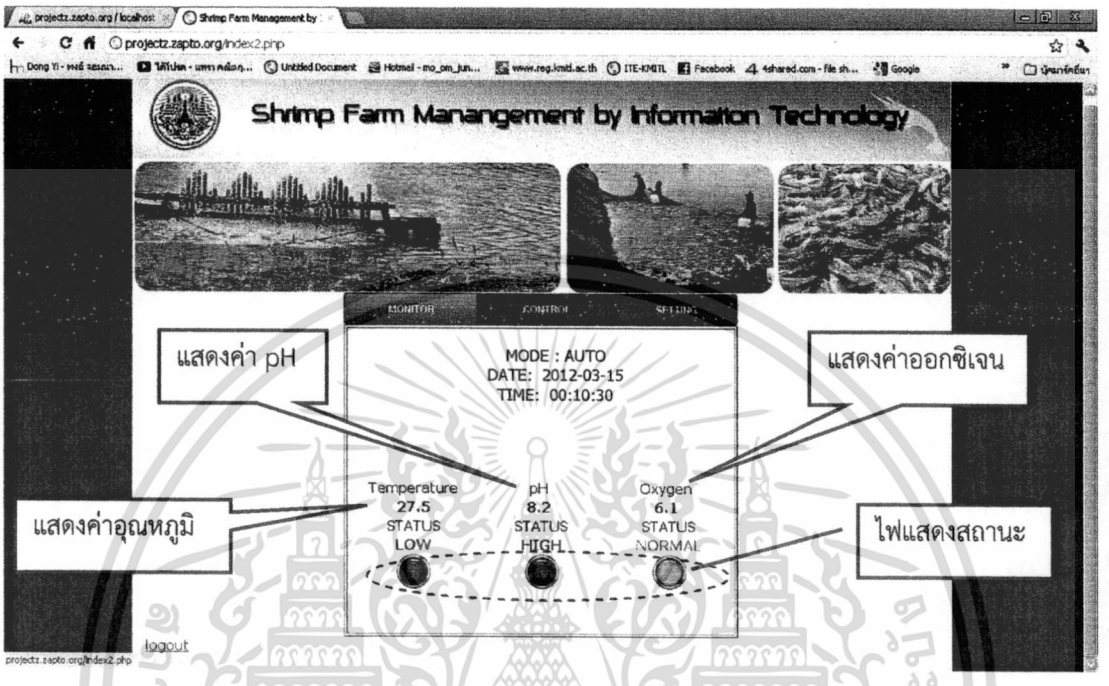
ถ้าหากผู้ใช้ใส่ User name และ/หรือ Password ไม่ถูกต้อง จะมีข้อความ “Username and Password Incorrect” แสดงขึ้นมา ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงหน้าเมื่อผู้ใช้ใส่ Username และ Password ไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนต่อไปจะเป็นส่วนที่แสดงค่าที่รับมาจากจีเอสเอ็มโมดูล โดยมีการแสดงค่าต่างๆ ได้แก่ วัน เดือน ปี และเวลา โหมดการทำงาน ค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ รวมทั้งค่าสถานะสำหรับเตือนผู้ใช้ เพื่อเป็นการบอกคุณภาพน้ำของฟาร์มกุ้งดังรูปที่ 3.10

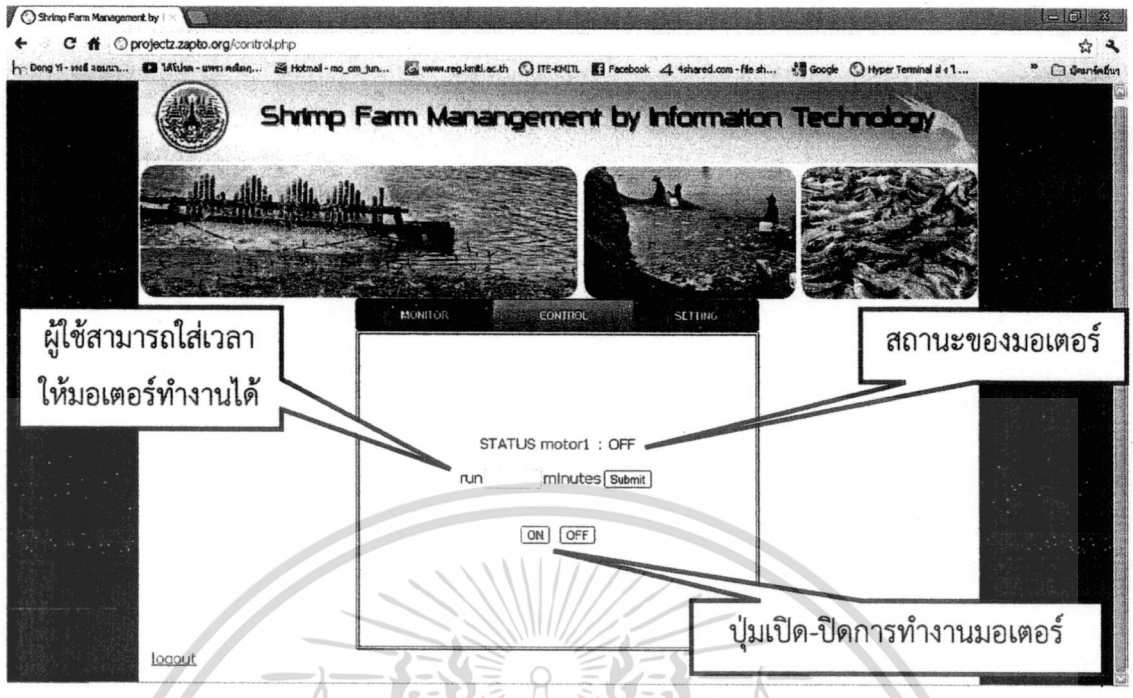


รูปที่ 3.10 หน้า MONITOR

รูปที่ 3.10 แสดงส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในหน้า MONITOR โดยมีการกำหนดโหมดการทำงานให้เป็นโหมดอัตโนมัติ (AUTO) ในส่วนของโหมดการทำงานนี้ ได้ออกแบบให้มีโหมดการทำงาน 2 โหมดคือโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ (เครื่องตีน้ำจะทำงานอัตโนมัติ ตามเงื่อนไขที่กำหนด) และโหมดการทำงานแบบ Manual (เครื่องตีน้ำจะทำงานโดยรับคำสั่งจากผู้ใช้) นอกจากนี้ในหน้า MONITOR ยังมีการแสดงสถานะสำหรับเตือนผู้ใช้ (STATUS) โดยมีทั้งหมด 3 สถานะของแต่ละค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์แต่ละชนิด ได้แก่สถานะต่ำกว่าเกณฑ์ (LOW) สถานะปกติ (NORMAL) และสถานะสูงกว่าเกณฑ์ (HIGH) รวมทั้งมีไฟแสดงสถานะ โดยถ้าสถานะอยู่ในค่าที่ต่ำหรือสูงกว่าเกณฑ์จะแสดงไฟสีแดง แต่ถ้าสถานะอยู่ในเกณฑ์ปกติจะแสดงไฟสีเขียว

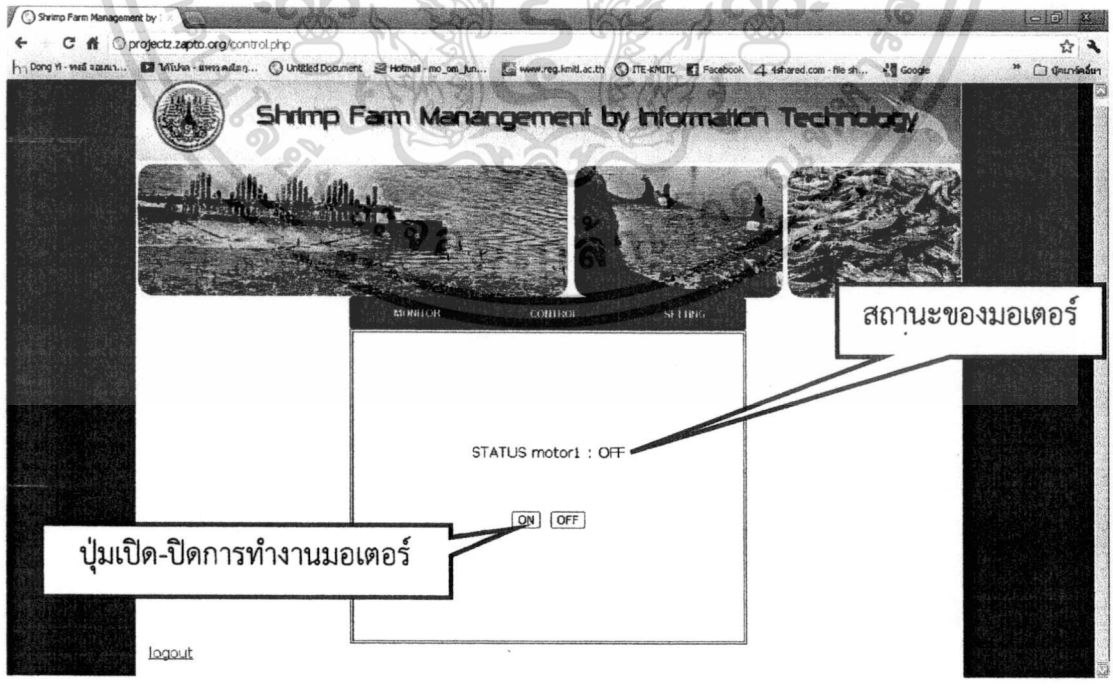
ในส่วนของหน้า CONTROL ได้ออกแบบไว้เพื่อรองรับทั้ง 2 โหมดการทำงาน โดยรูปที่ 3.11 แสดงหน้า CONTROL สำหรับโหมดการทำงานแบบ Manual โดยที่ผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำหรือเอาต์พุตของระบบได้ มีการแสดงค่าสถานะเปิด-ปิดของมอเตอร์ที่ควบคุมเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ ผู้ใช้สามารถตั้งค่าการเปิด-ปิดมอเตอร์ได้โดยกดปุ่ม ON - OFF นอกจากนั้นผู้ใช้สามารถกำหนดระยะเวลาการทำงานให้มอเตอร์หมุนได้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 หน้า CONTROL สำหรับโหมดการทำงานเป็นแบบ Manual

