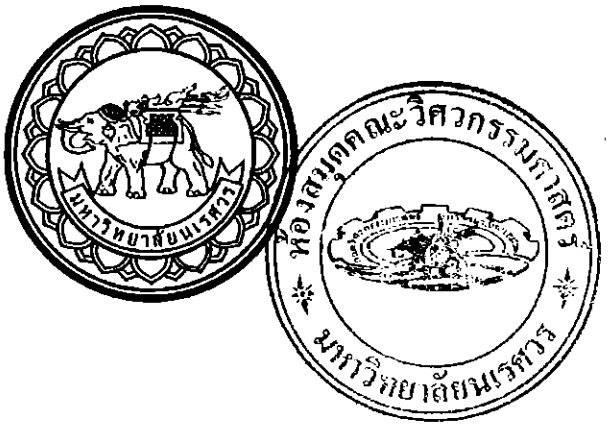


ระบบต้นแบบควบคุมการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ และแจ้งเตือนอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะ

A PROTOTYPE INTRAVENOUS FLUID CONTROL AND NOTIFICATION SYSTEM VIA SMART DEVICE

นางสาวปรางอัญญา พืชเนาวรัตน์ รหัส 53363621

นางสาวปิยวรรณ บุญพยอม รหัส 53363652

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 30 / เม.ย. / 57
เลขทะเบียน 16552687
เลขเรียกหนังสือ วส.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ว 44 ล 8 2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2556

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน ระบบต้นแบบควบคุมการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ และแจ้งเตือนอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะ

ผู้ดำเนินโครงงาน นางสาวปรางอัญญา พืชเนาวรัตน์ รหัส 53363621

นางสาวปิยวรรณ บุญพยอม รหัส 53363652

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์เศรษฐา ตั้งค้าวานิช

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2556

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์เศรษฐา ตั้งค้าวานิช)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา)

.....กรรมการ

(อาจารย์ภาณุพงศ์ สอนคม)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระบบต้นแบบควบคุมการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำและแจ้งเตือนอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะ
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวปรางอัญญา พืชเนาวรัตน์ รหัส 53363621
	นางสาวปิยวรรณ บุญพยอม รหัส 53363652
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์เศรษฐา ตั้งค้าวานิช
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาระบบต้นแบบควบคุมการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำและแจ้งเตือนอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะ โดยระบบจะทำการควบคุมอัตราการไหลของสารน้ำให้อยู่ในจำนวนที่พอเหมาะและเพื่อความสะดวกของพยาบาลจะมีการแจ้งเตือนอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะ โดยระบบสามารถทำการตั้งค่าอัตราการไหลของสารน้ำผ่านเว็ปไซต์ เกตเวย์จะรับค่าอัตราการไหลของสารน้ำที่ตั้งไว้จากเว็บไซต์แล้วส่งค่าไปที่แต่ละโหนดผ่านเครือข่ายไร้สาย Zigbee จากนั้นจะนำค่าที่ได้รับมาประมวลผลเพื่อควบคุมอัตราการไหลของสารน้ำโดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ และนับจำนวนหยดของสารน้ำโดยใช้วงจรอินฟราเรด

นอกจากนี้ระบบยังสามารถแสดงสถานะของสารน้ำที่ถูกจ่ายออกไปบนจอแสดงผลแอลซีดีและเว็บไซต์ในรูปแบบของแผนภูมิ และเมื่อปริมาณของสารน้ำเหลือต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ระบบจะทำการแจ้งเตือนในรูปแบบของหน้าต่างแจ้งเตือนพร้อมกับเสียงที่เว็ปไซต์ ซึ่งระบบจะช่วยให้พยาบาลไม่ต้องเสียเวลาตรวจสอบปริมาณของสารน้ำที่เหลืออยู่บ่อยครั้งและช่วยลดอัตรายที่จะเกิดกับผู้ป่วย

Project Title	A PROTOTYPE INTRAVENOUS FLUID CONTROL AND NOTIFICATION SYSTEM VIA SMART DEVICE
Name	Miss Prang-unya Phuetnaowarat ID. 53363621
	Miss Piyawan Bunpayom ID. 53363652
Project advisor	Mr. Settha Tangkawanit
Major	Computer Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2013

.....

Abstract

The objective of this project is to develop a prototype intravenous fluid control and notification system via smart device. The system controls the amount of fluid properly and notifies it on a smart device. Therefore, the flow rate of fluid can be set via website. To illustrate, Gateway receives the flow rate of fluid from website and sends data to each node by Zigbee wireless network. Then, the nodes will proceed to control the flow rate of fluid by using servo motor and count the number of fluid drops by using infrared circuit.

The system can also show the number of fluid drops on LCD display and chart on website. If there are fewer fluid drops than specified level, the warning window and sound will immediately notify. This system keeps nurses from wasting time on checking the amount of remaining water and reduce the possibility of danger to patients.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ฉบับนี้ ที่สำเร็จลุล่วงมาได้นั้น เนื่องจากความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ เศรษฐา ตั้งค้าวานิช ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ พร้อมทั้งชี้แนะวิธีการแก้ปัญหาอย่างตรงจุด ตลอดระยะเวลาที่ดำเนินโครงงาน จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ทั้งนี้ต้องขอขอบคุณท่านกรรมการ ทั้งสองท่านเป็นอย่างมาก อันได้แก่ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา และอาจารย์ภาณุพงศ์ สอนคม อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าให้ปรึกษาและแนะแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยเป็นแรงใจ ค่อยให้การสนับสนุนในเรื่องต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นกำลังกายและกำลังทรัพย์ และต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่คอยสั่งสอนให้ความรู้จนผู้จัดทำโครรงงานได้จัดทำจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้กาลังใจ ช่วยให้คำปรึกษาทั้งในเรื่องเรียน และปัญหาต่างๆจนสามารถสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

นางสาวปรางอัญญา พืชเนาวรัตน์

นางสาวปิยวรรณ บุญพยอม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....ฉ
สารบัญรูป.....ช

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์.....2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2
1.5 ตารางแสดงกิจกรรมการดำเนินงาน.....3
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....4
1.7 งบประมาณ.....4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.1 การให้สารน้ำ.....5
2.2 อุปกรณ์สารน้ำ.....8
2.3บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ (MCU) 12
2.4 เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย Zigbee และ Xbee.....14
2.5 Arduino Ethernet Shield.....21
2.6 จอ LCD ขนาด 20*4 และขนาด 20*2.....22
2.7 ระบบฐานข้อมูล.....23

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ

3.1 วิเคราะห์ความต้องการของแพทย์ พยาบาล และความต้องการของระบบ....31

3.2 ภาพรวมของระบบ (System Overview)....32

3.3 หลักการและการเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์....33

3.4 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อัจฉริยะ....43

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ต้นแบบของระบบ....50

4.2 ผลการทดลองการใช้อุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำ....51

4.3 ผลการทดลองการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำ....53

4.4 ผลการทดลองการใช้ Ethernet Shield....60

4.5 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านจอแสดงผลแอลซีดี....62

4.6 ผลการทดลองการทำงานของเว็ปไซต์....63

4.7 บทสรุป....68

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทำงาน....69

5.2 ปัญหาที่พบ....70

5.3 ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา....70

5.4 ข้อเสนอแนะสาหรับการพัฒนางานต่อไปในอนาคต....71

เอกสารอ้างอิง....72

ภาคผนวก....76

ประวัติผู้เขียนโครงงาน....87

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน....3

2.1 โครงสร้างของตารางที่เก็บข้อมูลของฐานข้อมูล....24

2.2 ตารางแสดงประเภทข้อมูลที่เป็นชนิดจำนวนเต็ม....26

2.3 ตารางแสดงประเภทข้อมูลที่เป็นชนิดจำนวนทศนิยม....26

2.4 ตารางแสดงประเภทข้อมูลสำหรับวันที่และเวลา....27

2.5 ตารางแสดงประเภทข้อมูลสำหรับตัวอักษร....27

4.1 แสดงผลการทดลอง ค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ของการนับจำนวนหยดของสารน้ำด้วยสายตาเปรียบเทียบกับอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำ....52

4.2 แสดงผลการทดลอง ค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ของการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำที่ปริมาณสารน้ำระหว่าง 700-1,000 มิลลิลิตร....54

4.3 แสดงผลการทดลอง ค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ของการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำที่ปริมาณสารน้ำระหว่าง 400 - 700 มิลลิลิตร....56

4.4 แสดงผลการทดลอง ค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ของการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำที่ปริมาณสารน้ำระหว่าง 100 - 400 มิลลิลิตร....58

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ชุดการให้สารน้ำแบบพื้นฐาน....7

2.2 ขวดสารน้ำ (IV Bottle) 8

2.3 วงจรของเซนเซอร์แสง....9

2.4 หลักการทำงานเซ็นเซอร์แสง....10

2.5 เซอร์โวมอเตอร์ Micro Servo Tower Pro SG90....10

2.6 ส่วนประกอบหลักของเซอร์โวมอเตอร์....11

2.7 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น arduino uno r3....12

2.8 แผนภาพตำแหน่งขาของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น arduino uno r3....13

2.9 ตำแหน่งขาและตำแหน่งแสดงสถานะไฟเพื่อทดสอบการทำงานของบอร์ด....13

2.10 แสดงย่านความถี่มาตรฐานของเครือข่ายไร้สาย Zigbee....14

2.11 Zigbee Stack....15

2.12 Zigbee Node....16

2.13 แสดงการเชื่อมต่อแบบตาข่ายดาวและกลุ่มต้นไม้....18

2.14 Xbee ชนิด PCB Antenna....19

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.15 X-Bee ชนิด Wire Antenna....19

2.16 X-Bee ชนิด UFL Antenna....20

2.17 X-Bee ชนิด SMA Antenna....20

2.18 Arduino Ethernet Shield....21

2.19 จอ LCD ขนาด 20*4(ทางซ้าย) และขนาด 20*2(ขวา)....22

2.20 การต่อสัญญาณควบคุม LCD จากบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ (MCU)....22

2.21 การทำงานของภาษา PHP....29

3.1 ภาพรวมของระบบ (System Overview) 33

3.2 ตัวรับรู้แสงเพื่อนับจำนวนหยดของสารน้ำ....34

3.3 เซอร์โวมอเตอร์ Micro Servo Tower Pro SG90....35

3.4 Arduino Ethernet Shield....36

3.5 การใช้งานแบบเครือข่าย Star (Broadcast) 37

3.6 แผนผังการทำงานระหว่างเกตเวย์กับโหนดต่างๆ....39

3.7 แผนภาพสายงานการรับส่งข้อมูลระหว่างเกตเวย์กับโหนดแบบสำเร็จ....40

3.8 แผนภาพสายงานการรับส่งข้อมูลระหว่างเกตเวย์กับโหนดแบบไม่สำเร็จ....41

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.9 การทำงานของโหนด....42

3.10 รูปหน้าเข้าสู่ระบบ....43

3.11 รูปหน้าเว็บไซต์หลัก....44

3.12 รูปหน้าเลือกห้องที่ต้องการตั้งค่า....45

3.13 รูปหน้ากรอกค่าเพื่อตั้งค่าการให้สารน้ำ....45

3.14 กราฟแสดงช่วงปริมาณการไหลของสารน้ำของทุกห้อง....46

3.15 การทำงานในส่วนของผู้ใช้งาน เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว....47

3.16 รูปการทำงานของระบบเว็ปไซต์....48

4.1 ต้นแบบของระบบ....50

4.2 วิธีการทดลองนับจำนวนหยดของสารน้ำ....51

4.3 อุปกรณ์ที่ใช้นับจำนวนหยดของสารน้ำ....53

4.4 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนหยดของสารน้ำ ณ นาทีที่ 1 – 5 ที่ปริมาณสารน้ำ 700 – 1,000 มิลลิลิตร....55

4.5 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนหยดของสารน้ำ ณ นาทีที่ 1 – 5 ที่ปริมาณสารน้ำ 400-700 มิลลิลิตร....57

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.6 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนหยดของสารน้ำ ณ นาทีที่ 1 – 5 ที่ปริมาณสารน้ำ 100-400 มิลลิลิตร....59

4.7 วิธีการต่อ Ethernet Shield เข้ากับบอร์ด Arduino Uno R3....60

4.8 แสดงการรับค่าจาก Ethernet Shield จากยูอาร์แอล http://medicalnu.meximas.com/json.php...61

4.9 แสดงผลการส่งค่าจาก Ethernet Shield ไปที่ฐานข้อมูลบนเซิฟเวอร์....61

4.10 จอแสดงผลแอลซีดีขณะระบบเริ่มทำงาน....62

4.11 จอแสดงผลแอลซีดีขณะระบบทำงาน....62

4.12 หน้าเข้าสู่ระบบ....63

4.13 หน้ากรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ไม่ถูกต้อง....63

4.14 หน้ากรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ถูกต้อง....64

4.15 หน้าเว็ปไซต์หลัก....64

4.16 หน้าเลือกห้องในการตั้งค่า....65

4.17 หน้าตั้งค่าการให้สารน้ำ....65

4.18 หน้าเมื่อไม่กรอกค่าการให้สารน้ำเป็นตัวเลข....66

4.19 หน้าเมื่อกรอกค่าการให้สารน้ำเป็นตัวเลข....66

4.20 กราฟแสดงช่วงปริมาณการไหลของสารน้ำของทุกห้อง....67

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.21 หน้าแสดงการแจ้งเตือน.....67

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในสภาวะที่ผู้ป่วยมีอาการร่างกายขาดสารน้ำ มีความจำเป็นที่จะต้องได้รับสารน้ำเข้ามาทดแทนน้ำในร่างกายที่สูญเสียไป ซึ่งในการให้สารน้ำทางเส้นเลือดดำนั้นจำเป็นจะต้องถูกควบคุมปริมาณที่พอเหมาะและระยะเวลาที่แพทย์ได้กำหนดไว้

ในปัจจุบันโรงพยาบาลหรือสถานีอนามัยมีความต้องการเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดูแลผู้ป่วย การให้สารน้ำทางเส้นเลือดดำนั้นจำเป็นจะต้องให้ในปริมาณที่พอเหมาะ หากพยาบาลปรับอัตราการไหลของสารน้ำไม่ได้ตามปริมาณที่พอเหมาะหรือผู้ป่วยอาจประมาทไปโดนที่ปรับอัตราการไหลของสารน้ำจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วยได้ พยาบาลต้องเสียเวลาเป็นอย่างมากในการตรวจสอบระดับของสารน้ำ ซึ่งการให้สารน้ำทางเส้นเลือดดำแต่ละครั้งนั้นก็ใช้ระยะเวลานานจึงเป็นการเสียเวลาในการตรวจสอบบ่อยครั้ง และไม่ทราบเวลาที่แน่นอนว่าสารน้ำจะหมดเมื่อไหร่ หากไม่ได้ทำการเปลี่ยนขวดสารน้ำหรือหยุดการให้สารน้ำไม่ตรงตามเวลาที่แพทย์กำหนดไว้ จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วยได้ อาจทำให้เกิดการไหลย้อนกลับของเลือดเข้าไปในสายสารน้ำทำให้เกิดการอุดตันของสายสารน้ำและเส้นเลือดได้ และอาจจะทำให้เกิดฟองอากาศในกระแสเลือด เนื่องจากสารน้ำหมดทำให้อากาศผ่านเข้าไปในชุดให้สารน้ำได้ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ป่วย หากฟองอากาศนั้นหลุดเข้าไปอุดกั้นบริเวณอวัยวะที่สำคัญทำให้การทำงานของอวัยวะส่วนนั้นล้มเหลวทันที[2]

จากปัญหาดังกล่าวทางกลุ่มจึงจัดทำระบบตั้งค่าการให้สารน้ำทางเส้นเลือดดำและแจ้งเตือนอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะ ที่มีคุณสมบัติง่ายต่อการใช้งานและสามารถนำมาติดตั้งกับชุดสารน้ำทั่วไปได้จึงทำให้สะดวกต่อการใช้งาน โดยระบบสามารถตั้งค่าอัตราการไหลของสารน้ำทางเส้นเลือดดำด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะ ทำให้ผู้ป่วยได้รับสารน้ำในปริมาณที่พอเหมาะและลดความประมาทของผู้ป่วยที่พลาดไปโดนที่ปรับอัตราการไหลของสารน้ำ(Manual Roller Clamp) บนชุดสารน้ำได้อีกด้วย โดยระบบจะสามารถแสดงอัตราการไหลของสารน้ำ ปริมาตรคงเหลือของสารน้ำในขวดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้พยาบาลไม่ต้องเสียเวลามาตรวจสอบที่เตียงคนไข้บ่อยครั้ง และแสดงระยะเวลาที่สารน้ำจะหมดเพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบในครั้งต่อไป ระบบจะส่งสัญญาณเสียงเตือนไปที่อุปกรณ์อัจฉริยะเพื่อบอกให้พยาบาลทราบว่าสารน้ำใกล้หมดแล้ว พร้อมทั้งทำการหยุดการให้สารน้ำอัตโนมัติเพื่อให้ไม่เกิดปัญหาอย่างที่ได้กล่าวมา นอกจากจะแสดงผลไปที่อุปกรณ์อัจฉริยะแล้วยังแสดงผลบนจอ LCD ที่บริเวณชุดสารน้ำอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างระบบที่สามารถตั้งค่าอัตราการไหลของสารน้ำทางเส้นเลือดดำได้ตามที่ต้องการ
2. เพื่อสร้างระบบที่สามารถแจ้งเตือนว่าสารน้ำใกล้หมดแล้วพร้อมทั้งหยุดการให้สารน้ำ
3. เพื่อสร้างระบบที่สามารถแสดงสถานะของสารน้ำผ่านอุปกรณ์อัจฉริยะและจอ LCD
4. เพื่อนำเครือข่ายไร้สาย Zigbee มาประยุกต์ในการใช้งาน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ใช้กับสารน้ำชนิดความเข้มข้นต่ำ (Crystalloid) 5% ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
2. ใช้กับความสูงของเตียงผู้ป่วย 70 เซนติเมตร (รวมที่นอน), ความสูงของเสาน้ำเกลือ 180 เซนติเมตร โดยประมาณ เนื่องจากความสูงต่ำของเตียงและเสาน้ำเกลือมีผลต่อแรงดันของสารน้ำ
3. ทดสอบโดยให้ระบบสามารถตั้งค่าการให้สารน้ำทางเส้นเลือดดำได้ทั้งหมด 3 เครื่อง
4. ทดสอบอัตราการไหลของสารน้ำโดยการปล่อยสารน้ำออกสู่ภายนอก

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สอบถามความต้องการของแพทย์และพยาบาล
2. วางแผนขั้นตอนของการทำงาน และออกแบบระบบพร้อมทั้งวาดภาพประกอบ
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่างๆ, ระบบเซิฟเวอร์ และเครือข่ายไร้สาย Zigbee
4. ศึกษาการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR (arduino uno r3)
5. ทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อัจฉริยะและสร้างระบบฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลไว้ที่เซิฟเวอร์ พร้อมทั้งทดสอบการทำงาน
6. เขียนโปรแกรมในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์และเซนเซอร์ต่างๆ และเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อัจฉริยะ
7. ทดสอบการทำงานร่วมกันของบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์, เครือข่ายไร้สาย Zigbee และระบบฐานข้อมูล พร้อมทั้งทดสอบการทำงาน
8. สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่มรายงาน

1.5 ตารางแสดงกิจกรรมการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

กำหนดการดำเนินงาน	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. สอบถามความต้องการของแพทย์และพยาบาล								
2. วางแผนขั้นตอนของการทำงาน และออกแบบระบบ								
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่างๆ, ระบบเซิฟเวอร์ และเครือข่ายไร้สาย Zigbee								
4. ศึกษาการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR (arduino uno r3)								
5. ทำเว็ปไซต์และสร้างระบบฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลไว้ที่เซิฟเวอร์พร้อมทั้งทดสอบการทำงาน								
6. เขียนโปรแกรมในการควบคุม เซอร์โวมอเตอร์ และการรับค่าจากเว็บไซต์								
7. ทดสอบการทำงานร่วมกันของบอร์ดไมโครคอนโทลเลอร์, เครือข่ายไร้สาย zigbee และระบบฐานข้อมูล								
8. สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่มรายงาน								

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบสามารถตั้งค่าอัตราการไหลของสารน้ำทางเส้นเลือดดำได้ใกล้เคียงกับปริมาณที่ต้องการได้

2. เมื่อสารน้ำในขวดสารน้ำใกล้หมดระบบสามารถแจ้งเตือนอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะ และสามารถหยุดการให้สารน้ำทางเส้นเลือดดำได้

3. ระบบสามารถแสดงสถานะของสารน้ำที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นและเวลาที่สารน้ำจะหมดอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะพร้อมทั้งจอ LCD ที่ติดกับเสาน้ำเกลือได้

4. สามารถป้องกันการไหลย้อนของเลือดและการเกิดฟองอากาศในกระแสเลือดในผู้ป่วยได้

5. ผู้พัฒนาสามารถประยุกต์การใช้งานเครือข่ายไร้สาย Zigbee ได้

1.7 งบประมาณ

1) ค่าเอกสารประกอบการศึกษาค้นคว้า	1,500 บาท
2) ค่าถ่ายสำเนาเอกสาร	500 บาท
รวมทั้งสิ้น	2,000 บาท
	(สองพันบาทถ้วน)

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

จากบทที่ 1 ในสภาวะที่ผู้ป่วยมีอาการร่างกายขาดสารน้ำ ซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องได้รับสารน้ำมาทดแทนน้ำในร่างกายที่สูญเสียไป การให้สารน้ำทางเส้นเลือดดำนั้นจำเป็นที่จะต้องถูกควบคุมให้อยู่ในจำนวนที่พอเหมาะและอยู่ในระยะเวลาที่แพทย์กำหนดไว้ ในบทนี้จะกล่าวถึงส่วนประกอบในการทำงานของระบบซึ่งจะกล่าวถึงหลักการการให้สารน้ำที่นำมาใช้ การเก็บค่าข้อมูลของระบบ และตัวอุปกรณ์ที่นำมาใช้ทำระบบ เช่น บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ (MCU) และเครือข่ายไร้สาย Zigbee เป็นต้น

2.1 การให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ

ปกติร่างกายของคนเราสามารถควบคุมปริมาณน้ำ[1]ทั้งที่อยู่ในเลือดและปริมาณน้ำนอกเซลล์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในกรณีที่มีพยาธิสภาพส่วนใหญ่ คือ การขาดน้ำหรือ เสียน้ำมากกว่าปกติ ร่างกายจะต้องได้รับน้ำทดแทนอย่างเพียงพอ ทั้งทางปากโดยการรับประทาน หรือการได้รับทางหลอดเลือด ซึ่งมักเรียกกันว่า "การให้น้ำเกลือ " หรือ การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ นั้นเอง

ซึ่งเราจัดทำระบบการให้สารน้ำที่จะประกอบไปด้วยหลักการและอุปกรณ์ดังนี้

2.1.1 ชนิดของการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

ชนิดของการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิดได้ดังนี้ [2]

1.ชนิด Isotonic solution

- Normal saline 0.9%
- Dextrose 5% in water
- Lactated Ringer's

คุณสมบัติ:เป็นสารน้ำชนิดที่มีแรงดันออสโมติก (Osmotic pressure)ใกล้เคียงกับ blood serum มากที่สุด จะใช้กับผู้ที่มีอาการเสียน้ำมาก เช่น อาเจียน ท้องเดิน หรือมีเลือดออกผิดปกติ

2.ชนิด Hypotonic solution

- Sodium Chloride 0.45%
- Sodium Chloride 0.33%

คุณสมบัติ:สารละลายชนิดนี้มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ เป็นครึ่งหนึ่งของสารละลาย Isotonic มีแรงดันออสโมติกน้อยกว่า blood serum ซึ่งมีผลทำให้เซลล์ขยายตัว และบวม มีประโยชน์ในการทดแทนน้ำที่ร่างกายสูญเสียโดยไม่ต้องการให้ระดับของโซเดียมในพลาสมา (plasma) สูงขึ้น

3.ชนิด Hypertonic solution

- Dextrose 5% in N.S.S
- Dextrose 5% in 0.45% N.S.S
- Dextrose 5% in Lactated Ringer's
- Dextrose 10% in N.S.S
- Dextrose 10% in water
- Dextrose 20 % in water
- Dextrose 5% in 1/2 strength saline

คุณสมบัติ:สารละลายชนิดนี้มีความเข้มข้นมาก มีแรงดันออสโมติกมากกว่า blood serum ส่งผลให้เซลล์หดตัวควรให้ในปริมาณสารน้ำในระดับน้อยและให้อย่างช้าๆ เพื่อป้องกันมิให้ ความดันเลือดเพิ่มขึ้น และจะให้กับผู้ป่วยที่มีการสูญเสียโซเดียมจำนวนมากๆ และผู้ป่วยที่มีน้ำคั่งในเซลล์เพื่อช่วยให้มีการดึงน้ำออกเซลล์ เช่น เนื้อสมองบวม

2.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้การให้สารน้ำ

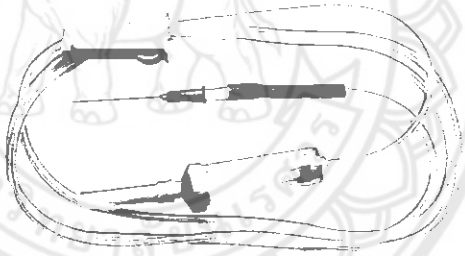
ในการจ่ายสารน้ำของระบบนั้นจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. ชุดการให้สารน้ำ (IV Administration set)

- ชุดการให้สารน้ำแบบพื้นฐาน (Basic IV set) [2]ดังแสดงในรูปที่ 2.1 จะเป็นชุดการให้สารน้ำชนิดหยดแบบธรรมดา (macro drip administration set) ขนาดหยดตั้งแต่ 15 – 20 หยด/มิลลิลิตร ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต

- ชุดการให้สารน้ำชนิดหยดเล็ก (micro drip administration set) ขนาดหยดตั้งแต่ 50 – 60 หยด/มิลลิลิตร

- ชุดการให้สารน้ำชนิดควบคุมปริมาตรได้ (volume control set) สามารถแบ่งจำนวนสารน้ำ จากขวดได้ตามต้องการ มักใช้ในผู้ป่วยเด็กเล็ก และในรายที่ต้องการผสมยาหยดเข้าทางหลอดเลือดดำ เป็นชนิด micro drip



รูปที่ 2.1 ชุดการให้สารน้ำแบบพื้นฐาน[3]

2. ขวดสารน้ำ (IV Bottle)

สารน้ำที่บรรจุในขวดแก้วหรือพลาสติกสุญญากาศ[2] ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เป็นขวดสารน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว แบบใส มีป้ายบอกชนิด ส่วนประกอบ ปริมาณ วันผลิตและวันหมดอายุ ปริมาตรที่บรรจุโดยทั่วไปคือ 500 หรือ 1,000 มิลลิลิตร ส่วนสารน้ำที่ใช้ในการผสมยาหรือให้ผู้ป่วยเด็กจะใช้ คือตั้งแต่ 50,100,250 มิลลิลิตร ในการผสมยาลงในขวดสารน้ำต้องใช้ความระมัดระวัง เพราะยาบางชนิดจะถูกดูดซึมด้วยขวดสารน้ำพลาสติก จะส่งผลให้ยาลดประสิทธิภาพ ควรผสมลงในขวดแก้ว

เท่านั้น เช่น Diazepam และ insulin เวลาเตรียมต้องตรวจสอบสภาพสารน้ำไม่ให้ตกตะกอน ขุ่น และไม่หมดอายุก่อนนำมาใช้งาน

รูปที่ 2.2 ขวดสารน้ำ (IV Bottle)[4]

2.2 อุปกรณ์การนับจำนวนหยดของสารน้ำ

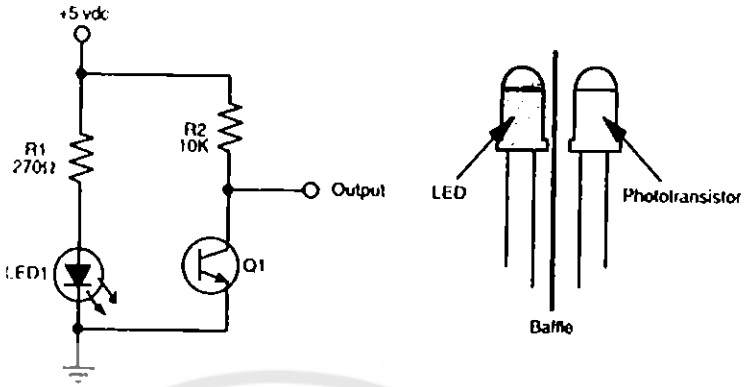
ตัวเซนเซอร์ที่ใช้ในการนับจำนวนหยดของสารน้ำ คือ ตัวรับรู้แสง (Light sensor) จะอาศัยหลักการของการสะท้อนของแสง

2.2.1 ส่วนประกอบของตัวรับรู้แสง

ตัวรับรู้แสงจะมีอุปกรณ์ 2 ส่วนดังแสดงในรูปที่ 2.3 คือจะประกอบไปด้วย

1. ส่งแสงจะใช้แอลอีดี (Light Emitting Diode:LED) ซึ่งเป็นไดโอดเปล่งแสงประเภทหนึ่ง (infrared) ซึ่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

2. ตัวรับแสงจะใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) ซึ่งจะทำงานเป็น สวิทช์ ปิด/เปิด กล่าวคือ ถ้าได้รับแสงจากไดโอด สวิทช์จะปิด และในทางตรงกันข้ามถ้าโฟโต้ทรานซิสเตอร์ไม่ได้รับแสง (ถูกบังแสง) สวิทช์จะเปิด อีกนัยหนึ่งเสมือนว่าโฟโต้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิทช์ อิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2.3 วงจรของเซนเซอร์แสง [5]

การต่อวงจรอุปกรณ์การนับจำนวนหยดของสารน้ำโดยใช้ตัวรับรู้แสงนั้นสามารถต่อได้ตามดังแสดงในรูปที่ 2.3

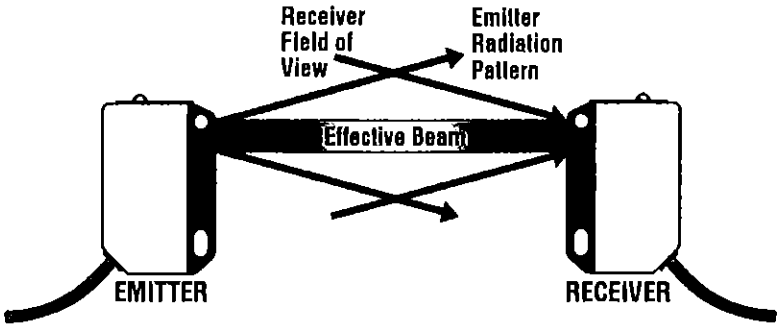
2.2.2 หลักทำงานของเซ็นเซอร์แสง

ในหลักการทำงานของเซ็นเซอร์แสงนั้นจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ตรวจจับด้วยแสง[6] คือ เป็นอุปกรณ์ที่แสดงการควบคุมแสงที่ใช้ในกระบวนการผลิตอัตโนมัติต่างๆ โดยการทำงานนั้นจะแสดงดังรูปที่ 2.4 ซึ่งเป็นการตรวจจับแสงที่มองเห็นหรือแสงที่มองไม่เห็น และตอบสนองการทำงานตามการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่ได้รับ

Effective beam : แสงที่ใช้ในการตรวจจับ

Radiation pattern : พื้นที่ทั้งหมดของการส่งพลังงานออกมาเพื่อตรวจจับ

Field of view : พื้นที่ของการตอบสนองการทำงาน



รูปที่ 2.4 หลักการทำงานเซ็นเซอร์แสง[6]