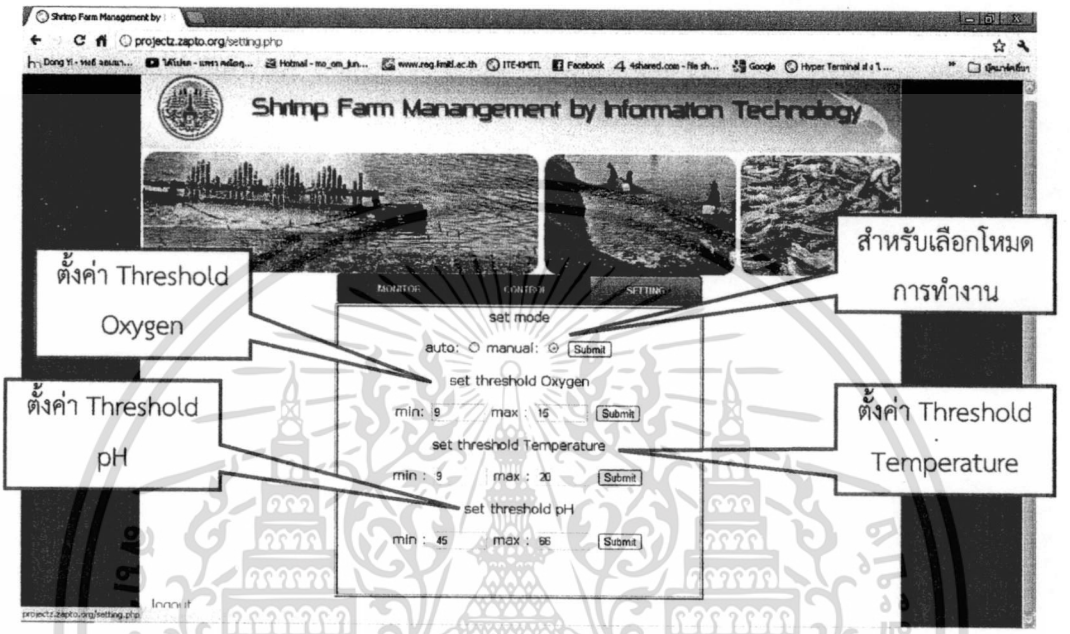
ในส่วนโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ (Auto) จะมีการแสดงค่าสถานะเปิด-ปิดของมอเตอร์ และผู้ใช้สามารถตั้งค่าการเปิด-ปิดมอเตอร์ได้เมื่อต้องการโดยกดปุ่ม ON – OFF ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 หน้า CONTROL เมื่อโหมดการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ (Auto)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

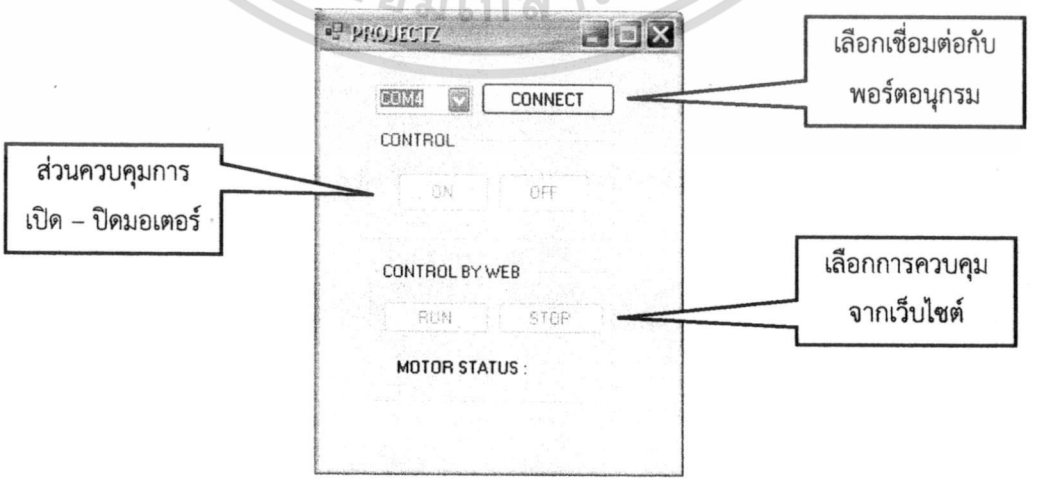
ในส่วนของหน้า SETTING ผู้ใช้สามารถเลือกตั้งค่าโหมดการทำงานของระบบโดยแบ่งออกเป็น 2 โหมดการทำงานได้แก่โหมดแบบอัตโนมัติ (Auto) และโหมดแบบ Manual นอกจากนั้นผู้ใช้สามารถกำหนดค่ามาตรฐาน (Threshold) ต่ำสุดและสูงสุดของเซ็นเซอร์แต่ละตัวได้ ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 หน้า SETTING

3.3.2 ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (GUI)

ในการออกแบบส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (GUI) ได้มีการพัฒนาโดยใช้ภาษา Visual Basic สำหรับแสดงส่วนผู้ใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งนี้เพื่อรับค่ากลับมาจากเซิร์ฟเวอร์ผ่านระบบเครือข่าย



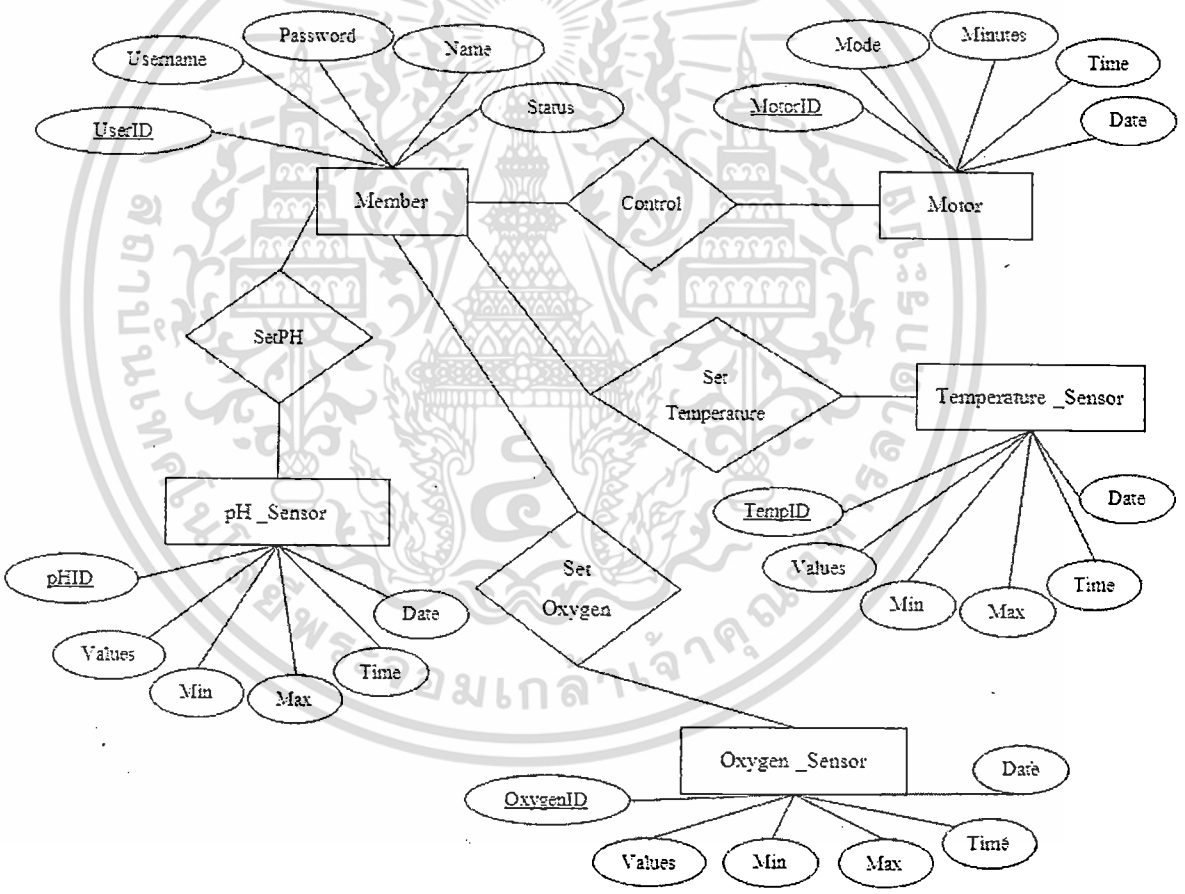
รูปที่ 3.14 หน้า GUI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.14 ผู้ใช้สามารถเลือก CONNECT พอร์ตอนุกรมที่ต่อกับส่วนฮาร์ดแวร์ในส่วนควบคุมเอาต์พุตของระบบ จากนั้นส่วนต่อไปจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยมีปุ่ม ON - OFF สำหรับเปิด – ปิดมอเตอร์ ส่วนสุดท้ายเป็นส่วนที่ผู้ใช้สามารถเลือกการควบคุมมอเตอร์ให้ทำงานโดยตรงจากเว็บไซต์ได้ ในส่วน MOTOR STATUS เป็นการแสดงสถานะการเปิด – ปิดของมอเตอร์