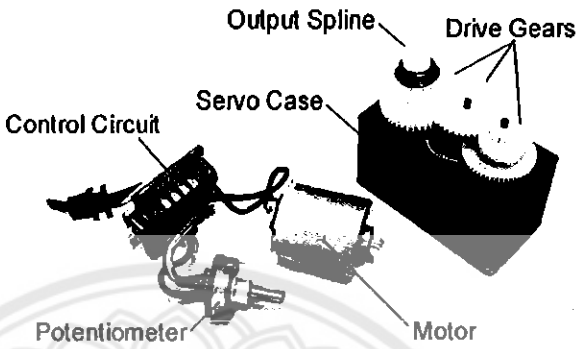
2.2.3 อุปกรณ์สำหรับควบคุมการให้สารน้ำ

สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการเปิด-ปิด การให้สารน้ำของระบบนั้น จะใช้มอร์เตอร์ในการควบคุมการ คือ เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO MOTOR) ดังแสดงในรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 เซอร์โวมอเตอร์ Micro Servo Tower Pro SG90

เซอร์โวมอเตอร์ คือ มอร์เตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC MOTOR) ที่ถูกประกอบร่วมด้วยชุดเกียร์และส่วนควบคุมต่างๆ ไว้ในโมดูลเดียวกัน โดยจะมีสัญญาณใช้งาน 1 เส้น และอีก 2 เส้น เป็นเส้นจ่ายกระแส (VCC) และลงกราวด์ (GND) เท่านั้น ซึ่งสามารถควบคุมให้ตัวเซอร์โวมอเตอร์ หมุนซ้าย หรือขวาได้ +90 องศา - 90 องศา (180 องศา) โดยสามารถสั่งงานในการหมุนให้หมุนไปได้ตามองศาต่างๆ ที่ต้องการ ได้ด้วยตัวของเซอร์โวมอเตอร์เอง เช่น ต้องการหมุน 1 องศา หรือ 15 องศา ก็ได้ ไม่ต้องมีส่วนควบคุมหรือเซนเซอร์ใดๆ กลับมาตรวจสอบอีกทำให้ง่าย และสะดวกในการในการนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ

1. องค์ประกอบพื้นฐานของเซอร์โวมอเตอร์



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบหลักของเซอร์โวมอเตอร์[7]

จากรูปที่ 2.6 องค์ประกอบหลักของเซอร์โวโดยทั่วไปแล้วจะมีส่วนประกอบหลักดังนี้[7]

1. Servo Case ซึ่งส่วนใหญ่จะทำมาจากพลาสติก

2. มอเตอร์ ซึ่งเป็นส่วนให้กำลังในการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์

3. วงจรควบคุม (Control Circuit) มีหน้าที่ในการถอดรหัสสัญญาณควบคุมจากรีซีฟ ซึ่งส่งมาเป็นแบบ PWM และส่งการควบคุมไปสั่งการทำงานของมอเตอร์ให้หมุนแขนของเซอร์โวให้อยู่ในตำแหน่งที่ได้ ถอดรหัสมา

4. โพเทนชิออมิเตอร์ (Potentiometer) คือส่วนที่ตรวจวัดตำแหน่งของเซอร์โวและส่งสัญญาณกลับไปยัง วงจรควบคุม เพื่อแก้ไขตำแหน่งให้ถูกต้องตามสัญญาณที่ได้เซ็ตไว้

5. Drive Gear คือชุดทดรอบจากการหมุนของมอเตอร์เพื่อให้ได้แรงบิดที่สูง

6. Output Spline คือส่วนที่ป้องกันการเสียดสีระหว่าง Servo Case และ Output shaft ซึ่งอาจใช้อุปกรณ์ประเภท Baring เพื่อช่วยลดแรงเสียดทานที่ดี

7. Servo wire คือ สายไฟของเซอร์โวจะมีอยู่ 3 เส้นซึ่งจะติดเป็นชุดเดียวกัน ซึ่งจะมีหน้าที่ คือ

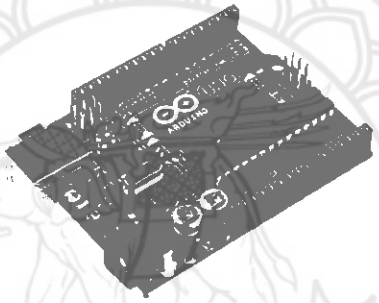
- เส้นที่ 1 จ่ายไฟกระแส + DC ซึ่งแรงดันปรกติจะอยู่ที่ 5-6 โวลท์
- เส้นที่ 2 เป็นสายกราวด์ หรือเป็นขั้ว – DC
- เส้นที่ 3 เป็นสายสัญญาณ โดยที่รีซีฟจะส่งสัญญาณลักษณะ on/off pulsed

2. ความเร็วและแรงบิด

นอกเหนือจากขนาดภายนอกของเซอร์โวที่เราต้องพิจารณาในการใช้งานแล้วยังมีคุณลักษณะที่เราต้องพิจารณาอีกก็คือ ความเร็ว(speed) และแรงบิด(Torque)

การวัดความเร็วของเซอร์โวมอเตอร์ [7]คือ เวลาที่เซอร์โวมอเตอร์ใช้ต่อองศาในการหมุนค่าหนึ่ง ซึ่งมุมมาตรฐานที่ใช้วัดกันทั่วไปคือ 60 องศา จึงกล่าวได้ว่า ความเร็วของเซอร์โวมอเตอร์ก็คือเวลาที่ใช้ในการหมุนแขนของเซอร์โวมอเตอร์ไปจากตำแหน่งเดิมเป็นมุม 60 องศา ดังนั้น ตัวเลขเวลาที่มีค่าน้อยเท่าไหร่ จะหมายถึงเซอร์โวมอเตอร์ยิ่งมีความเร็วมากขึ้นเท่านั้น

2.3 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น arduino uno r3

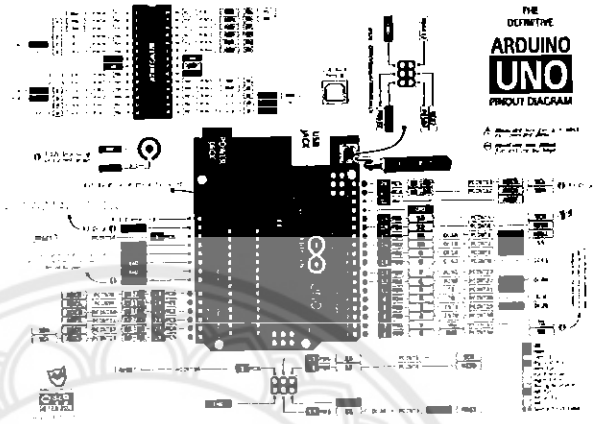


รูปที่ 2.7 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น arduino uno r3[7]

Arduino หรือ “อาดูยโน่” [11] เป็นระบบที่ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้นแบบ ซึ่งออกแบบให้ใช้งานง่ายทั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ กลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานอาดูยโน่ได้แก่ศิลปิน นักประดิษฐ์ นักออกแบบ ใช้ในงานอดิเรกหรือใครที่สนใจในการประดิษฐ์นวัตกรรม งานสร้างสรรค์"

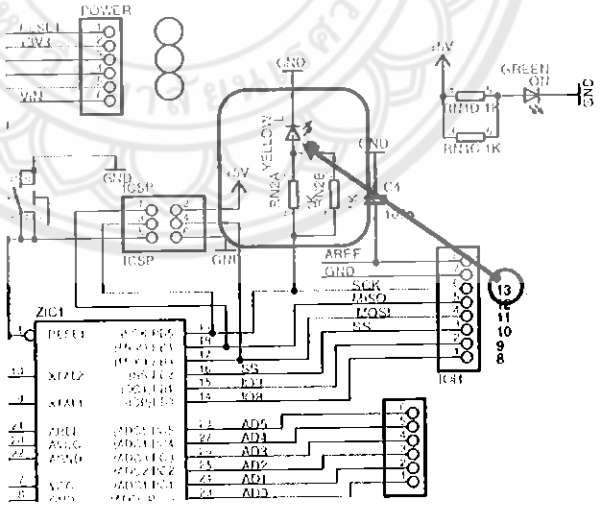
ปัจจุบัน Arduino มีบอร์ดหลายแบบให้เลือกใช้งานตามความถนัดและความเหมาะสมมากกว่า 20 รุ่น แต่ละรุ่นก็มีขนาด ความจุ ความเร็ว จำนวนขาพอร์ตอินพุต เอาท์พุต แตกต่างกันออกไป มีตั้งแต่ราคาหลักสองสามร้อยบาท ไปจนกระทั่งพันกว่าบาท นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ต่อพ่วง(Shield) ให้อีกสารพัด ทำให้เป็นที่นิยมมากขึ้นเรื่อยๆ

ในการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น arduino uno r3 นั้น จะมี แผนภาพจะใช้ตำแหน่งขาดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แผนภาพตำแหน่งขาของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น arduino uno r3[9]

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 จะมี LED แสดงผลต่อไว้กับตำแหน่งขา Digital 13 สามารถนำไปเขียนโปรแกรมทดสอบการทำงานของบอร์ดได้ดังแสดงในรูปที่ 2.9



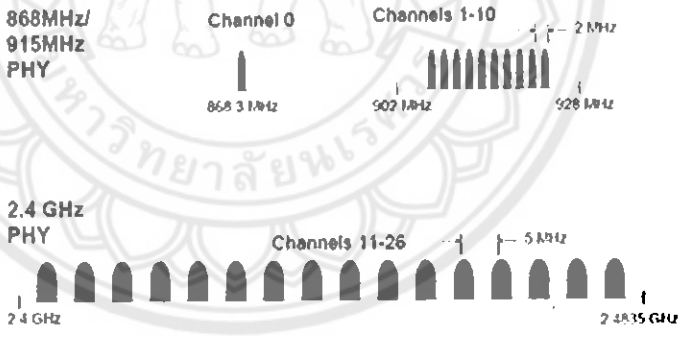
รูปที่ 2.9 ตำแหน่งขาและตำแหน่งแสดงสถานะไฟเพื่อทดสอบการทำงานของบอร์ด[9]

2.4 เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย Zigbee และ Xbee

Zigbee มาตรฐานสากล กำหนดโดย Zigbee Alliance เป็นการสื่อสารแบบไร้สาย ที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำ ราคาถูก จุดประสงค์ ก็เพื่อให้สามารถสร้างระบบที่เรียกว่า Wireless Sensor Network ได้ ซึ่งระบบนี้ จะสามารถทำงาน ในร่ม กลางแจ้ง ทนแดด ทนฝน และอยู่ได้ด้วยแบตเตอรี่ก้อนเล็ก เหมาะสมใช้งานกับพวก Monitoring ต่างๆ

2.4.1 มาตรฐานของ Zigbee

Zigbee ได้กำหนด ย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานไว้ 3 ย่านความถี่คือ ย่าน 2.4 GHz , ย่าน 915 MHz และย่าน 868 MHz โดยแต่ละย่านจะมีช่องสัญญาณ 16 ช่อง, 10 ช่อง และ 1 ช่อง ตามลำดับ ส่วน อัตรารับส่งข้อมูล (ทางอากาศ) จะอยู่ที่ 250 Kbps, 40 Kbps, 20 Kbps ตามลำดับเช่นกัน ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงย่านความถี่มาตรฐานของเครือข่ายไร้สาย Zigbee [10]

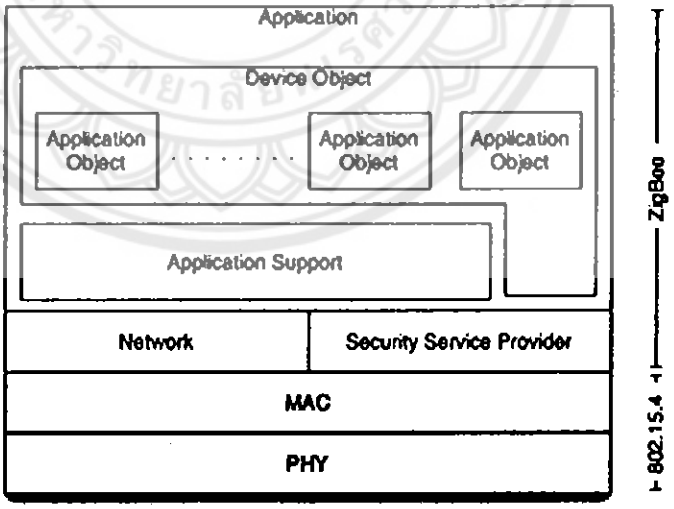
ในแต่ละย่านความถี่จะมีรายละเอียด ดังนี้

1. ย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ มี 16 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 250 Kbps
2. ย่านความถี่ 915 กิกะเฮิรตซ์ มี 10 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 40 Kbps
3. ย่านความถี่ 868 กิกะเฮิรตซ์ มี 1 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 20 Kbps

โดยมากมักสับสน ระหว่าง Zigbee กับ Wifi ในกรณีที่ Zigbee กับ Wifi (หรือ โมดูล 2.4 กิกะเฮิรตซ์) อยู่ในย่านความถี่ที่เหมือนกัน จะไม่สามารถสื่อสารกันได้ เนื่องจากทางกายภาพถึงแม้จะเป็นย่านความถี่เดียวกัน แต่จะใช้ 6 โพรโทคอล (Protocol) ที่ใช้สื่อสารกันนั้นไม่เหมือนกัน

2.4.2 โครงสร้างของ Zigbee

Zigbee นำชั้นกายภาพ (Physical layer) และ MAC Layer ของ IEEE 802.15.4 ดังรูปที่ 2.11 ซึ่งเป็นมาตรฐานการกำหนดการสื่อสารไร้สายแบบ WPAN (Wireless Personal Area Network) มาทำงานในเลเยอร์ (Layer) ที่ต่ำกว่า (2 เลเยอร์ล่างสุด) เช่น เรื่องของ ระดับกำลังสัญญาณ, Link Quality, Access control, Security ฯลฯ แต่ในเลเยอร์ถัดไปจะเป็นรูปแบบของ Zigbee

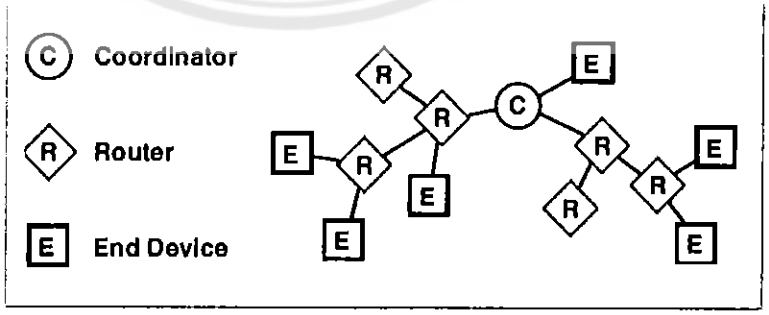


รูปที่ 2.11 Zigbee Stack[10]

จะมีรายละเอียดของแต่ละชั้นดังนี้

1. ชั้นกายภาพ (Physical layer) เป็นในระดับของสัญญาณทำหน้าที่ในการสื่อสาร และรับย่านความถี่วิทยุในระดับกายภาพ
2. ชั้น MAC (Mac layer) ทำหน้าที่ในการควบคุมการเข้าถึงช่องสัญญาณ การดูแลรักษาเครือข่ายพื้นที่ส่วนบุคคลและการสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการส่ง
3. ชั้นเครือข่าย (Network layer) ทำหน้าที่ในการจัดการรูปแบบการเชื่อมต่อและจัดการกับ MAC นอกจากนี้แล้วยังทำหน้าที่ในการค้นหาเส้นทางและค้นหาโปรโตคอล รวมไปถึงการจัดการทางด้านความปลอดภัยด้วย
4. ชั้นย่อยสำหรับสนับสนุนชั้นแอพพลิเคชั่น(Application support sub-layer) ทำหน้าที่ในการสร้างเฟรมข้อมูลของชั้นแอพพลิเคชั่น และทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลกับชั้นแอพพลิเคชั่นและชั้นเครือข่าย (Network Layer)
5. ชั้นแอพพลิเคชั่น (Application layer) อยู่ชั้นบนสุดของโครงสร้างโปรโตคอล (Protocol) โดยมี ZDO (Zigbee Device Object) เป็นตัวจัดการการเข้าถึงและใช้งาน ในชั้นนี้จะมีกรอบของแอพพลิเคชั่น (Application Framework) เป็นจุดสิ้นสุด (Endpoint)

จากรูปที่ 2.12 Zigbee ได้จะถูกแบ่งตามลักษณะการทำงาน 3 แบบ คือ



รูปที่ 2.12 Zigbee Node[10]

1. โคออร์ดิเนเตอร์ (Coordinator)[12] มีหน้าที่สร้างการสื่อสาร เชื่อมโยงเครือข่าย ระหว่าง End Device กับเราเตอร์ หรือโคออร์ดิเนเตอร์ กับโคออร์ดิเนเตอร์ด้วยกัน หรือโคออร์ดิเนเตอร์ กับเราเตอร์ โดยจะกำหนดที่อยู่ (address) ให้กับอุปกรณ์ (device) ที่อยู่ในวงเครือข่ายไม่ให้ซ้ำกัน ดูแลจัดการเรื่อง การ Routing เส้นทาง ซึ่งเทียบได้กับ FFD

2. End Device เป็นอุปกรณ์ปลายทางสุด ซึ่งจะใช้รับสัญญาณจากตัวรับรู้ (Sensor) ที่ปลายทาง โดยที่ใช้พลังงานต่ำในการทำงาน เทียบได้กับ RFD หรือ FFD บางกรณี ขึ้นอยู่กับตัวรับรู้ ที่ใช้

3. เราเตอร์มีหน้าที่ รับส่งข้อมูล ในเส้นทางต่าง ๆ ของเครือข่าย ซึ่งเทียบได้กับ FFD

2.4.3 รูปแบบการเชื่อมต่อ (Topology) ของ Zigbee

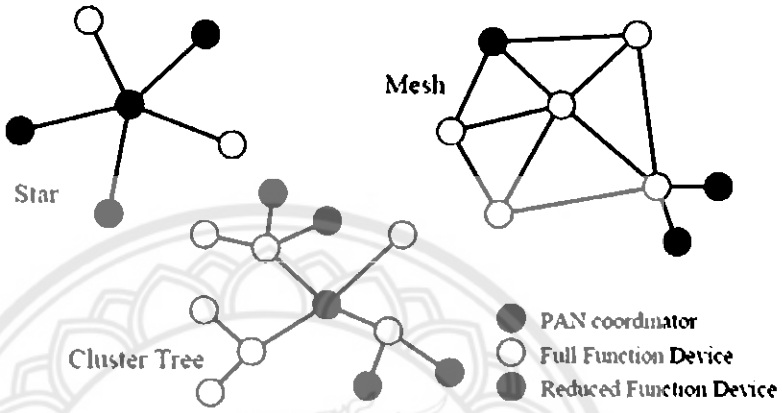
เครือข่าย Zigbee เป็นเครือข่ายการสื่อสารไร้สายส่วนบุคคล (Wireless Personnel Area Network: WPAN)[13] การสร้างเครือข่าย Zigbee ต้องประกอบไปด้วยโหนด 2 โหนดขึ้นไปโดยมี โหนดที่ทาหน้าที่เป็นโหนดประสานงาน (Coordinator Node) 1 โหนดและมีโหนดอื่นซึ่งสามารถจะ เป็นโหนดฟังก์ชั่นอุปกรณ์แบบเต็มรูปแบบ (Full – Function Device) หรือโหนดฟังก์ชั่นอุปกรณ์แบบ ลดทอน (Reduce – Function Device)

เครือข่ายไร้สาย Zigbee สามารถแบ่งรูปแบบการเชื่อมต่อได้เป็น 3 รูปแบบ ดังรูปที่ 2.13

1. รูปแบบการเชื่อมต่อแบบดาว (Star Topology) จะมีลักษณะการทำงานแบบแพร่กระจาย (Broadcast) และโหนดทุกโหนดที่อยู่ในระบบเครือข่ายจะได้รับข้อมูลที่ถูกส่งออกไปทุกตัว

2. รูปแบบการเชื่อมต่อแบบตาข่าย (Mesh Topology) มีลักษณะการทางานโดยโหนดแต่ละ โหนดเชื่อมต่ออยู่บนโครงข่ายกับหลายโหนดเป็นข้อดี คือ หากโหนดใดโหนดหนึ่งเสียหาย การสื่อสาร ข้อมูลยังสามารถทางานได้อยู่ผ่านเส้นทางอื่น ดังนั้นการเชื่อมต่อแบบตาข่ายจึงเป็นรูปแบบการเชื่อมต่อ ที่มีประสิทธิภาพสูง

3. รูปแบบการเชื่อมต่อแบบกลุ่มต้นไม้ (Cluster Tree) มีลักษณะการทางานในแบบส่งผ่านข้อมูล คือข้อมูลที่จะถูกส่งจากโหนดประสานงานไปยังโหนดปลายทาง ต้องส่งผ่านโหนดหาเส้นทางซึ่งเป็นตัวกลางในการค้นหาเส้นทางในการรับส่งข้อมูลภายในระบบ



รูปที่ 2.13 แสดงการเชื่อมต่อแบบตาข่าย ดาว และกลุ่มต้นไม้[13]

2.4.4 Xbee

Xbee เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารแบบไร้สารตามรูปแบบมาตรฐานของ Zigbee Protocol ภายในของตัว Xbee จะประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช่ในการควบคุมและสั่งการทางาน Xbee และมีไอซีคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งทาหน้าที่ทางด้านการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายของตัว X-Bee

Xbee จะรับส่งข้อมูลแบบกึ่งสองทิศทาง (Half Duplex) คือสามารถที่จะส่งข้อมูลสวนทางกันได้แต่จะไม่สามารถส่งได้พร้อมกันจะต้องสลับกันรับและส่ง ที่ความถี่ 2.4 GHz นอกจากนี้ Xbee มีการจัดการโดยใช้พลังงานต่า และใช้แรงดังแหล่งจ่ายไฟ 2.7–3.3 โวลต์ สามารถสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวอื่นผ่าน UART (TTL) ได้ แต่ต้องปรับระดับสัญญาณให้เท่ากันเสียก่อน

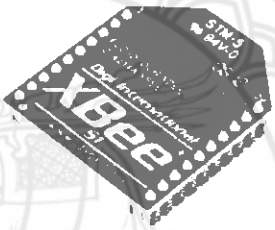
การใช้งาน Xbee นั้นไม่ยุ่งยากเพราะทางบริษัทผู้ผลิตได้ทาการพัฒนา Firmware สำหรับใช้งานกับ Xbee แต่ละรุ่นเอาไว้ให้ โดยสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ผ่านทาง software interface เช่น X-CTU เป็นต้น

2.4.4.1 ชนิดของ Xbee

Xbee[10] ถูกพัฒนาขึ้นมาทั้งหมด 2 รุ่น ได้แก่รุ่น Serie1 และรุ่น Serie2 โดยทั้งสอง Series จะไม่สามารถสื่อสารข้าม Series ได้ ดังนั้นหากในระบบมีการเลือกใช้ Xbee Series ใด ก็จะต้องเลือกใช้ Series นั้นทั้งระบบ และคุณสมบัติก็จะแตกต่างกันไป

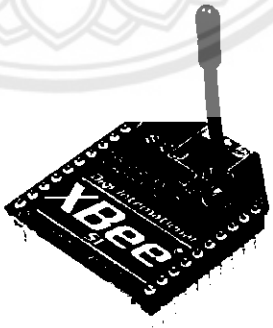
หากแบ่งชนิดของ Xbee ตามชนิดของเสาอากาศ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิดดังนี้

1. Xbee ชนิด PCB Antenna ดังรูปที่ 2.14 เหมาะสำหรับงานที่ต้องการใช้พื้นที่เล็กๆ และไม่มีสายอากาศยื่นออกมา ดังนั้นสามารถนำไปใส่กล่องพลาสติกได้แต่จะไม่สามารถใส่กล่องเหล็กได้ เพราะกล่องเหล็กจะบดบังสัญญาณทำให้ไม่สามารถสื่อสารได้



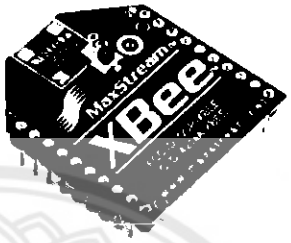
รูปที่ 2.14 Xbee ชนิด PCB Antenna[10]

2. Xbee ชนิด Wire Antenna เหมาะสำหรับการทดลองหรือการใช้งานทั่วไป โดยไม่ได้ติดตั้งในกล่องเพราะจะมีเสาอากาศที่เป็นปัญหาในการติดตั้งอยู่บ้าง แต่ก็ช่วยในการสื่อสารให้ได้ตามระยะทางที่ระบุไว้ตามรุ่น



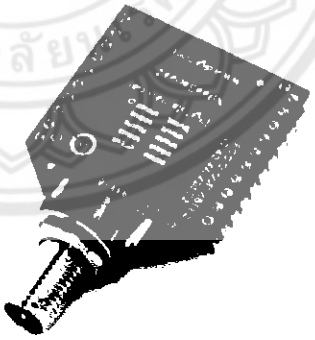
รูปที่ 2.15 Xbee ชนิด Wire Antenna[10]

3. Xbee ชนิด UFL Antenna เหมาะสำหรับนำไปติดตั้งในกล่องจะใช้งานได้สะดวกและมีเสาอากาศยื่นออกมานอกกล่องได้แต่เนื่องจากใช้สายอากาศต่อจาก Xbee และมีเสาต่อจากสายอากาศอีกจึงอาจทำให้สัญญาณมีการลดทอนบ้าง จะสามารถสื่อสารได้ไกลตามระยะที่ระบุไว้ตามรุ่น



รูปที่ 2.16 Xbee ชนิด UFL Antenna[10]

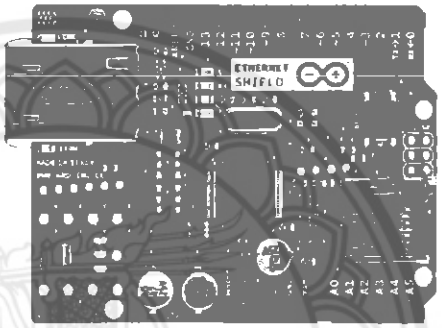
4. Xbee ชนิด SMA Antenna ดังรูปที่ 2.17 เหมาะสำหรับการติดตั้งในกล่องแต่ต้องออกแบบจุดติดตั้ง Xbee ให้เสาอากาศออกมานอกรูเจาะ เพื่อใช้สำหรับเสียบเสาอากาศ และ Xbee ชนิดนี้ยังสามารถส่งสัญญาณได้เสถียรที่สุดและสามารถสื่อสารได้ไกลตามระยะที่ระบุไว้ตามรุ่น



รูปที่ 2.17 Xbee ชนิด SMA Antenna[10]

2.5 Arduino Ethernet Shield

อีเทอร์เน็ต(Ethernet) [15] ดังแสดงในรูปที่ 2.18 เป็นส่วนของการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ที่อยู่ภายใน Local Area Network (LAN) ซึ่งจะใช้เป็นส่วนพื้นฐานในการส่งผ่านข้อมูล โดยที่การสื่อสารผ่าน อีเทอร์เน็ต ซึ่งจะต้องมีการระบุที่อยู่ของผู้ส่งและผู้รับ หรือ MAC Address (Media Address Control)



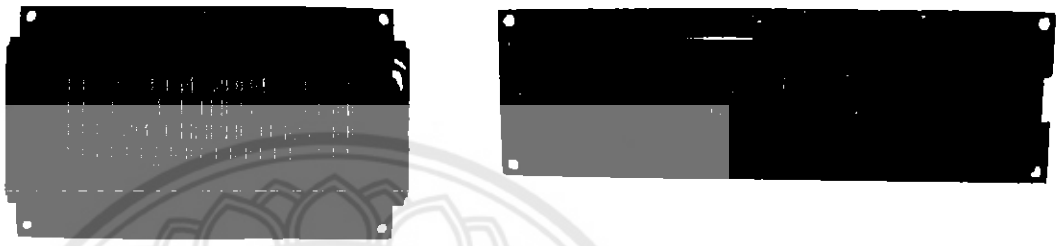
รูปที่ 2.18 Arduino Ethernet Shield[15]

โดยจะใช้ TCP และ IP (Transmission Control Protocol and Internet Protocol) สำหรับการติดต่อผ่านระบบอินเตอร์เน็ตซึ่งสามารถติดต่อกันได้ทั่วโลกนั้นต้องมีการระบุโดยใช้ IP address โดยเป็นการทำงานครอบบนอีเทอร์เน็ต ภายใน LAN อีกที IP Address นั้นจะเป็นตัวเลขที่ไม่ซ้ำกันจากผู้ส่งไปถึง IP Address ของผู้รับ โดยเป็นตัวเลข 4 ไบต์ แยกกันแต่ละไบต์ด้วยจุด เช่น 192.168.1.25 เป็นต้น โดยค่า IP Address นี้จะถูกแปลงให้เป็น URL เช่น http://medicalnu.meximas.com/ โดยผ่านอุปกรณ์ที่แปลงเป็น IP address เรียกว่า DNS หรือ Domain Name System

Local IP Address ทีนี้ถ้าในบ้านหรือใน Local network ของเรามีเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่องผ่านเราเตอร์ และ เกตเวย์ของเรา แต่ละเครื่องคอมพิวเตอร์ในบ้านจะต้องใช้ Local IP address ที่สามารถแจกให้โดย DHCP หรือ Dynamic Host Configuration Protocol นะ อันนี้เป็นฟังก์ชั่นของ เราเตอร์ ที่มีขายกันทุกยี่ห้อ แต่เราก็สามารถใช้ IP Address แบบคงที่ได้ โดยกำหนดให้ใช้แบบ Fixed IP เว็บเบราเซอร์ที่ใช้ ไม่ว่าจะเป็น Internet Explorer Chrome หรือ Safari ก็จะใช้วิธีการสื่อสารที่เรียกว่า HTTP หรือ Hyper Text Transfer Protocol สื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ กับอุปกรณ์ หรือเซิฟเวอร์ โดยที่เว็บเบราเซอร์มีหน้าที่แปลงข้อความ ภาพ และ อื่นๆ ที่ส่งให้โดยใช้ Hypertext Markup Language (HTML) มาแปลความและแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ของเรานั่นเอง

2.6 จอ LCD ขนาด 20*4 และขนาด 20*2

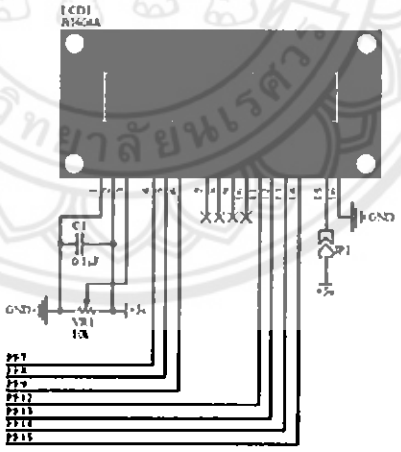
จอ LCD ดังรูปที่ 2.19 จะมี PIN ทั้งหมด16 PIN โดยมี PIN ที่ใช้ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งหมด 7 PIN โดย PIN4-PIN14 จะใช้ต่อเป็น Input เพื่อให้ MCU ส่งค่ามา LCD ส่วน PIN1-PIN3 จะใช้ ปรับความสว่าง PIN15 และ PIN16 ไฟเลี้ยง และ กราวด์