3.3.3 ส่วนที่ติดต่อกับฐานข้อมูล

ส่วนที่ติดต่อกับฐานข้อมูล ได้เลือกใช้โปรแกรม MySQL. โดยใช้ phpMyAdmin ในการจัดการฐานข้อมูลของระบบ ในการออกแบบฐานข้อมูล ได้ออกแบบตามหลัก E-R Model โดยแสดงดังรูปดังนี้



รูปที่ 3.15 แสดง E-R Model ฐานข้อมูลของระบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยเทคโนโลยีสารสนเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตาราง Member ใช้เก็บข้อมูลของผู้ใช้โดยจะเก็บ UserId, UserName, Password, Name และ Status ของผู้ใช้
- ตาราง Motor ใช้เก็บข้อมูลของมอเตอร์โดยจะเก็บ MotorId, Mode (โหมดการทำงานของมอเตอร์), Minutes(ระยะเวลาทำงานที่ผู้ใช้กำหนด), Time และ Date
- ตาราง Temperature_Sensor ใช้เก็บข้อมูลของเซ็นเซอร์อุณหภูมิโดยจะเก็บ TempID (ไอดีของเซ็นเซอร์อุณหภูมิ), Values (ค่าอุณหภูมิ), Min (ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิ), Max (ค่าสูงสุดของอุณหภูมิ), Time และ Date
- ตาราง Oxygen_Sensor ใช้เก็บข้อมูลของเซ็นเซอร์ออกซิเจนโดยจะเก็บ OxygenID (ไอดีของเซ็นเซอร์ออกซิเจน), Values (ค่าออกซิเจน), Min (ค่าต่ำสุดของออกซิเจน), Max (ค่าสูงสุดของออกซิเจน), Time และ Date
- ตาราง pH_Sensor ใช้เก็บข้อมูลของเซ็นเซอร์ความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยจะเก็บ pHID (ไอดีของเซ็นเซอร์pH), Values (ค่าpH), Min (ค่าต่ำสุดของpH), Max (ค่าสูงสุดของpH), Time และ Date

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย และอภิปราย

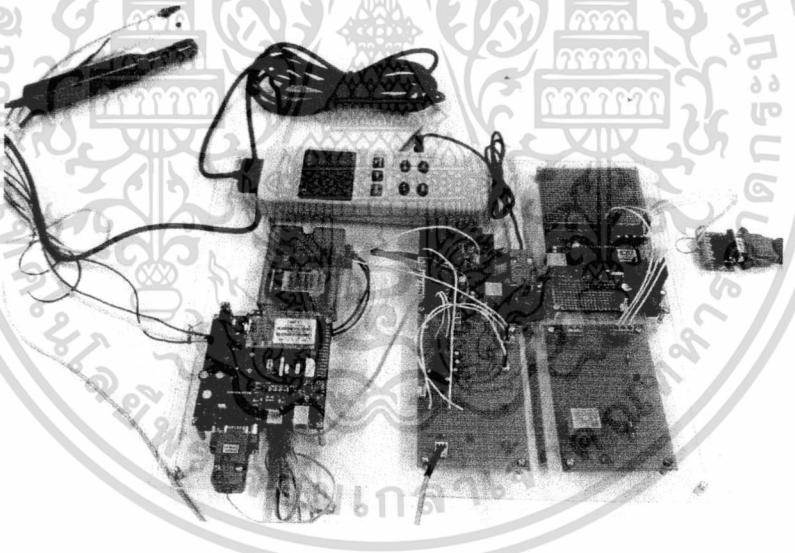
ในบทนี้ได้นำเสนอวิธีการทดลองหลังจากที่ได้ออกแบบทั้งส่วนฮาร์ดแวร์ และซอร์ฟแวร์เสร็จแล้ว จากนั้นนำเสนอผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 การทดลองแสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) และค่าออกซิเจนบนเว็บไซต์

จุดประสงค์

- เพื่อเป็นการทดสอบการส่งค่าผ่าน GSM MODULE
- เพื่อทดสอบการทำงานของเว็บไซต์

อุปกรณ์

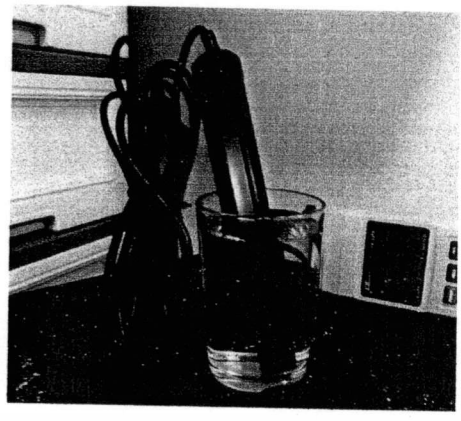


รูปที่ 4.1 แสดงอุปกรณ์ในการทดลอง

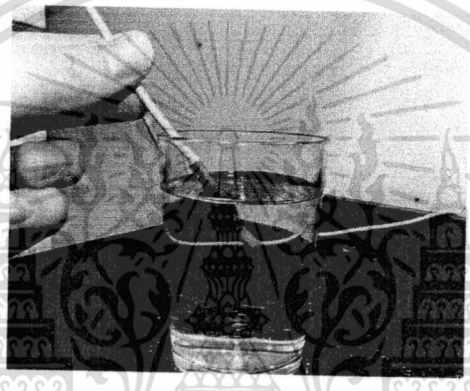
วิธีการทดลอง

1. เปิดการทำงาน GSM module ไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซ็นเซอร์ทั้ง 3 ชนิด
2. นำเซ็นเซอร์ทั้ง 3 ชนิด จุ่มลงในน้ำเพื่อให้เซ็นเซอร์วัดค่า (ดังรูปที่ 4.2) และส่งค่าผ่านทาง GSM module
3. เปิดหน้าเว็บไซต์เพื่อเช็คค่าที่ส่งมาแสดงผล

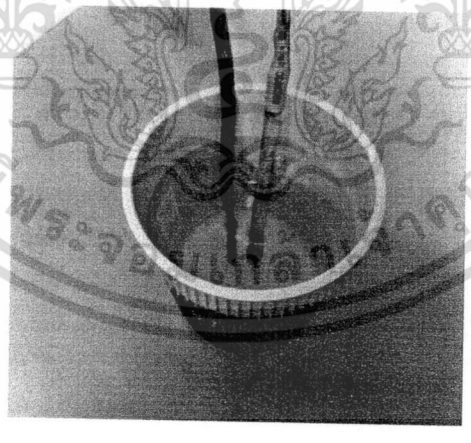
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แสดงการวัดคุณภาพน้ำโดยใช้เซ็นเซอร์ออกซิเจน



(ข) แสดงการวัดคุณภาพน้ำโดยใช้เซ็นเซอร์อุณหภูมิ



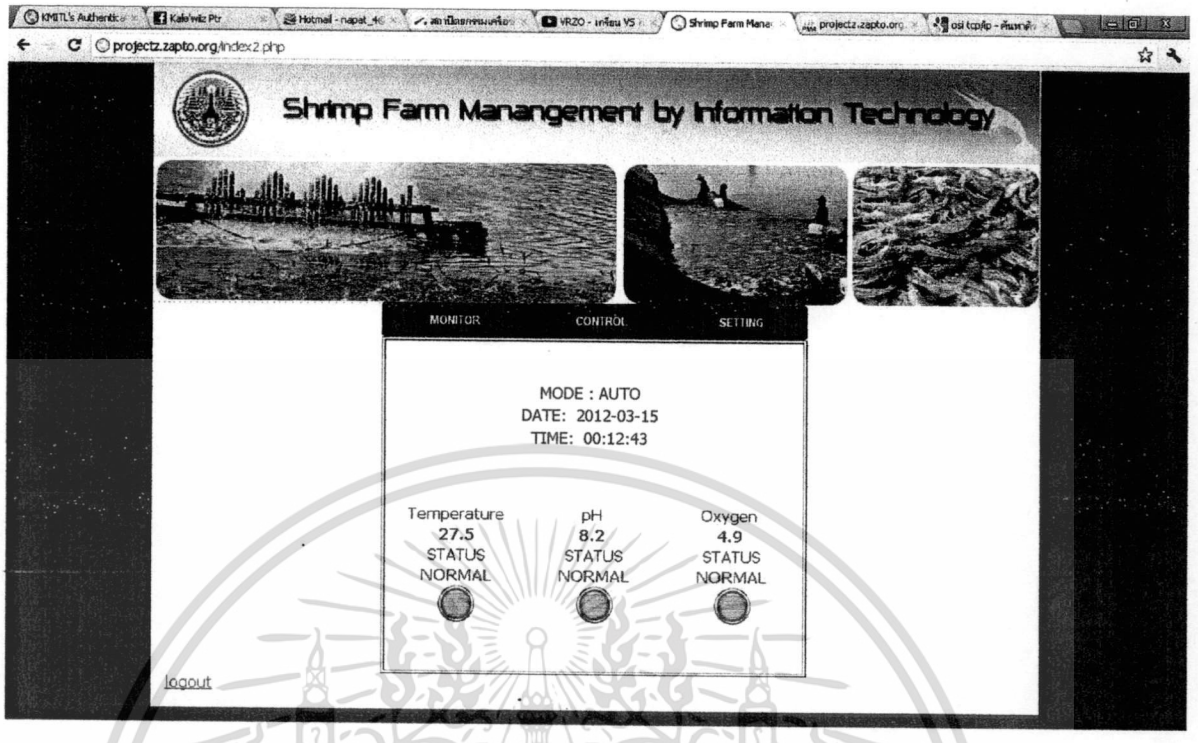
(ค) แสดงการวัดคุณภาพน้ำโดยใช้เซ็นเซอร์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

รูปที่ 4.2 แสดงการทดลองวัดค่าคุณภาพน้ำโดยใช้เซ็นเซอร์

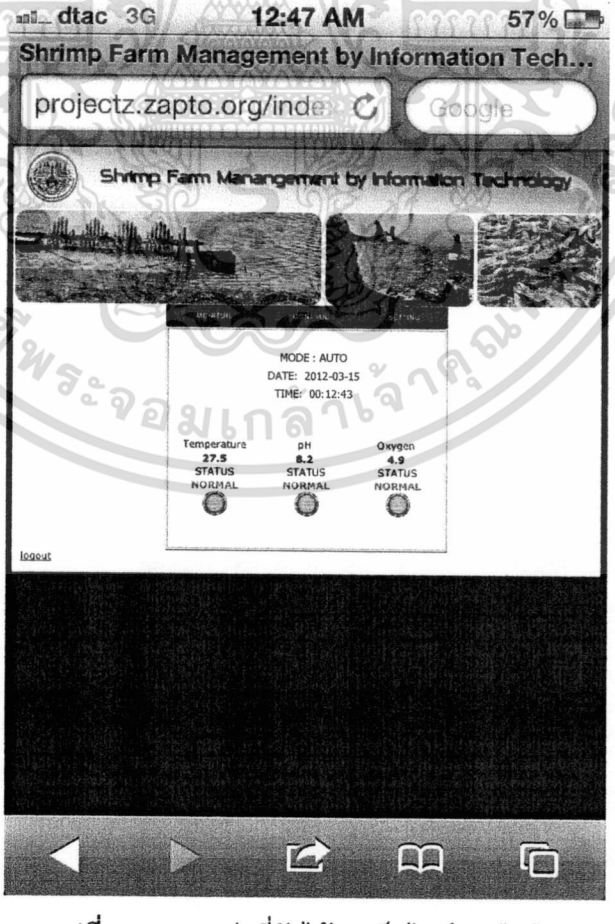
ผลการทดลอง

จากการทดลองส่งค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ทั้ง 3 ชนิด ผ่าน GSM module แสดงผลผ่านเวบไซต์บนหน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังรูปที่ 4.3 และแสดงผลบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ แสดงได้ดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงค่าที่วัดได้บนเว็บไซต์บนคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.4 แสดงค่าที่วัดได้บนเว็บไซต์บนมือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองพบว่า ในการส่งค่าถึงเซิฟเวอร์ผ่าน GSM module มีความล่าช้าเล็กน้อย เพราะมีคำสั่งในการส่งจำนวนมาก

4.2 การทดลองกำหนดค่ามาตรฐาน (Threshold)

จุดประสงค์

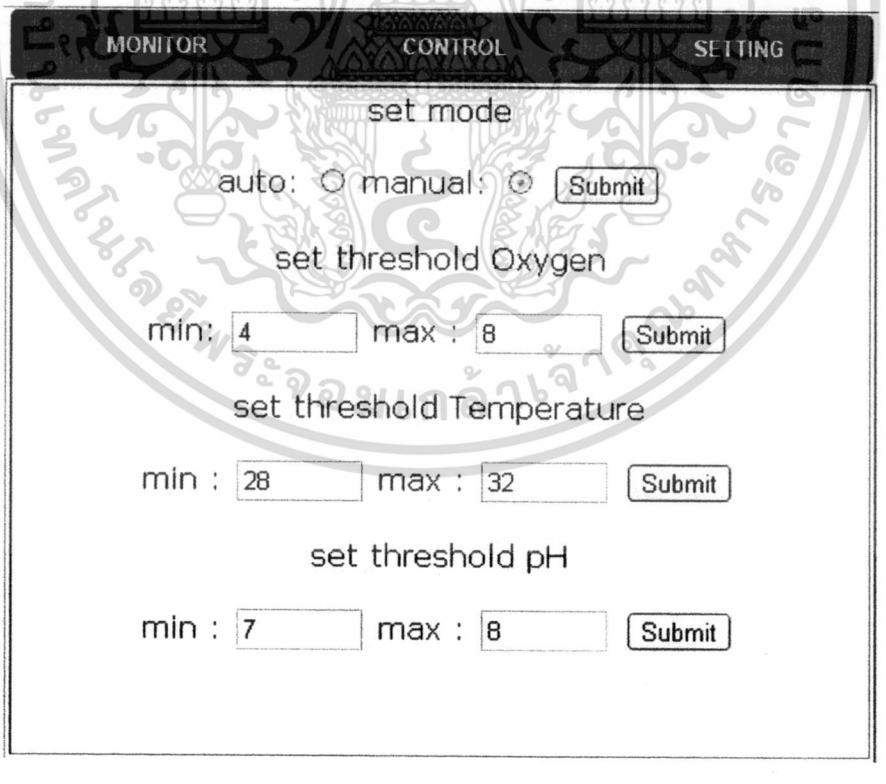
- เพื่อทดลองการตรวจสอบสถานะของค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) และออกซิเจน

อุปกรณ์

ทำการติดตั้งอุปกรณ์เหมือนในการทดลองที่ 4.1

วิธีการทดลอง

1. ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 4.1
2. ทำการกำหนดค่ามาตรฐานของค่าต่างๆ ที่หน้า SETTING ของเว็บไซต์ ดังรูปที่ 4.5
3. เปิดการทำงานของอุปกรณ์
4. ตรวจสอบสถานะของค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ทั้ง 3 ชนิด ที่หน้า MONITOR ของ GUI

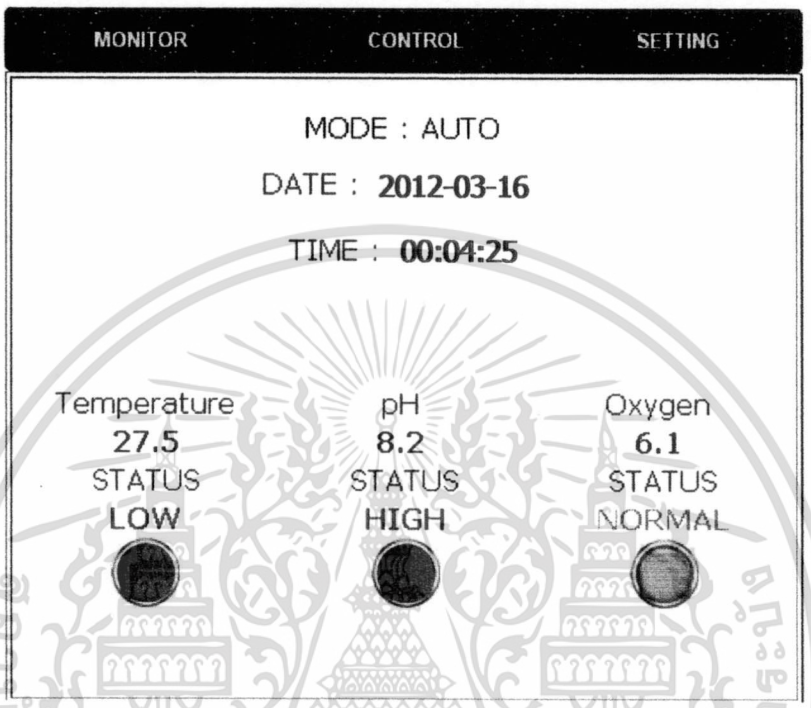


รูปที่ 4.5 แสดงการตั้งค่ามาตรฐานของค่าออกซิเจน ค่าความเป็นกรด – ด่าง และ ค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองกำหนดค่ามาตรฐานของเซ็นเซอร์แต่ละชนิด แล้วให้ระบบส่งค่าเข้าไปแสดงผลจะได้สถานะของค่าแต่ละค่าตามที่กำหนดค่ามาตรฐาน ดังนี้