รูปที่ 2.19 จอ LCD ขนาด 20*4(ทางซ้าย) และขนาด 20*2(ขวา)**[16]**

โดยการต่อใช้งาน LCD จะเป็นดังนี้

ต่อสัญญาณควบคุม LCD จากบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ ดังรูปที่ 2.20 PE7, PE8, PE9, PE12, PE13, PE14 และ PE15 เข้าที่ขั้วต่อ Input ต่อไฟ LED VCC = 5V และ GND เข้าทางขั้วต่อ Input ต่อ ขา 1 , 2 และ 3 ของ LED กับ VSS



รูปที่ 2.20 การต่อสัญญาณควบคุม LCD จากบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ (MCU)[16]

2.7 ระบบฐานข้อมูล

Database (ฐานข้อมูล)[19] เป็นกลุ่มของข้อมูล ที่มีการจัดการเพื่อที่จะทำให้ การเข้าถึง จัดการและปรับปรุงง่ายขึ้น ระบบฐานข้อมูล (Database System) คือ ระบบที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่เห็นได้อย่างชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลายๆแฟ้มที่มีข้อมูล เกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์กัน ไว้อย่างเป็นระบบ ซึ่งในการออกแบบฐานข้อมูลนั้น ต้องมีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลรูปแบบของฐานข้อมูล ซึ่งจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภท คือ

1. รูปแบบข้อมูลแบบลำดับขั้น หรือโครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchical data model) เป็นวิธีการสร้างฐาน ข้อมูลแบบลำดับขั้นซึ่งถูกพัฒนาโดยบริษัท ไอบีเอ็ม จำกัด ในปี 1980 ได้รับความนิยมมาก ในกาพัฒนาฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่และขนาดกลาง โดยที่โครงสร้างข้อมูลจะสร้างรูปแบบเหมือนต้นไม้ โดยความสัมพันธ์เป็นแบบหนึ่งต่อหลาย (One- to -Many) ข้อมูลที่จัดเก็บในที่นี้ คือ ระเบียน(Column) ซึ่งประกอบด้วยค่าของเขตข้อมูล(Field) ของเอนทิตีหนึ่งๆ

2. รูปแบบข้อมูลแบบเครือข่าย (Network data Model) ฐานข้อมูลแบบเครือข่ายมีความคล้ายคลึงกับฐาน ข้อมูลแบบลำดับชั้น ต่างกันที่โครงสร้างแบบเครือข่าย อาจจะมีการติดต่อหลายต่อต่อหนึ่ง (Many-to-one) หรือ หลายต่อหลาย (Many-to-many) กล่าวคือลูก (Child) อาจมีพ่อแม่ (Parent) มากกว่าหนึ่ง

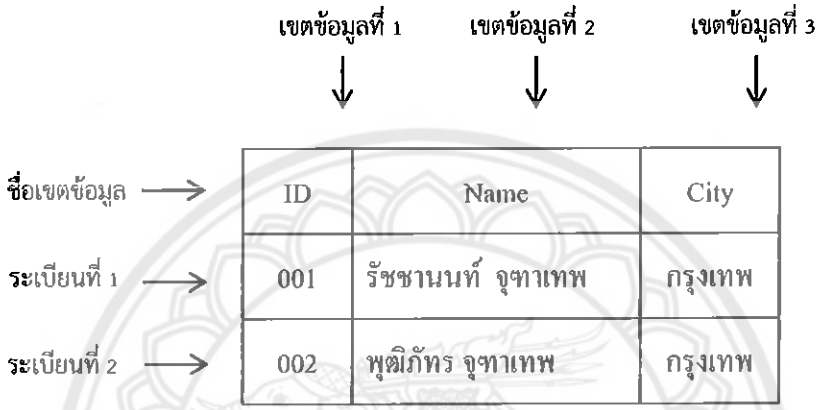
3. รูปแบบความสัมพันธ์ข้อมูล (Relation data model) เป็นลักษณะการออกแบบฐานข้อมูลโดยจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปของตารางที่มีระบบคล้ายแฟ้ม โดยที่ข้อมูลแต่ละแถว (Row) ของตารางจะแทนเรคคอร์ด (Record) ส่วน ข้อมูลในแนวดิ่งจะแทนระเบียน ซึ่งเป็นขอบเขตของข้อมูล โดยที่ตารางแต่ละตารางที่สร้างขึ้นจะเป็นอิสระ

2.7.1 โครงสร้างฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลในปัจจุบันจะนิยมใช้ฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (Relational Database) โครงสร้างพื้นฐานของฐานข้อมูลประเภทนี้จะมีดังต่อไปนี้

1. ตาราง (Table)

จะเป็นที่เก็บข้อมูลของฐานข้อมูล จะมีลักษณะเป็นตาราง 2 มิติ โดยจะถือว่าข้อมูลในแถว (Row) เป็นข้อมูลหนึ่งชุดเรียกว่าระเบียน (Record) ซึ่งข้อมูลในแต่ละชุดจะประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ตามแนวตั้ง (Column) ซึ่งเรียกว่า เขตข้อมูล (Field)



ตารางที่ 2.21 โครงสร้างของตารางที่เก็บข้อมูลของฐานข้อมูล

2. ดัชนี (Index)

ดัชนีจะเป็นเขตข้อมูลที่ใช้ช่วยในการค้นหาข้อมูล การทำงานของฟิลด์ที่เป็นดัชนีคือ จะมีการจัดเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติโดยอาศัยเขตข้อมูลของดัชนีเป็นตัวอ้างอิง การที่มีดัชนีหมายความว่า ข้อมูลได้มีการจัดเรียงไว้แล้ว ยกตัวอย่างเช่นสมุดโทรศัพท์ ถ้าต้องการหาชื่อคนที่ขึ้นต้นด้วยตัว "ร" จะสามารถไปเปิดค้นได้จากบริเวณท้ายเล่มได้ โดยไม่ต้องดูไปทีละหน้าว่ามีชื่อที่ขึ้นต้นด้วย "ร" อยู่หรือไม่

3. กุญแจหลัก (Primary Key)

กุญแจหลักจะเป็นเขตข้อมูลที่สามารถเป็นตัวแทนระเบียนทั้งหมด ค่าของกุญแจหลักจะต้องไม่ซ้ำกัน เมื่อระบุค่ากุญแจหลักแล้ว จะต้องสามารถอ้างอิงถึงเขตข้อมูลอื่นๆ ได้เลย ยกตัวอย่างเช่น จากรูปที่ 1 เมื่อระบุรหัส 001 จะหมายถึง ข้อมูลของ รัชชานนท์ จุฑาเทพ ซึ่งอยู่อาศัยที่กรุงเทพ

4. ความสำคัญของการประมวลผลแบบระบบฐานข้อมูล

จากการจัดเก็บข้อมูลรวมเป็นฐานข้อมูลจะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. สามารถลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล
2. หลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูล
3. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้
4. สามารถรักษาความถูกต้องเชื่อถือได้ของข้อมูล
5. สามารถกำหนดความเป็นมาตรฐานเดียวกันของข้อมูล
6. สามารถกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูล
7. เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล

2.7.2 MySQL

MySQL จัดเป็นระบบจัดการฐานขอมูลเชิงสัมพันธ์ [20] (RDBMS: Relational Database Management System) ตัวหนึ่ง ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโลกอินเตอรเน็ต สาเหตุเพราะว่า MySQL เป็นฟรีแวร์ทางด้านฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นทางเลือกใหม่จากผลิตภัณฑ์ระบบจัดการฐานขอมูลในปัจจุบัน ที่มักจะเป็นการผูกขาดของผลิตภัณฑ์เพียงไมกี่ตัว นักพัฒนาระบบ

ฐานข้อมูลที่เคยใช้ MySQL ต่างยอมรับในความสามารถความรวดเร็วการรองรับจำนวนผู้ใช้และขนาดของข้อมูล จำนวนมหาศาล ทั้งยังสนับสนุนการใช้งานบนระบบปฏิบัติการมากมายไม่ว่าจะเป็น Unix, OS/2, Mac OS หรือ Windows ก็ตาม นอกจากนี้ MySQL ยังสามารถใช้งานรวมกับ Web Development Platform ทั้งหลายไม่ว่าจะเป็น C, C++, Java, Perl, PHP, Python, Tcl หรือ ASP ดังนั้นจึงไมเป็นที่นาแปลกใจเลยว่า ทำไม MySQL จึงได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบันและมีแนวโน้มสูงยิ่งขึ้นต่อๆ ไปในอนาคต

1. ความสามารถของ MySQL

1. ใช้ Kernel Threads ในการทำงานแบบ Multi - Threaded
2. สนับสนุน API ต่าง ๆ เพื่อให้เข้ากันได้ของระบบอื่นๆ
3. MySQL สามารถใช้งานหลายแพลตฟอร์มเช่น Windows, Linux เป็นต้น
4. สนับสนุน Group by และ Order by clauses และ Group Fund

2. ประเภทของข้อมูลใน mysql

1. ประเภทข้อมูลสำหรับตัวเลข

จะใช้สำหรับเก็บข้อมูลตัวเลข ซึ่งอาจจะใช้ในการคำนวณหรือการจัดเรียงเปรียบเทียบกันในฟิลด์นั้นๆ แบ่งออกเป็น จำนวนเต็มดังตารางที่ 2.2 จำนวนทศนิยม ดังตารางที่ 2.3 และจำนวนจริง

ลำดับที่	ชื่อประเภทข้อมูล	แบบคิดเครื่องหมาย	แบบไม่คิดเครื่องหมาย	เนื้อที่เก็บข้อมูล
1	TINYINT(M)	-128 ถึง127	0 ถึง 255	1 byte
2	SMALLINT(M)	-32768 ถึง 32767	0 ถึง 65535	2 byte
3	MEDIUMINT(M)	-8388608 ถึง 8388607	0 ถึง16777215	3 byte
4	INT(M) หรือ INTEGER(M)	-2147483648 ถึง 2147483647	0 ถึง 4294967295	4 byte
5	BIGINT(M)	-9223372036854775808 ถึง 9223372036854775807	0 ถึง 18446744073709551615	8 byte

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงประเภทข้อมูลที่เป็นชนิดจำนวนเต็ม[17]

ลำดับที่	ชื่อประเภทข้อมูล	แบบคิดเครื่องหมาย	แบบไม่คิดเครื่องหมาย	เนื้อที่เก็บข้อมูล
1	FLOAT(M,D) ค่า M เป็นจำนวนหลักที่ต้องการแสดงผลและค่า D คือจำนวนหลังจุดทศนิยม	-3.402823466E+38 ถึง -1.175494351E-38	0 และ 1.175494351E-38 ถึง 3.402823466E+38	4 byte
2	DOUBLE(M,D)	-1.7976931348623157E+308 ถึง -2.2250738585072014E-308	0 และ 2.2250738585072014E-308 ถึง 1.7976931348623157E+308	8 byte

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงประเภทข้อมูลที่เป็นชนิดจำนวนทศนิยม[17]

2. ประเภทข้อมูลสำหรับวันที่และเวลา

จะใช้เก็บข้อมูลวันเวลาตามที่ต้องการ ดังตารางที่ 2.4

ลำดับที่	ชื่อประเภทข้อมูล	รายละเอียด	เนื้อที่เก็บข้อมูล
1	DATE	ข้อมูลชนิดวันที่ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1000 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999 การแสดงผลวันที่อยู่ในรูปแบบ 'YYYY-MM-DD'	3 byte
2	DATETIME	ข้อมูลชนิดวันที่และเวลา ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1000 เวลา 00:00:00 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999 เวลา 23:59:59 การแสดงผลวันที่และเวลาอยู่ในรูปแบบ 'YYYY-MM-DD HH:MM:SS'	8 byte
3	TIME	ข้อมูลประเภทเวลา สามารถเป็นได้ตั้งแต่ '-838:59:59' ถึง '838:59:59' แสดงผลในรูปแบบ HH:MM:SS	3 byte
4	YEAR(2/4)	ข้อมูลประเภทปี คศ โดยสามารถเลือกว่าจะใช้แบบ 2 หรือ 4 หลัก ถ้าเป็น 2 หลักจะใช้ได้ตั้งแต่ปี คศ 1901 ถึง 2155 ถ้าเป็น 4 หลักจะใช้ได้ตั้งแต่ปี คศ 1970 ถึง 2069	1 byte

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงประเภทข้อมูลสำหรับวันที่และเวลา[17]

3. ประเภทข้อมูลสำหรับตัวอักษร

จะใช้เก็บข้อมูลที่เป็นตัวอักษรเท่านั้น ดังตารางที่ 2.5

ลำดับที่	ชื่อประเภทข้อมูล	รายละเอียด	เนื้อที่เก็บข้อมูล
1	CHAR(M)	เป็นข้อมูลสตริงที่จำกัดความกว้าง ไม่สามารถปรับขนาดได้ ขนาดความกว้างเป็นได้ตั้งแต่ 1 ถึง 255 ตัวอักษร	ตามจำนวนตัวอักษรที่ระบุ
2	VARCHAR(M)	คล้ายกับแบบ CHAR(M) แต่สามารถปรับขนาดตามข้อมูลที่เก็บในฟิลด์ได้ ความกว้างเป็นได้ตั้งแต่ 1 ถึง 255 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 1 byte
3	TINYTEXT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 255 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 1 byte
4	TEXT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 65,535 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 2 byte
5	MEDIUMTEXT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 16,777,215 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 3

			byte
6	LONGTEXT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 4,294,967,295 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 4 byte
7	ENUM	เป็นข้อมูลประเภทระบุเฉพาะค่าที่ต้องการ หรือถ้าไม่มีจะให้เป็นค่า NULL สามารถกำหนดค่าได้ถึง 65,535 ค่า	ตามจำนวนตัวอักษรที่ระบุ
8	SET('value1','value2',...)	เป็นข้อมูลประเภทเซท ประกอบด้วยข้อมูลที่ไม่มีค่าหรือมีค่าตามสมาชิกที่กำหนด สามารถมีจำนวนสมาชิกได้ 64 ตัว	

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงประเภทข้อมูลสำหรับตัวอักษร[17]

3. ข้อดีของ MySQL

1. สามารถเอา Source Code โปรแกรมไปพัฒนาต่อยอดได้

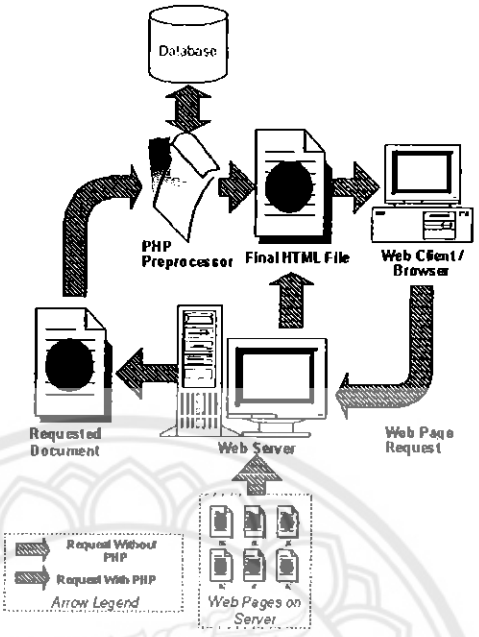
2. สามารถนำไปใช้ได้กับทุกระบบทุกแพลตฟอร์ม ใช้กับ ASP, JSP แต่ที่นิยมเอามาใช้งานร่วมกับ PHP เนื่องจาก MySQL และ PHP เป็น Open Source เหมือนกัน สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างเสถียร

3. มีผู้ให้บริการเซิฟเวอร์ ส่วนใหญ่ รองรับฐานข้อมูล MySQL มากกว่าฐานข้อมูลแบบอื่น

2.7.3 ภาษา PHP

PHP ย่อมาจาก "Personal Home Page" [21]ถูกสร้างขึ้นประมาณกลางปี ค.ศ. 1994 โดย นาย Rasmus Lerdorf ชาวเดนมาร์ก เป็นผู้เริ่มต้นพัฒนา เป็นภาษา Server-Side Script อีกภาษาหนึ่งเช่นเดียวกัน
กับ ASP ที่มีการทำงานดังรูปที่ 2.21 ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ฝั่งเซิฟเวอร์ ซึ่งรูปแบบในการเขียนคำสั่งการทำงานนั้นจะมีลักษณะคล้ายกับภาษา Perl หรือภาษา C และสามารถใช้ร่วมงานกันกับ ภาษา HTML ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะทำให้รูปแบบเว็บเพจมีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านของการเขียนโปรแกรม ในการสร้างเว็บจะใช้ Script อยู่ 2 แบบด้วยกันคือ

- Server-Side Script เป็นลักษณะของภาษาที่ทำงานบนเครื่องเซิฟเวอร์ เช่น CGI, ASP
- Client-Side Script เป็นลักษณะของภาษาที่ทำงานบนเครื่องผู้ใช้เช่น JavaScript, VBScript



รูปที่ 2.21 การทำงานของภาษา PHP[18]

1. ความสามารถของภาษา PHP

1. สร้างฟอร์มโต้ตอบ หรือรับส่งข้อมูลกับผู้ใช้ได้

2. สามารถแทรกโค้ด PHP เข้าไประหว่างโค้ดภาษา HTML ได้

3. PHP มีฟังก์ชั่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการข้อความอักขระรูปแบบเหมือนกัน (Pattern matching) และสนับสนุนตัวแปร Scalar, Array, Associative และสามารถกำหนดโครงสร้างข้อมูลรูปแบบอื่นๆ เช่นเดียวกับภาษาซี(C) หรือภาษาจาวา (Java)

4. สามารถรองรับการติดต่อกับฐานข้อมูลได้มากมาย เช่น MySQL, Oracle, SQLServer, Access, Unixdbm เป็นต้น

5. สนับสนุนการติดต่อกับโปรโตคอลได้หลากหลาย

6. สามารถทำงานได้กับฮาร์ดแวร์ทุกระดับ

2. ข้อดีของภาษา PHP

1. เป็นภาษาที่กำหนดให้เป็น Open Source
2. PHP สามารถใช้หลายแพลตฟอร์ม เช่น Windows Linux เป็นต้น
3. ใช้ร่วมกับ XML ได้

2.7.4 ภาษา HTML

HTML ย่อมาจาก Hypertext Markup Language [22]เป็นภาษาคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ที่มีโครงสร้างการเขียนโดยอาศัยตัวกำกับ (Tag) ควบคุมการแสดงผลข้อความ รูปภาพ หรือวัตถุอื่น ๆ ผ่านโปรแกรมเบราว์เซอร์ แต่ละ Tag อาจจะมีส่วนขยาย เรียกว่า Attribute สำหรับระบุ หรือควบคุมการแสดงผล ของเว็บได้ด้วย HTML เป็นภาษาที่ถูกพัฒนาโดย World Wide Web Consortium (W3C) จากแม่แบบของภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) โดยตัดความสามารถบางส่วนออกไป เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้ได้ง่าย

1. ความสามารถของภาษา HTML

1. HTML ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานกับเว็บโดยเฉพาะ และใช้รหัสข้อมูลแบบธรรมดา ทำให้ไฟล์ HTML สามารถใช้ได้กับทุกๆโปแกรม
2. HTML สามารถทำงานกับมัลติมีเดียได้
3. สูตรที่เขียนเป็น HTML สามารถเข้าถึงได้ด้วยสคริปต์
4. ในรหัส HTML สามารถระบุความหมายเบื้องต้นได้หากต้องการ ในขณะที่ Tax ไม่สามารถทำได้ เช่น"i" หมายถึงหน่วยจินตภาพ ส่วน i หมายถึงตัวแปรดัชนี

2. ข้อดีของภาษา HTML

1.สูตรคณิตศาสตร์แบบ HTML ที่เขียนอยู่ในบรรทัดเดียวกัน สามารถจัดตำแหน่งให้ตรงกับข้อความ HTML อื่น ๆ รอบข้างได้เสมอ

2.สีพื้นหลัง ขนาดอักษร และแบบอักษรเข้ากันได้กับเนื้อหา HTML อื่น ๆ และสามารถจัดรูปแบบด้วย CSS ได้

3.หน้าที่ใช้ HTML โหลดได้เร็วกว่า และใช้พื้นที่เก็บแคชน้อยกว่า

4.แม่แบบใด ๆ ที่ใช้ในสูตรคณิตศาสตร์สามารถปรับเปลี่ยนได้ง่ายในคราวเดียว ไม่ต้องทำเองทั้งหมด

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

ในบทนี้ผู้ดำเนินโครงงานจะกล่าวถึงรายละเอียดการดำเนินโครงงานโดยแบ่งการทำงานหลักของระบบออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1 .วิเคราะห์ความต้องการของแพทย์ พยาบาล และความต้องการของระบบ

2. ภาพรวมของระบบ จะกล่าวถึงในส่วนของภาพรวมของระบบว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง แต่ละส่วนสัมพันธ์กันอย่างไร และระบบมีการทำงานอย่างไร

3. หลักการทำงาน และการเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์และควบคุมอัตราการไหลของสารน้ำภายในระบบ พร้อมทั้งกล่าวถึงอุปกรณ์สำหรับนับจำนวนหยดของสารน้ำ การรับค่าจากอินเทอร์เน็ต และการเชื่อมต่อกับเครือข่ายไร้สาย Zigbee

4. การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อัจฉริยะ และสร้างระบบฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลไว้บนเซิฟเวอร์ เพื่อทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรเลอร์ในการรับส่งข้อมูล

3.1 วิเคราะห์ความต้องการของของแพทย์ พยาบาล และความต้องการของระบบ

เนื่องจากระบบต้นแบบควบคุมการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำและแจ้งเตือนอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะที่ได้จัดทำขึ้นมานั้น มีความเกี่ยวข้องกับแพทย์และพยาบาล ซึ่งจะเป็นผู้ที่ใช้ระบบที่ได้จัดทำขึ้นมา และเพื่อให้ได้ระบบที่ตรงตามความต้องการของแพทย์และพยาบาล จึงได้ทำการวิเคราะห์ความต้องการในการสร้างระบบโดยสอบถามความต้องการของแพทย์และพยาบาล ซึ่งได้ความต้องการดังนี้

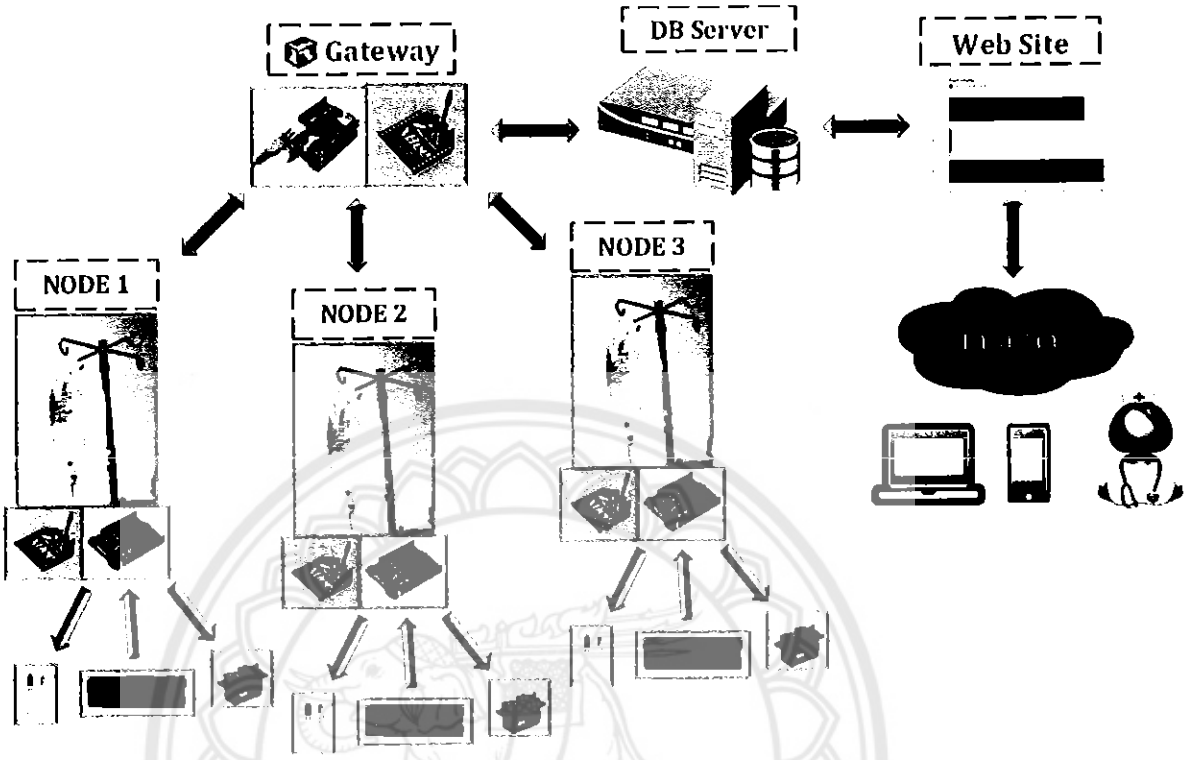
1. สามารถตั้งค่าการให้สารน้ำได้ คือ ให้ระบบสามารถตั้งค่าการไหลของสารน้ำตามที่พยาบาลต้องการได้
2. สามารถทราบปริมาณสารน้ำที่เหลืออยู่ได้ โดยมีการแสดงสถานะปริมาณของสารน้ำที่คงเหลือของแต่ละห้องของผู้ป่วย
3. สามารถปิด-เปิด ระบบการตั้งค่าการให้สารน้ำได้ เมื่อต้องการปิดหรือเปิดระบบ

ทางผู้จัดทำโครงงานได้นำมาวิเคราะห์และสร้างระบบได้ดังนี้

1. ระบบสามารถตั้งค่าและควบคุมการไหลของสารน้ำได้ โดยทางผู้จัดทำจะสร้างหน้ารับค่า หรือหน้าการตั้งค่าเพื่อให้พยาบาลสามารถตั้งค่าอัตราการไหลของสารน้ำได้โดยผ่านอุปกรณ์อัจริยะ
2. ระบบสามารถแจ้งเตือนสถานะของสารน้ำ และสามารถแจ้งเตือนเมื่อสารน้ำอยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่าที่ระบบกำหนดไว้ โดยระบบจะปรากฏหน้าแจ้งเตือนพร้อมเสียงเมื่อปริมาณสารน้ำเหลือในปริมาณที่ควรหยุดการให้สารน้ำ
3. ระบบสามารถหยุดการให้สารน้ำได้หากพยาบาลไม่ทำการหยุดการให้สารน้ำ หลังจากระบบแจ้งเตือนแล้วพยาบาลไม่ทำการปิดระบบ ระบบจะทำการปิดอัตโนมัติ

3.2 ภาพรวมของระบบ (System Overview)

ผู้ใช้สามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่หรือคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตสั่งการและควบคุมอัตราการไหลของสารน้ำผ่านทางเครื่องบริการเว็บ (Web Server) ระบบจะทำการเก็บข้อมูลจากผู้ใช้ลงฐานข้อมูล แล้วส่งข้อมูลไปที่ เกตเวย์ (Gateway) ซึ่งมีไมโครคอนโทรเลอร์และเครือข่ายไร้สาย Zigbee ทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมต่อกับโหนดต่างๆ ในแต่ละโหนด แล้วนำมาประมวลผลส่งไปที่อุปกรณ์สำหรับควบคุมอัตราการให้สารน้ำ และอุปกรณ์สำหรับนับจำนวนหยดของสารน้ำ พร้อมทั้งนำผลที่ได้รับ คือ อัตราการไหลของสารน้ำซึ่งเป็นค่าปริมาตรคงเหลือของสารน้ำในขวดของสารน้ำคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยไมโครคอนโทรเลอร์จะส่งผลที่ได้รับนี้ไปที่ เกตเวย์ และเก็บข้อมูลไว้ที่เครื่องบริการเว็บ ซึ่งจะแสดงข้อมูลที่รับมานี้ในรูปแบบกราฟสามมิติผ่านเว็ปไซต์โดยสามารถเข้าถึงได้ผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ (System Overview)

3.3 หลักการ และการเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์

เนื่องจากระบบที่จัดทำขึ้นมานี้ ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในการสั่งการ และควบคุมการทำงานของสารน้ำผ่านเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งเซอร์โวมอเตอร์จะเป็นส่วนที่ควบคุมการไหล หรือการปิด-เปิดของสารน้ำนั้นเอง นอกจากนี้บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์เป็นส่วนที่ควบคุมการรับ-ส่งค่าข้อมูลที่จะส่งถูกเก็บบนเซิฟเวอร์โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ยังทำงานในส่วนของการเชื่อมต่อกับระบบไร้สาย Zigbee ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อโครงข่ายแบบ ดาว (Star) หรือ แบบ Broadcast ซึ่งเป็นการรับส่งข้อมูลแบบไม่เฉพาะเจาะจงจุดหมายปลายทาง

3.3.1 การใช้อุปกรณ์ในการนับจำนวนหยดของสารน้ำ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการนับจำนวนหยดของสารน้ำ คือ ตัวรับรู้แสง (Light sensor) มีหลักการในการทำงานโดยใช้เซ็นเซอร์ 2 ตัวคือ

1. ตัวส่งแสงจะใช้แอลอีดี (Light Emitting Diode:LED) ซึ่งเป็นไดโอดเปล่งแสง (infrared) ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จากรูปที่ 3.2 จะเห็นเป็นสีม่วงหากมองจากกล้อง

2. ตัวรับแสงจะใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) ซึ่งจะทำงานเป็น สวิทช์ ปิด/เปิด กล่าวคือ ถ้าโฟโต้ทรานซิสเตอร์ได้รับแสงจากไดโอดสวิทช์จะปิด และในทางตรงกันข้ามถ้าโฟโต้ทรานซิสเตอร์ไม่ได้รับแสงสวิทช์จะเปิด เสมือนว่าโฟโต้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิทช์

รูปที่ 3.2 ตัวรับรู้แสงเพื่อนับจำนวนหยดของสารน้ำ

การต่อวงจรจะต่อวงจรตามรูปที่ 3.2 โดยการต่อหลอดไดโอดเปล่งแสงและโฟโต้ทรานซิสเตอร์เข้าด้วยกัน เมื่อไดโอดเปล่งแสงมีกระแสไหลผ่านจะเปลี่ยนแสงเป็นสีม่วงโดยมองผ่านกล้องไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า หากโฟโต้ทรานซิสเตอร์ได้รับแสงจากไดโอดสวิทช์จะปิดและถ้าโฟโต้ทรานซิสเตอร์ไม่ได้รับแสงสวิทช์จะเปิด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนับจำนวนหยดของสารน้ำได้

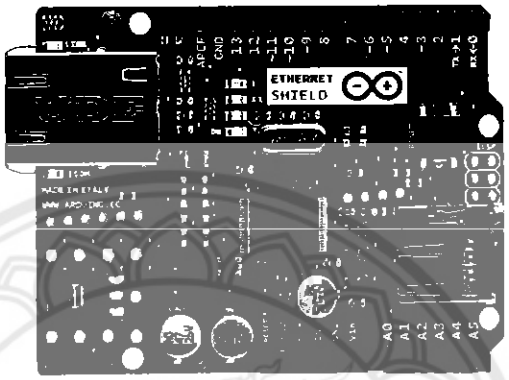
3.3.2 การใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำ คือ เซอร์โวมอเตอร์ (servo motor) ดังแสดงในรูปที่ 3.3 เป็นมอเตอร์ที่ทำงาน โดยใช้สัญญาณพัลส์ โดยภายในเซอร์โวมอเตอร์จะประกอบไปด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ชุดเกียร์และส่วนควบคุม โดยจะประกอบกันอยู่ภายในชุดเดียวกัน ตัวเซอร์โวมอเตอร์จะมีสายสัญญาณ 3 เส้น สายใช้งาน 1 เส้น (สีเหลือง) อีก 2 เส้นจะเป็นสายสำหรับจ่ายไฟให้เซอร์โวมอเตอร์(สีแดง)และสายสำหรับต่อลงกราวด์(สีน้ำตาลเข้ม) ในการควบคุมเซอร์โวมอเอตร์นั้นจะทำให้หมุนไปทางซ้ายได้ 90 องศา ไปทางขวาได้ 90 องศา (180 องศา) และสามารถสั่งให้หมุนไปตามองศาที่กำหนดได้