รูปที่ 4.6 แสดงสถานะของค่าทั้ง 3 เมื่อกำหนดค่ามาตรฐาน

- ค่าอุณหภูมิ อยู่ในสถานะ LOW เพราะว่ามีการกำหนดค่ามาตรฐานไว้ที่ 28 - 32 องศาเซลเซียส แต่ค่าที่ส่งมาคือ 27.5 องศา ซึ่งน้อยกว่าค่า min ที่กำหนด สถานะจึงแสดงเป็นสถานะ LOW
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในสถานะ HIGH เพราะว่ามีการกำหนดค่ามาตรฐานไว้ที่ 7 - 8 แต่ค่าที่ส่งมาคือ 8.2 ซึ่งมากกว่าค่า max ที่กำหนด สถานะจึงแสดงเป็นสถานะ HIGH
- ค่าออกซิเจน อยู่ในสถานะ NORMAL เพราะว่ามีการกำหนดค่ามาตรฐานไว้ที่ 4 - 8 ซึ่งค่าที่ส่งมาคือ 6.1 ซึ่งอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานที่กำหนด สถานะจึงแสดงเป็นสถานะ NORMAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองการทำงานของระบบควบคุมการเปิด-ปิดมอเตอร์ แต่ละโหมด

จุดประสงค์

- เพื่อทดสอบระบบควบคุมการเปิด-ปิดมอเตอร์ ของโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ และโหมดการทำงานแบบ Manual

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแสดงได้ดังรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 แสดงอุปกรณ์ในการทดลอง

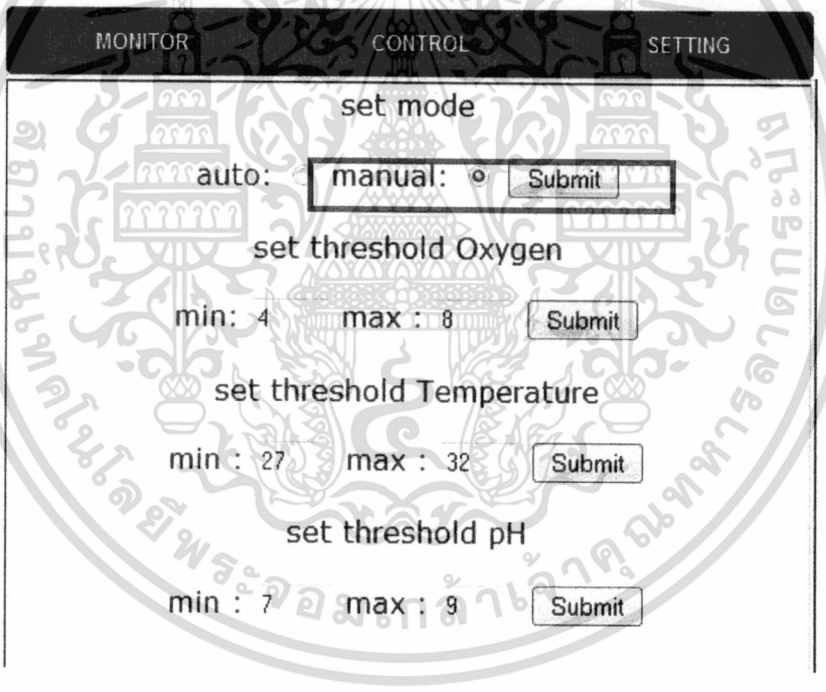
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ทำการติดตั้งอุปกรณ์ดังรูปที่ 4.7
2. ทำการวัดค่าคุณภาพน้ำดังรูปที่ 4.2
3. เปิดหน้าเว็บไซต์ จากนั้นเลือกไปที่หน้า SETTING เลือกโหมดการทำงาน
4. จากนั้นไปที่หน้า CONTROL
5. ทดลองใช้ฟังก์ชัน ในแต่ละโหมดการทำงาน

ผลการทดลอง

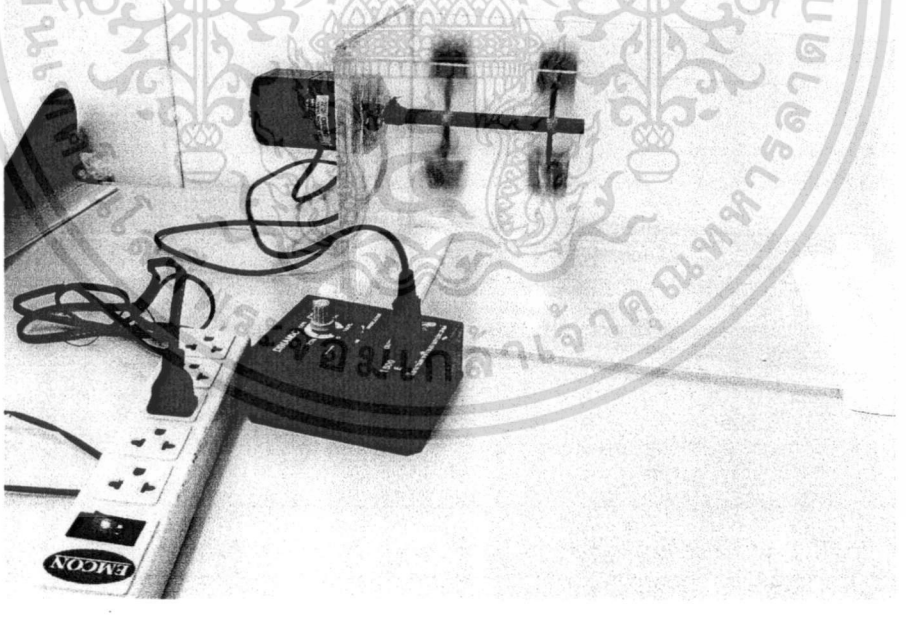
เมื่อเลือกโหมดการทำงานแบบ Manual และกำหนดค่าต่ำสุด-สูงสุดของเซ็นเซอร์แต่ละชนิดดังรูปที่ 4.8 จากนั้นทดลองกำหนดเวลาที่จะให้มอร์เตอร์ทำงานเท่ากับ 5 นาที ดังรูปที่ 4.9 และเมื่อกดปุ่ม ON ในหน้า CONTROL มอร์เตอร์จะหมุนทำงาน แสดงได้ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.8 แสดงการเลือกโหมดการทำงานเป็น Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

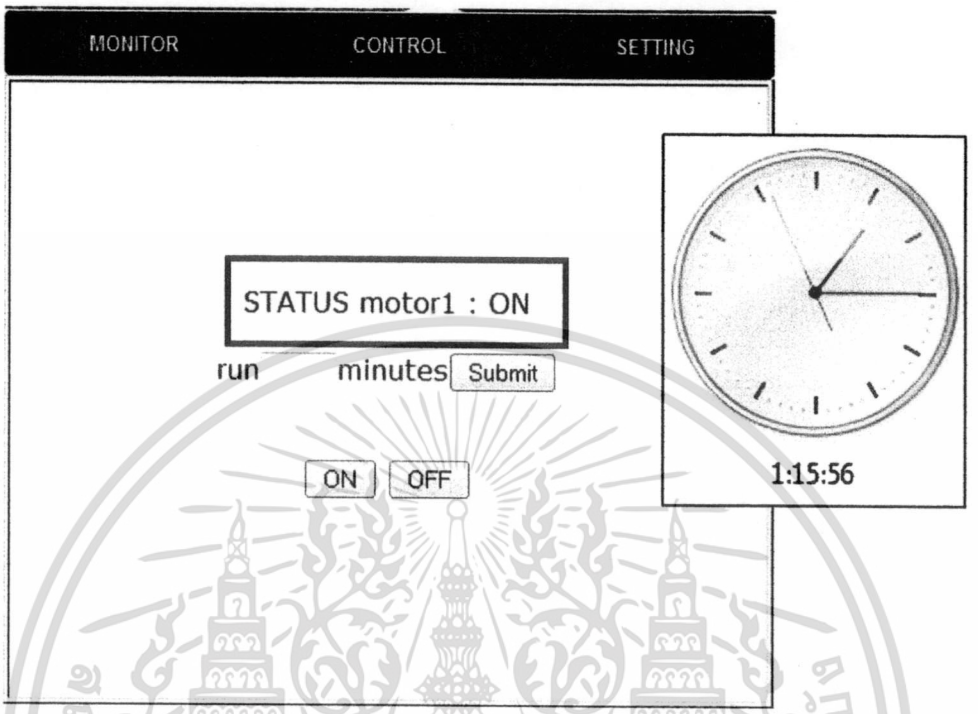
รูปที่ 4.9 แสดงหน้าควบคุมการเปิดมอเตอร์ ที่ทำการตั้งค่าให้มอเตอร์ทำงาน 5 นาที



รูปที่ 4.10 แสดงเอาต์พุตของระบบกำลังทำงานเมื่อมีคำสั่งจากผู้ใช้
(มอเตอร์ทำงาน เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม ON ในหน้า CONTROL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

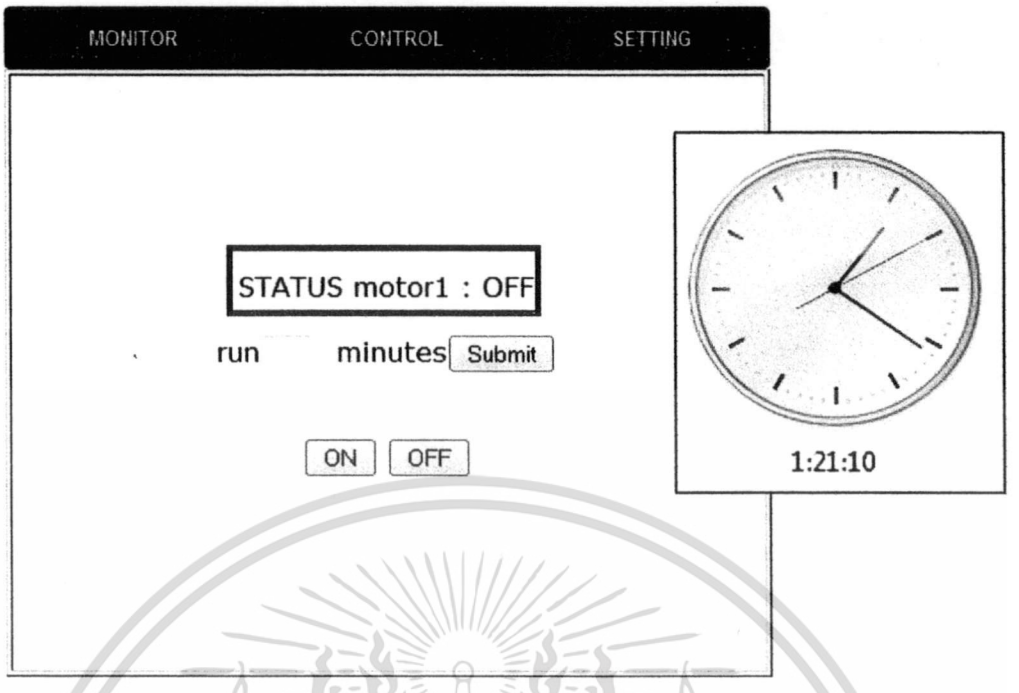
ในขณะที่มอเตอร์ทำงาน สถานะของมอเตอร์ในหน้า CONTROL จะมีสถานะ ON ดังรูปที่ 4.11



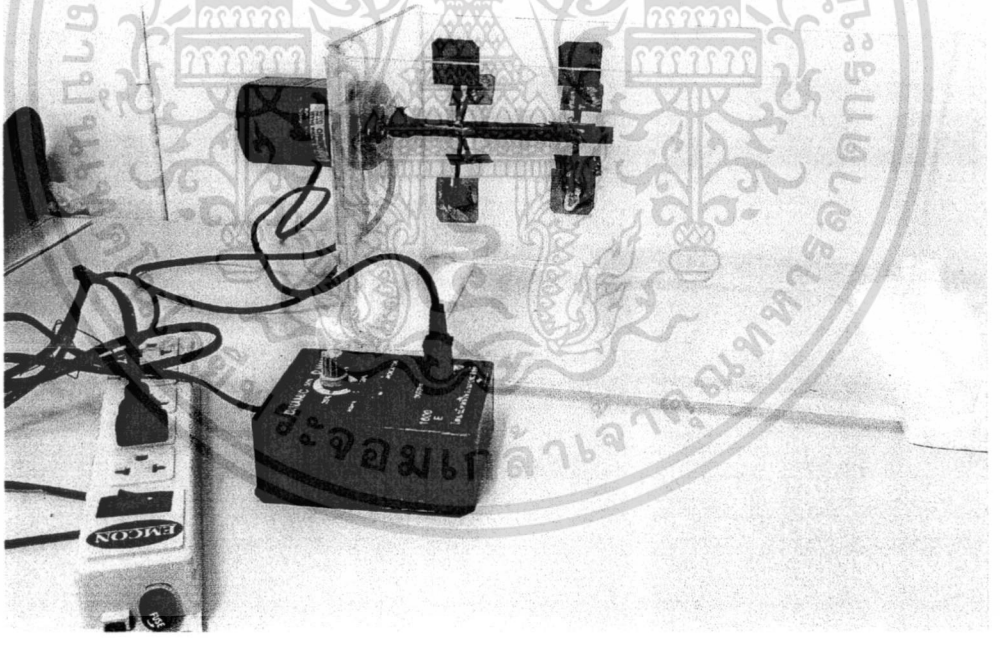
รูปที่ 4.11 แสดงสถานะมอเตอร์กำลังทำงานอยู่

หากมอเตอร์ได้ทำงานครบตามเวลา (ในที่นี้คือ 5 นาที) แล้ว สถานะของมอเตอร์จะมีสถานะ OFF แสดงดังรูปที่ 4.12 และมอเตอร์จะหยุดทำงาน แสดงดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงสถานะมอเตอร์ไม่ทำงาน เมื่อเวลาครบ 5 นาที



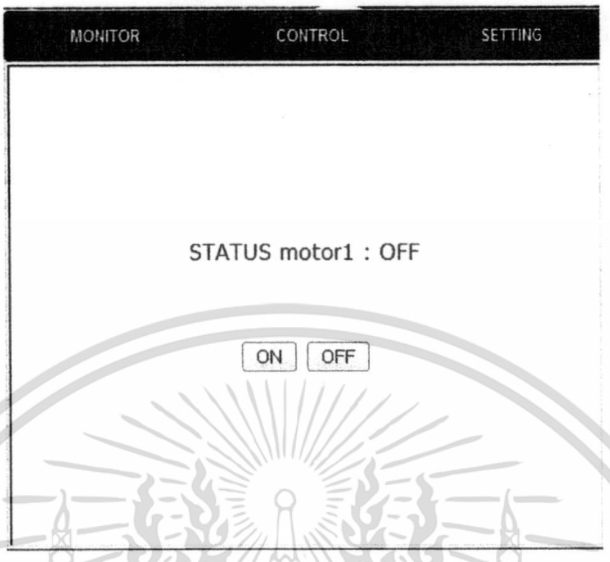
รูปที่ 4.13 แสดงเอาต์พุตของระบบหยุดทำงาน
(มอเตอร์หยุดทำงาน เมื่อทำงานครบตามเวลาที่กำหนด)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเวลาจะยังไม่ครบตามกำหนด แต่เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม OFF ในหน้า CONTROL มอเตอร์จะหยุดทำงาน และสถานะของมอเตอร์จะมีสถานะ OFF เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

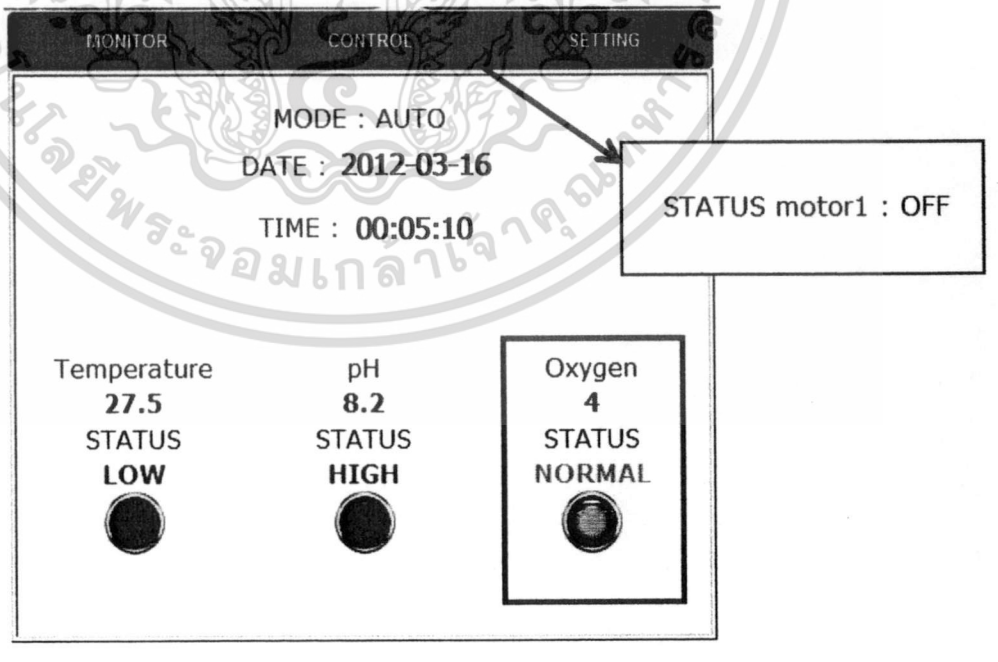
จากการทดลองในโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ (Auto) เป็นดังนี้