รูปที่ 3.3 เซอร์โวมอเตอร์ Micro Servo Tower Pro SG90

3.3.3 การรับค่าจากอินเทอร์เน็ต

ในส่วนของการรับส่งค่าจากอินเทอร์เน็ตนั้น จะใช้บอร์ด Arduino Ethernet Shield ดังรูปที่ 3.4 ซึ่งใช้การสื่อสารแบบอีเทอร์เน็ต (Ethernet)



รูปที่ 3.4 Arduino Ethernet Shield[12]

อีเทอร์เน็ต หมายถึงส่วนของการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ที่อยู่ภายใน Local Area Network (LAN) ซึ่งจะใช้เป็นส่วนพื้นฐานในการส่งผ่านข้อมูล โดยที่การสื่อสารผ่านอีเทอร์เน็ตจะต้องมีการระบุที่อยู่ของผู้ส่งและผู้รับ หรือ MAC Address (Media Address Control)

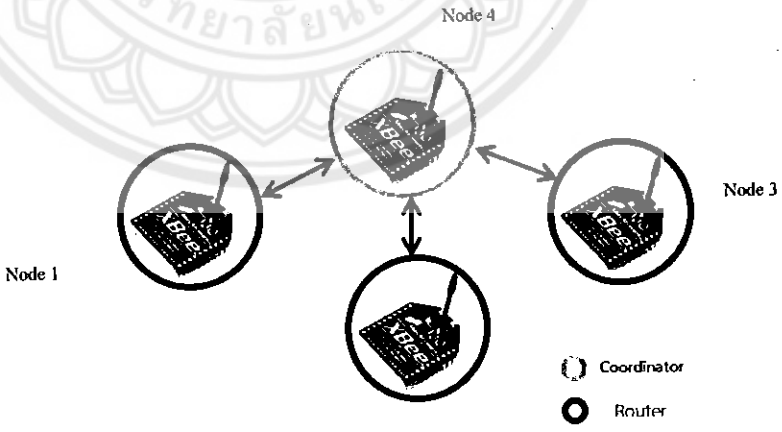
TCP และ IP (Transmission Control Protocol and Internet Protocol) สำหรับการติดต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ตซึ่งสามารถติดต่อกันได้ทั่วโลกนั้นต้องมีการระบุโดยใช้ IP address โดยเป็นการทำงานครอบบน อีเทอร์เน็ต ภายใน LAN อีกที IP Address นั้นจะเป็นตัวเลขที่ไม่ซ้ำกันจากผู้ส่งไปถึง IP Address ของผู้รับ โดยเป็นตัวเลข 4 ไบต์ แยกกันแต่ละไบต์ด้วยจุด เช่น 192.168.1.25 เป็นต้น โดยค่า IP Address นี้จะถูกแปลงให้เป็น URL เช่น http://medicalnu.meximas.com/json.php โดยผ่านอุปกรณ์ที่แปลงเป็น IP address เรียกว่า DNS หรือ Domain Name System

Local IP Address ทีนี้ถ้าในบ้านหรือใน Local network ของเรามีเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่องผ่าน เราเตอร์ (Router) และเกตเวย์ของเรา แต่ละเครื่องคอมพิวเตอร์ในบ้านจะต้องใช้ Local IP address ที่สามารถแจกให้โดย DHCP หรือ Dynamic Host Configuration Protocol อันนี้เป็นฟังก์ชั่นของเราเตอร์ ที่มีขายกันทุกยี่ห้อ แต่เราก็สามารถใช้ IP Address แบบคงที่ได้ โดยกำหนดให้ใช้แบบ Fixed IP

เว็บเบราว์เซอร์ที่ใช้ ไม่ว่าจะเป็น Internet Explorer Chrome หรือ Safari ก็จะใช้วิธีการสื่อสารที่เรียกว่า HTTP หรือ Hyper Text Transfer Protocol สื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ กับอุปกรณ์ หรือ เซิฟเวอร์โดยที่ Web Browser มีหน้าที่แปลงข้อความ ภาพ และ อื่นๆ ที่ส่งให้โดยใช้ Hypertext Markup Language (HTML) มาแปลความและแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ของเรานั่นเอง

3.3.4 การเชื่อมต่อกับเครือข่ายไร้สาย Zigbee

ในการสร้างโครงข่ายไร้สายของ ZigBee ของระบบนั้นจะประกอบด้วย 4 โหนด คือ Coordinator Node จำนวน 1 โหนดและโหนด ลูกข่ายชนิดหนึ่ง จำนวน 3 โหนด สามารถสื่อสารและทำงานในรูปแบบของแพน (PAN:Personal area network)

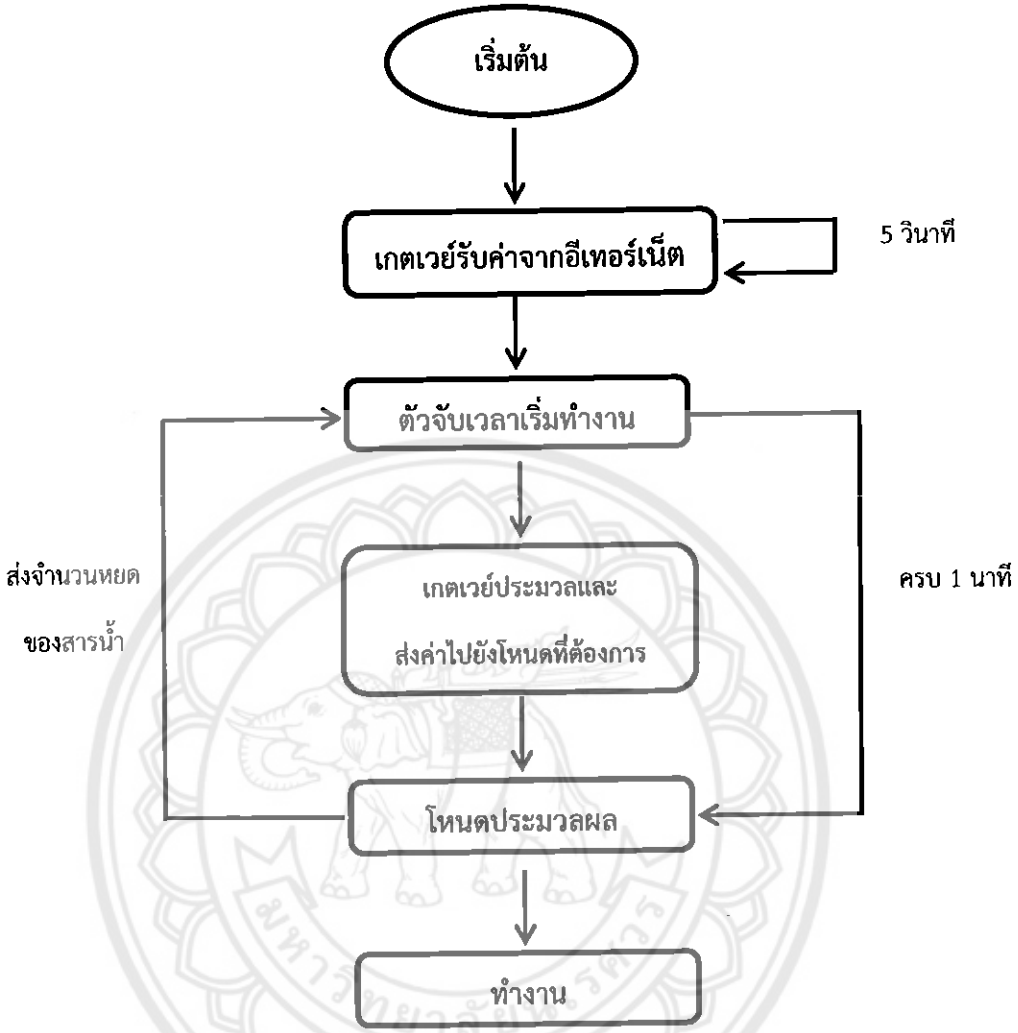


รูปที่ 3.5 เป็นการเชื่อต่อแบบดาว(Star) หรือแบบ Broadcast

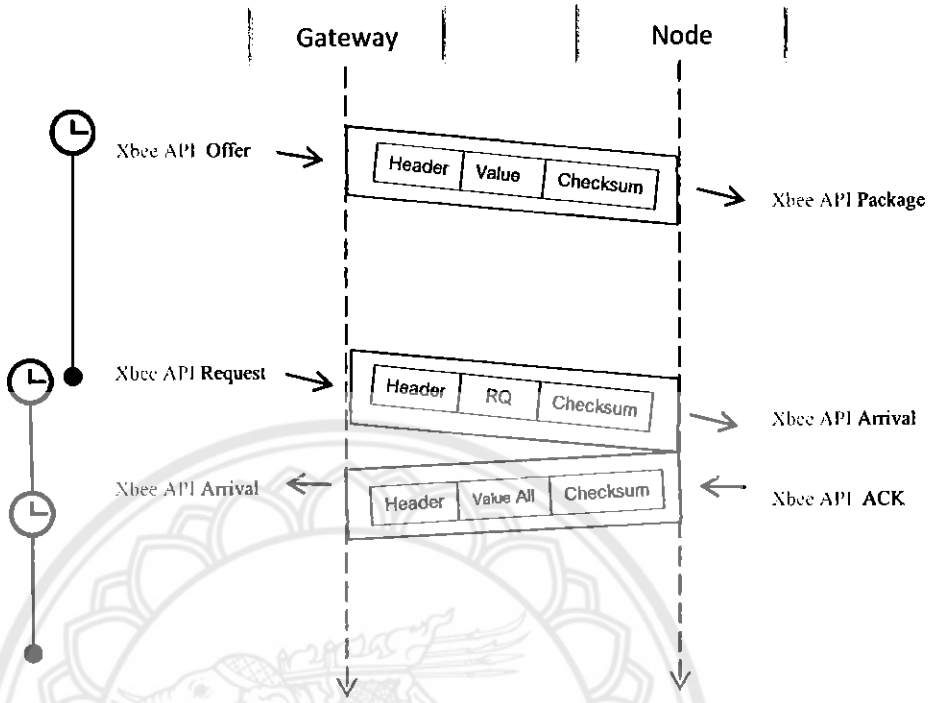
จากรูปที่ 3.5 เป็นการเชื่อต่อแบบดาว(Star) หรือแบบ Broadcast เป็นการรับส่งข้อมูลแบบไม่เฉพาะเจาะจง จุดหมายปลายทาง หรือ Xbee ทุกตัวที่อยู่ในระบบเครือข่ายเดียวกันสามารถ รับข้อมูลทุกข้อมูลได้ทุกตัว เช่น ในโหนด 1 สามารถที่จะรับข้อมูลจากโหนด 2 ได้ และโหนด 2 ก็สามารถที่จะรับข้อมูลจากโหนด 1 ได้เหมือนกัน

3.3.5 หลักการออกแบบการทำงานระหว่างเกตเวย์กับโหนดต่างๆ

เมื่อระบบเริ่มการทำงานแล้วเกตเวย์จะทำหน้าที่รับค่าอินเทอร์เน็ตทุก 5 วินาที เมื่อมีผู้ใช้สั่งค่าจำนวนหยดของสารน้ำแล้วตัวจับเวลาจะเริ่มทำงาน เกตเวย์จะประมวลผลแล้วส่งค่าไปยังโหนดที่ต้องการผ่านเครือข่ายไร้สาย Zigbee ในแต่ละโหนดก็จะประมวลผลและทำงาน เมื่อตัวจับเวลาจับเวลาครบ 1 นาทีแล้วจะส่งค่าไปขอค่าจำนวนหยดน้ำเกลือทั้งหมด เมื่อโหนดได้รับการร้องขอจากเกตเวย์แล้วจะทำการส่งจำนวนหยดของสารน้ำไปที่เกตเวย์ผ่านเครือข่ายไร้สาย Zigbee และตัวจับเวลาจะเริ่มการจับเวลาใหม่อีกครั้ง



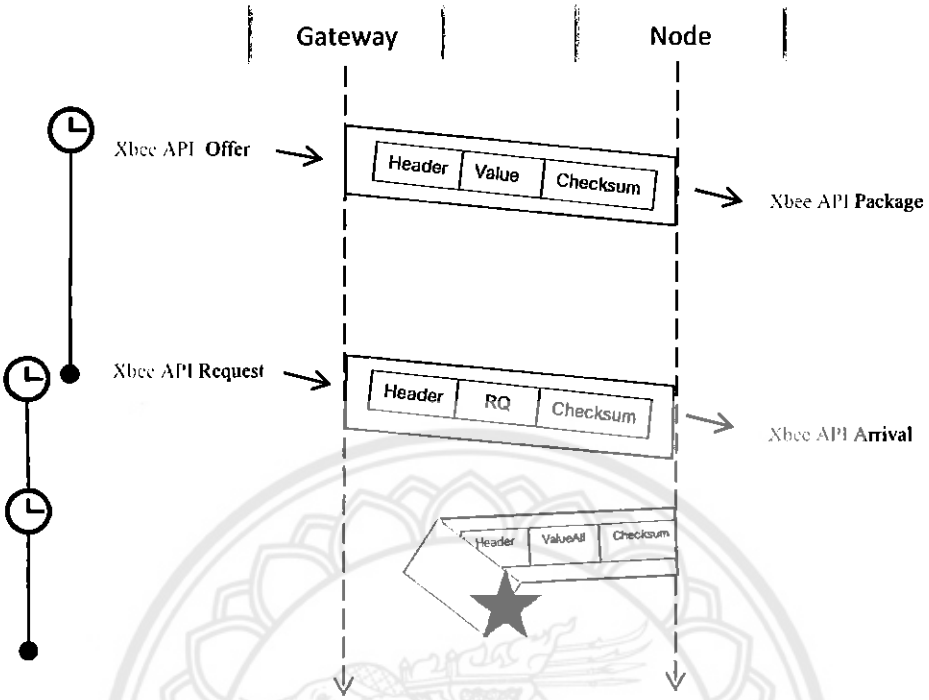
รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานระหว่างเกตเวย์กับโหนดต่างๆ



รูปที่ 3.7 แผนภาพสายงานการรับส่งข้อมูลระหว่างเกตเวย์กับโหนดแบบสำเร็จ

จากรูปที่ 3.7 การรับส่งข้อมูลระหว่างเกตเวย์กับโหนดโดยผ่านเครือข่ายไร้สาย Zigbee โดยการทำงานจะเริ่มจากที่เกตเวย์ส่งค่าจำนวนหยดของสารน้ำจากผู้ใช้สั่งผ่านเว็บไซต์ไปยังโหนดที่ต้องการ โดยส่งข้อมูลแพคเกจโปรโตคอล Xbee API แล้วตัวจับเวลาจะเริ่มทำงาน