เมื่อเริ่มการทดลอง ในหน้า CONTROL จะแสดงสถานะของมอเตอร์เป็น OFF ดังรูปที่ 4.14



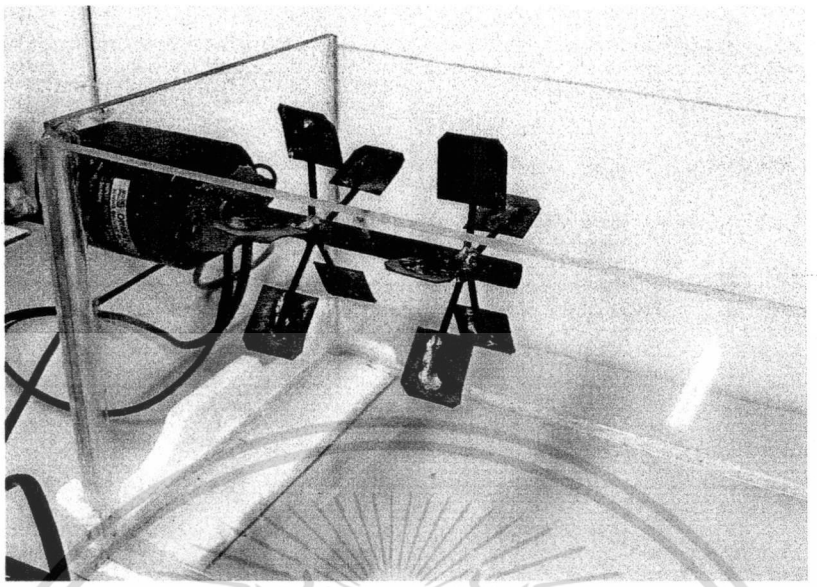
รูปที่ 4.14 แสดงหน้าเว็บไซต์ควบคุมในโหมดการทำงานอัตโนมัติ

ในหน้า CONTROL สถานะของมอเตอร์จะยังคงมีสถานะ OFF ถ้าสถานะของค่าออกซิเจนเป็น NORMAL ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.15 และมอเตอร์จะยังไม่ทำงาน ดังรูปที่ 4.16



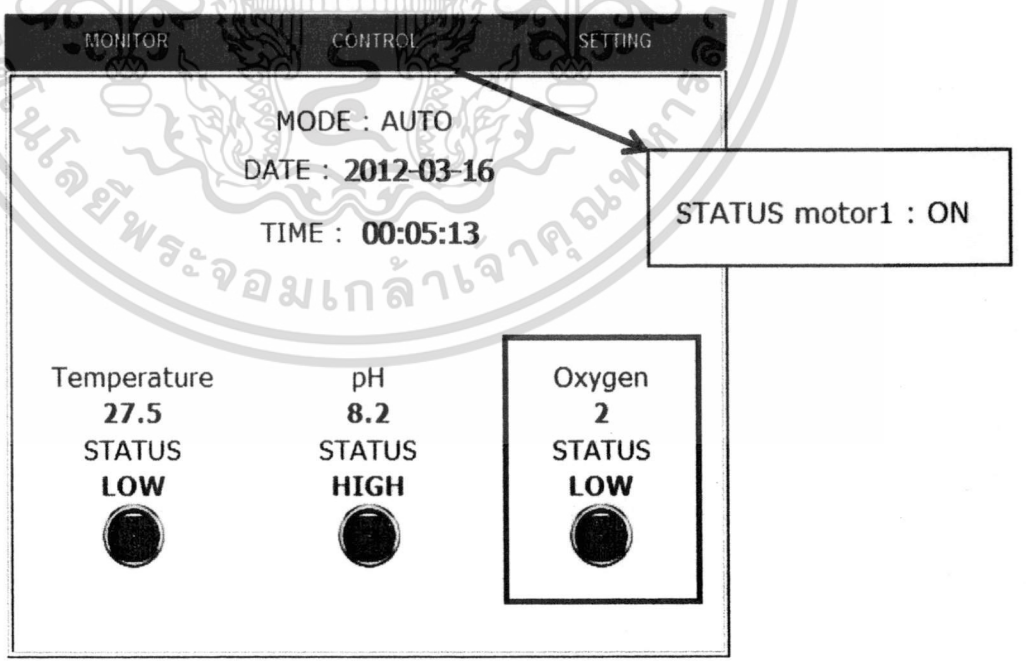
รูปที่ 4.15 สถานะมอเตอร์ในหน้า CONTROL จะมีสถานะ OFF (ไม่ทำงาน) เมื่อออกซิเจนอยู่ในสถานะ “NORMAL”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



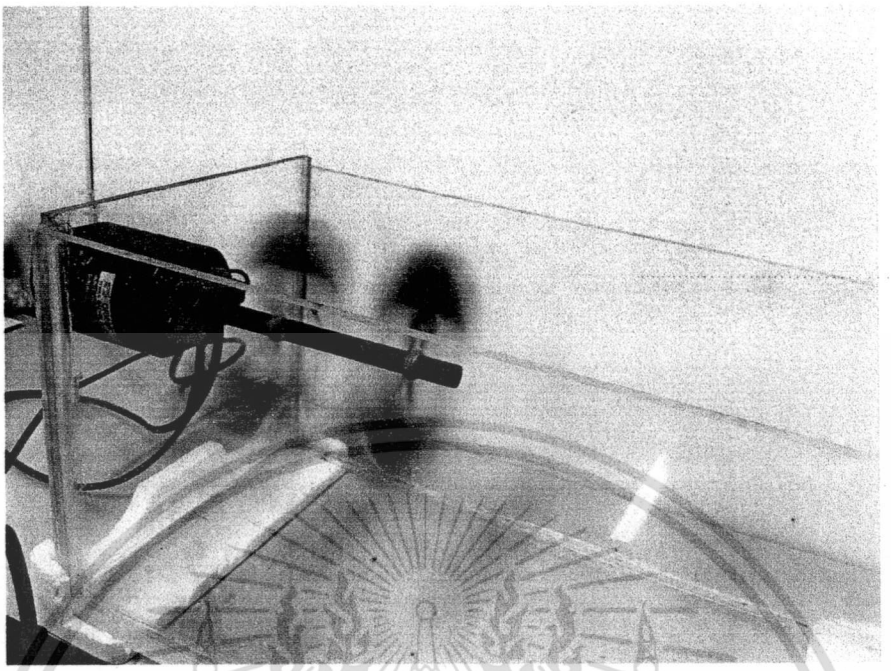
รูปที่ 4.16 แสดงเอาต์พุตของระบบหยุดทำงาน

เมื่อสถานะของค่าออกซิเจนมีค่าเป็น LOW ซึ่งหมายถึงต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด (ดังรูปที่ 4.17) สถานะของมอเตอร์ในหน้า CONTROL จะเปลี่ยนเป็นสถานะ ON และมอเตอร์จะทำงาน ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.17 แสดงสถานะมอเตอร์ทำงาน เมื่อออกซิเจนอยู่ในสถานะ “LOW”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

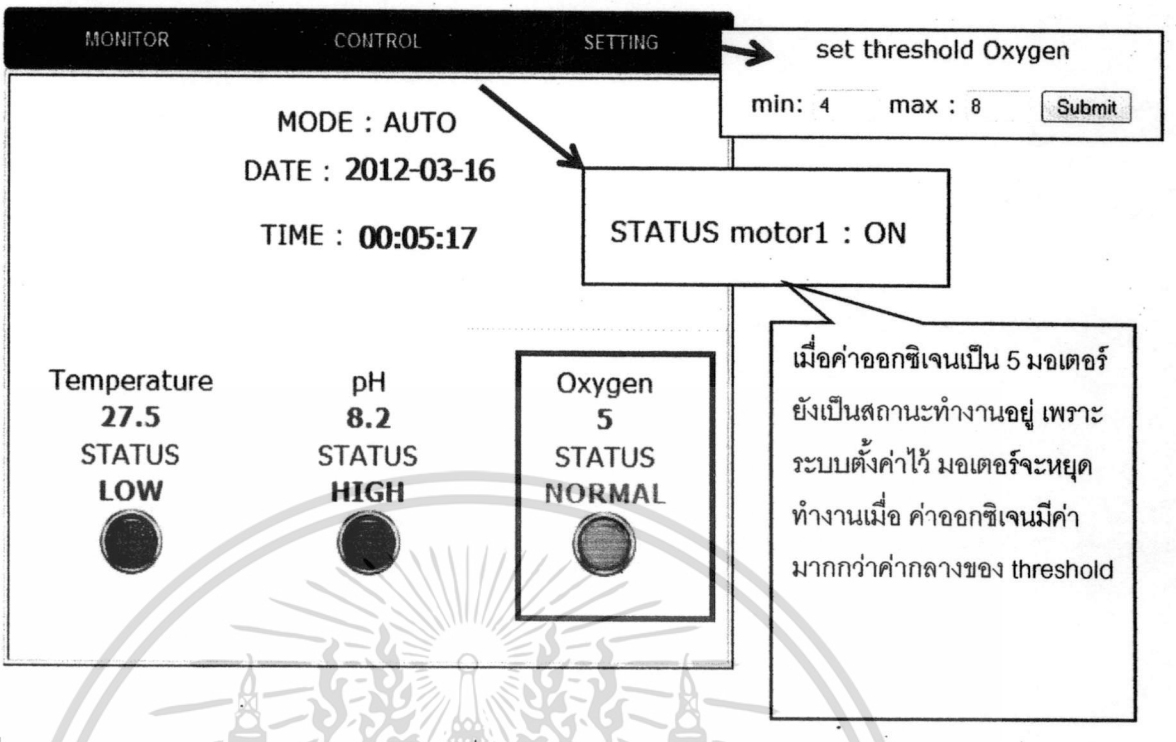


รูปที่ 4.18 แสดงเอาต์พุตของระบบกำลังทำงาน

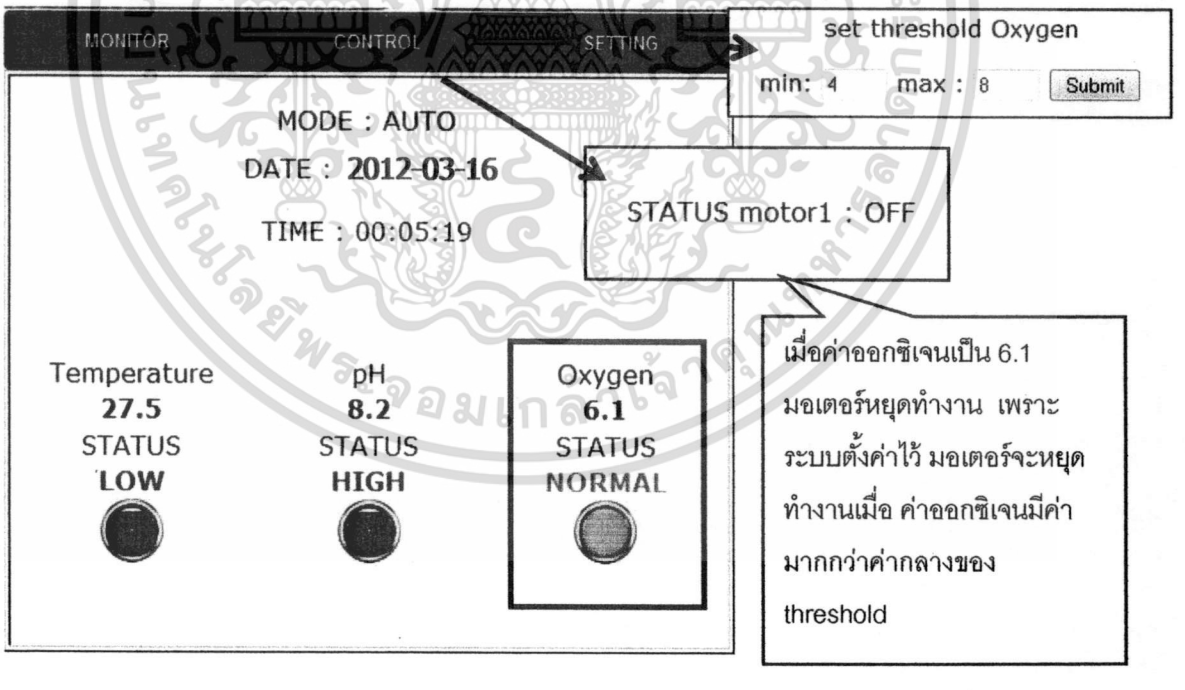
การกำหนดค่ามาตรฐาน (threshold) ของออกซิเจน เพื่อกำหนดให้มอเตอร์ทำงานหรือไม่ทำงาน มีหลักการคือจะทำการกำหนดค่ามาตรฐานไว้ที่ค่ากลางระหว่างค่าต่ำสุด (min) และค่าสูงสุด (max) ถ้าหากค่าออกซิเจนต่ำกว่าค่ามาตรฐาน มอร์เตอร์จะยังคงทำงาน แม้ว่าสถานะของออกซิเจนจะเปลี่ยนเป็นสถานะ NORMAL แล้ว เมื่อค่าออกซิเจนสูงกว่าค่ามาตรฐาน มอเตอร์จึงจะหยุดทำงาน

รูปที่ 4.19 แสดงตัวอย่างสถานะของค่าออกซิเจนมีสถานะเป็น NORMAL เนื่องจากอยู่ในช่วงต่ำสุด-สูงสุดที่กำหนด แต่มอเตอร์จะยังคงทำงานเนื่องจากค่าออกซิเจนมีค่าเท่ากับ 5 ซึ่งน้อยกว่าค่ากลางของค่าต่ำสุด-สูงสุด (ซึ่งในที่นี้คือค่า 6) สำหรับรูปที่ 4.20 แสดงตัวอย่างสถานะของค่าออกซิเจนมีสถานะเป็น NORMAL เนื่องจากอยู่ในช่วงต่ำสุด-สูงสุดที่กำหนด แต่มอเตอร์จะไม่ทำงานเนื่องจากค่าออกซิเจนมีค่าเท่ากับ 6.1 ซึ่งมากกว่าค่ากลางของค่าต่ำสุด-สูงสุด (ซึ่งในที่นี้คือค่า 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 แสดงสถานะมอเตอร์ทำงานต่อไป เมื่อค่าออกซิเจนน้อยกว่าค่ากลางของค่ามาตรฐานที่กำหนด (threshold)



รูปที่ 4.20 แสดงสถานะมอเตอร์หยุดทำงานต่อ เมื่อค่าออกซิเจนมากกว่าค่ากลางของ threshold

บทสรุป จากการทดลอง พบว่าระบบต้นแบบที่ได้สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุปผล

5.1 บทสรุปผลการดำเนินงาน

ในการดำเนินงาน เริ่มต้นตั้งแต่ศึกษาเกี่ยวกับ GSM MODULE SIM300CZ ซึ่งสามารถนำมาใช้ส่งข้อมูลในรูปแบบ GPRS ได้ ซึ่งทางผู้วิจัยได้เล็งถึงปัญหาของฟาร์มกุ้งในปัจจุบันที่ต้องใช้คนงานจำนวนมากในการดูแลฟาร์มกุ้งอย่างใกล้ชิด เช่นการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่บ่อกุ้ง ซึ่งได้แก่ การวัดค่าออกซิเจ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอุณหภูมิของน้ำ การควบคุมการเปิด – ปิดเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ จากปัญหาดังกล่าวจึงได้นำ GSM MODULE SIM300CZ มาใช้ในการส่งข้อมูล เพราะเป็นการสื่อสารบนเครือข่ายไร้สาย โดยไม่จำเป็นที่จะใช้คนงานจำนวนมาก

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบต้นแบบการจัดการฟาร์มกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมีการส่งค่าที่วัดคุณภาพน้ำที่ได้จากเซ็นเซอร์แต่ละชนิดผ่าน GSM MODULE SIM300CZ มาแสดงผลบน GUI ผ่านเว็บไซต์ให้แก่ผู้ใช้ได้แบบ Real time โดยมีการแสดงค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ออกซิเจน เซ็นเซอร์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และเซ็นเซอร์อุณหภูมิ อีกทั้งมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่วัดได้ว่ามีค่าสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (threshold) ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดไว้ได้เอง จากนั้นระบบจะประมวลผลคำสั่งควบคุมมอเตอร์กลับมาที่ฟาร์มกุ้งโดยผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้มอเตอร์ควบคุมเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ โดยแบ่งโหมดการทำงานเป็น 2 โหมด คือโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ เป็นโหมดการทำงานโดยระบบจะประมวลผลคำสั่งไปควบคุมการเปิด – ปิดเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำได้อัตโนมัติ เมื่อค่าของออกซิเจนต่ำกว่าเกณฑ์ค่ามาตรฐาน (threshold) ที่ได้กำหนดไว้ กรณีที่ผู้ใช้ไม่ได้ On line ระบบจะทำงานในโหมดอัตโนมัติ ส่วนโหมดการทำงานแบบ Manual เป็นโหมดการทำงานที่ผู้ใช้สามารถควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำได้เอง และสามารถกำหนดระยะเวลาการเปิดเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำได้ตามต้องการ หรือถึงแม้ว่าระบบมีการทำงานอยู่ในโหมดอัตโนมัติ ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนการทำงานมาเป็นโหมดการทำงานแบบ Manual ได้ตามต้องการ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนควบคุมการทำงานของส่วนฮาร์ดแวร์

จากการทดลอง พบว่าระบบสามารถทำการส่งค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้จากเซ็นเซอร์แต่ละชนิดมาแสดงที่เว็บไซต์ได้ และสามารถส่งคำสั่งกลับไปควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ ในที่นี้คือมอเตอร์ควบคุมใบพัด ซึ่งเป็นแบบจำลองเครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ ให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตาม จากการทดลองพบว่ามีความล่าช้าในการทำงานเล็กน้อย (delay) เนื่องมาจากมีปริมาณคำสั่งจำนวนมากที่ใช้ในการส่งข้อมูลผ่านระบบ GPRS ต่อการส่งหนึ่งครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนา

- เซ็นเซอร์อุณหภูมิมี Serial Port ที่ต่างออกไปจากมาตรฐาน Serial Port ทั่วไป จึงมีปัญหาในการส่งข้อมูลเข้าไปสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์
- เซ็นเซอร์ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ชำรุดง่ายหากมีการเก็บรักษาที่ไม่ถูกต้อง และวงจรอ่านค่ามีไอซีที่หาซื้อไม่ได้

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

- ระบบสามารถทำการพัฒนา Website GUI ให้สามารถแสดงกราฟ วิเคราะห์ค่า เก็บค่าเป็นสถิติ รวมทั้งวิธีปรับคุณภาพน้ำได้
- ระบบสามารถนำไปใช้ควบคุมเครื่องเพิ่มออกซิเจนในน้ำหลายเครื่องได้
- ระบบสามารถเพิ่มเติมกลไกในการนำโพรบของเซ็นเซอร์แต่ละตัววัดค่าในน้ำ เนื่องจากไม่สามารถแช่โพรบของเซ็นเซอร์ไว้ในน้ำเป็นเวลานานได้ เพราะจะทำให้ค่าที่อ่านได้เกิดความผิดเพี้ยน
- ระบบสามารถนำไปใช้งานจริงในฟาร์มกุ้งจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้