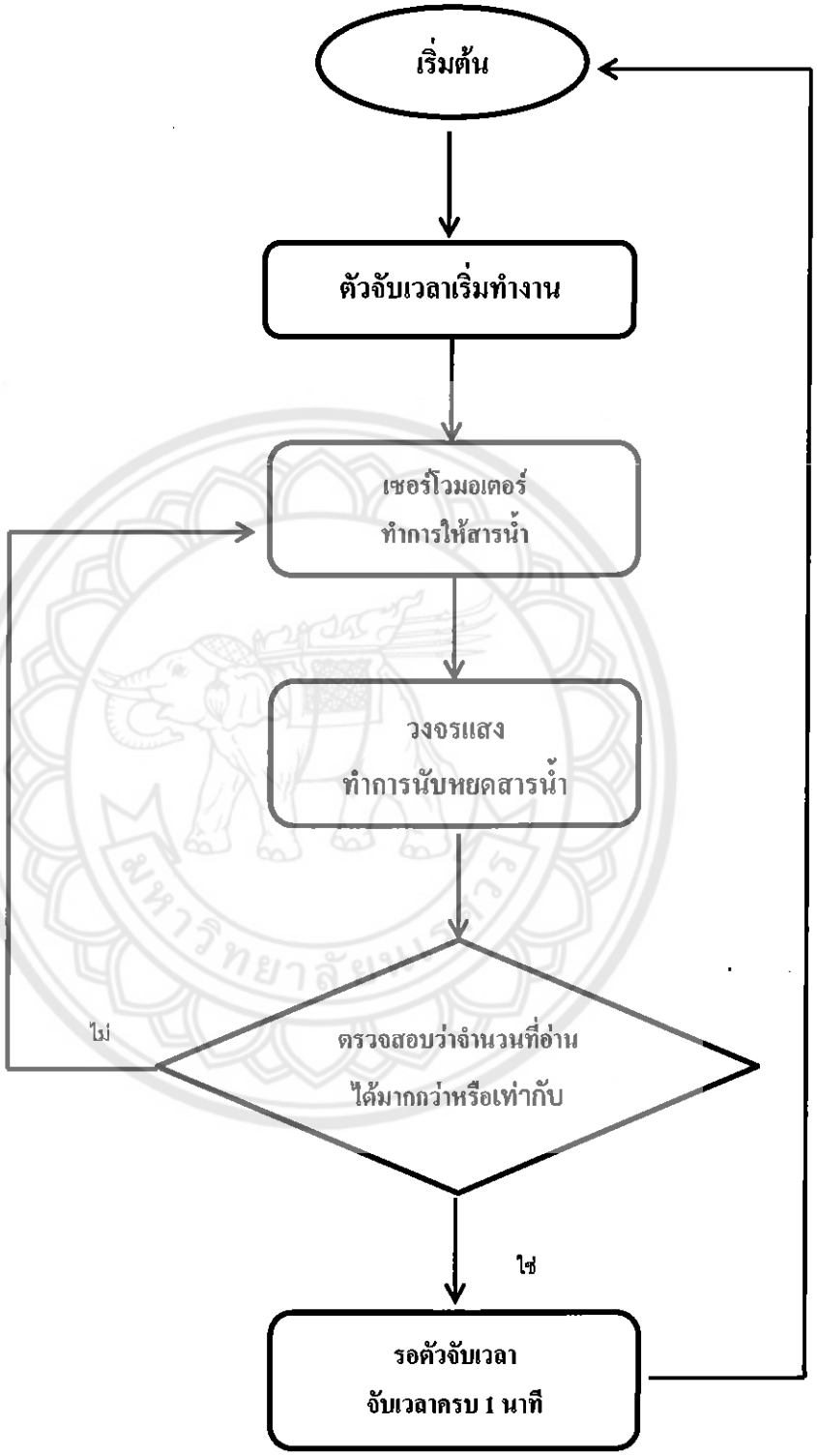
เมื่อตัวจับเวลาจับเวลาครบ 1 นาทีแล้วเกตเวย์จะทำการส่งข้อมูลแพคเกจโปรโตคอล Xbee API ที่มีชุดคำสั่งในการร้องขอข้อมูลจำนวนหยดของสารน้ำทั้งหมดไปที่โหนด ตัวจับเวลาจะเริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง เมื่อโหนดได้รับแพคเกจโปรโตคอล Xbee API ที่มีการร้องขอข้อมูลแล้วโหนดจะต้องตอบกลับโดยผ่านแพคเกจโปรโตคอล Xbee API ที่มีชุดคำสั่งตอบกลับข้อมูลค่าจำนวนหยดของสารน้ำทั้งหมดมาที่เกตเวย์ภายในเวลาที่กำหนดไว้ หากโหนดตอบกลับมาเกินเวลาที่กำหนดไว้เกตเวย์ก็จะไม่ได้รับข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แผนภาพสายงานการรับส่งข้อมูลระหว่างเกตเวย์กับโหนดแบบไม่สำเร็จ

3.3.6 หลักการออกแบบการทำงานของแต่ละโหนด

เมื่อโหนดได้รับค่าที่ส่งมากจากเกตเวย์แล้วตัวจับเวลาจะเริ่มจับเวลาทันที โหนดจะนำค่าที่ได้รับมาประมวลผลแล้วส่งคำสั่งไปควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำงานเพื่อให้สารน้ำ วงจรแสงจะทำหน้าที่ในการนับหยดของสารน้ำแล้วนำไปไปวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่าจำนวนสารน้ำที่อ่านได้ทั้งหมดมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าจำนวนสารน้ำที่ได้กำหนดไว้ หากจำนวนสารน้ำที่อ่านได้ทั้งหมดมีค่าน้อยกว่าค่าจำนวนสารน้ำที่ได้กำหนดไว้ ให้กลับไปสั่งควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำงานต่อ และหากจำนวนสารน้ำที่อ่านได้ทั้งหมดมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าจำนวนสารน้ำที่ได้กำหนดไว้ให้รอจนกว่าตัวจับเวลาจะจับเวลาครบ 1 นาที ซึ่งจะเป็นแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าสารน้ำจะหมดดังแสดงในรูปที่ 3.9



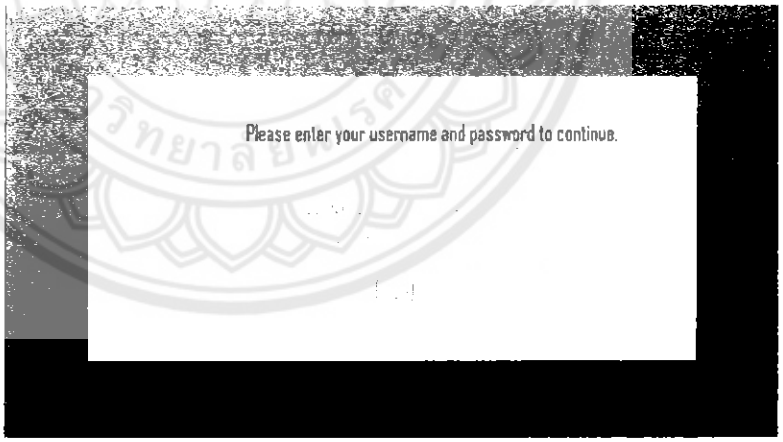
รูปที่ 3.9 การทำงานของโหนด

3.4 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อัจฉริยะ

เป็นการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อัจฉริยะได้แก่ โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือคอมพิวเตอร์ เป็นต้น การเชื่อมต่อจะทำการเชื่อมต่อผ่านระเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยพยาบาลซึ่งเป็นผู้ใช้งานจะต้องเข้าเว็ปไซต์ที่กำหนดไว้

3.4.1.ในการเข้าใช้งานระบบ พยาบาลซึ่งเป็นผู้ใช้งานระบบจะเข้าเว็ปไซต์ที่ยูอาร์แอล http://medicalnu.meximas.com/ เมื่อเข้าสู่เว็ปไซต์แล้ว ผู้ใช้งานจะต้องทำการเข้าสู่ระบบจะปรากฏหน้าดังรูปที่ 3.10

ซึ่งจะพบข้อความ "Please enter your username and password to continue." ในการเข้าสู่ระบบนั้น พยาบาลต้องขอรับ ชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) จากผู้ควบคุมระบบก่อน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานของระบบมากขึ้น ในการแก้ไข ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านนั้นพยาบาลต้องแจ้งแก่ผู้ควบคุมระบบโดยตรง ผู้ควบคุมระบบจะพิจารณาการแก้ไขนั้นเอง

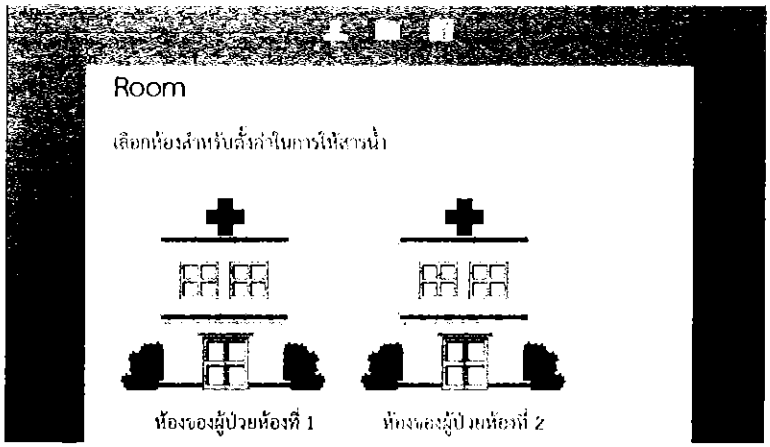


รูปที่ 3.10 รูปหน้าเข้าสู่ระบบ

3.4.2. เมื่อเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว จะพบหน้าเว็บไซต์หลักดังรูปที่ 3.11 จะพบข้อความ "ระบบต้นแบบควบคุมการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำและแจ้งเตือนอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะ A PROTOTYPE INTRAVENOUS FLUID CONTROL AND NOTIFICATION SYSTEM VIA SMART DEVICE" บริเวณด้านบนจะพบสัญรูป (icon) 3 อัน สัญรูปแรกจะเมื่อเลือกจะแสดงหน้าหลัก สัญรูปที่ 2 จะแสดงหน้าให้เลือกห้อง ส่วนสัญรูปที่ 3 จะแสดงหน้า เข้าสู่ระบบ facebook ส่วนล่างของจอจะพบข้อความ Total Chart เมื่อเลือกจะแสดงหน้า กราฟของห้องทั้งหมดที่บอกปริมาณสารน้ำที่คงเหลือ ส่วนมุมขวาล่างจะพบข้อความ Logout เมื่อเลือกจะแสดงหน้าเข้าสู่ระบบใหม่

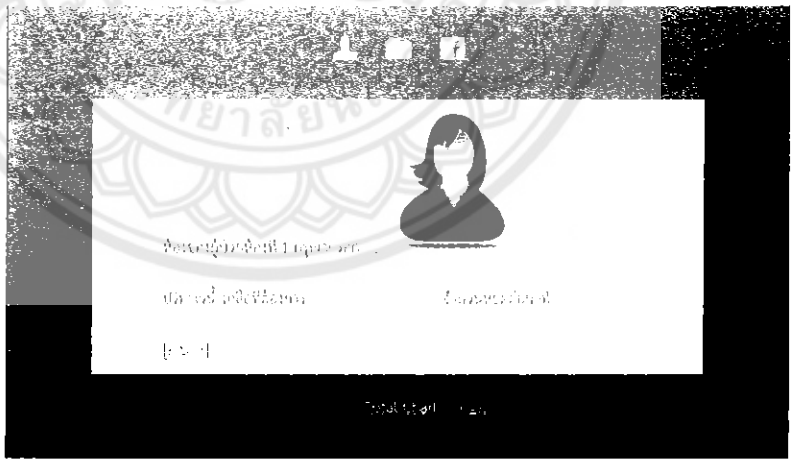
รูปที่ 3.11 รูปหน้าเว็บไซต์หลัก

3.4.3. เมื่อเลือกสัญรูป รูปแฟ้มงานดังรูปที่ 3.11 จะพบกับหน้าเลือกห้องดังรูปที่ 3.12 ซึ่งจะปรากฏข้อความว่า "เลือกห้องสำหรับตั้งค่าในการให้สารน้ำ" พร้อมทั้งแสดงรูปปริมาณสารน้ำที่เหลืออยู่จากห้องต่างๆ และเป็นหน้าที่สามารถเลือกห้องในการเข้าไปตั้งค่าการให้สารน้ำได้จากชื่อที่ระบุอยู่ได้รูปนั้นๆ



รูปที่ 3.12 รูปหน้าเลือกห้องที่ต้องการตั้งค่า

3.4.4. เมื่อเลือกรูปที่แสดงปริมาณสารน้ำจากหน้าเลือกห้อง จะพบกับหน้าที่สามารถตั้งค่าการให้สารน้ำดังรูปที่ 3.13 ได้ตามที่พยาบาลต้องการ ซึ่งจะปรากฏข้อความในหน้าที่ว่า "ห้องของผู้ป่วยห้องที่ 1 กรุณากรอก... ปริมาณน้ำเกลือที่ต้องการ เป็นจำนวนหยด" เมื่อกรอกค่าเสร็จแล้วเลือกปุ่ม submit หรือกด Enter เพื่อยืนยัน

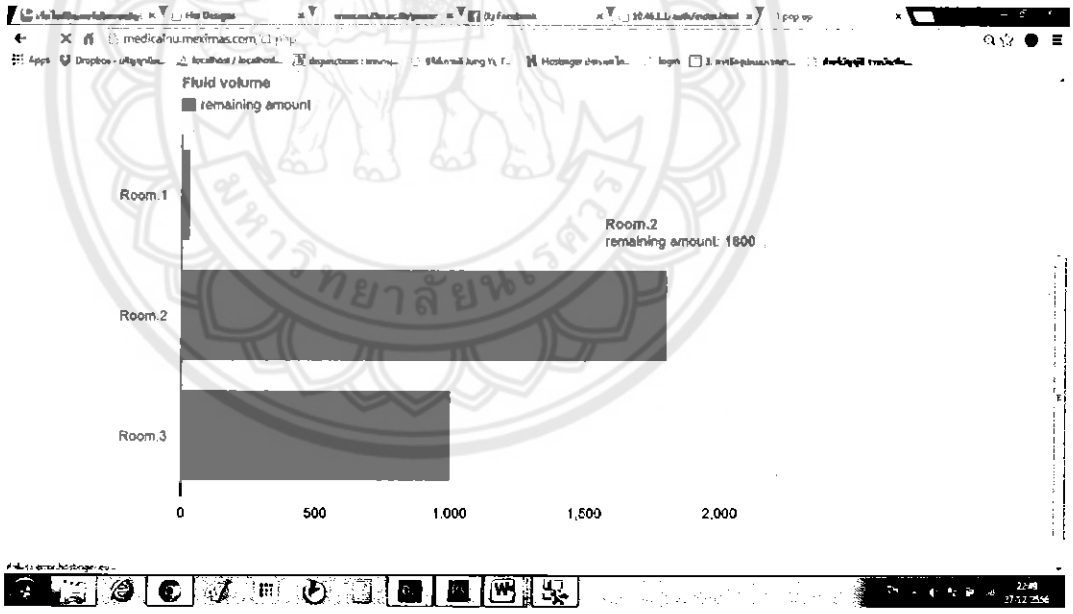


รูปที่ 3.13 รูปหน้ากรอกค่าเพื่อตั้งค่าการให้สารน้ำ

3.4.5 เมื่อกรอกค่าจากหน้ากรอกค่าเพื่อตั้งค่าการให้สารน้ำแล้ว จะพบหน้าแสดงกราฟซึ่งจะปรากฏข้อความว่า

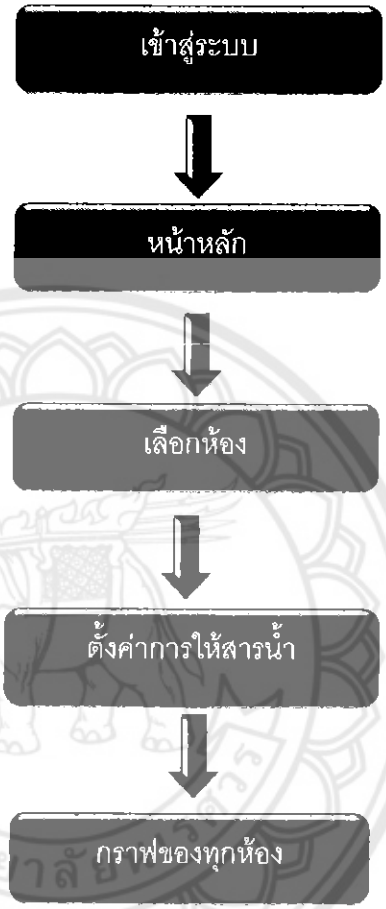
" ปริมาณน้ำเกลือที่สั่งของห้องผู้ป่วยห้องที่ 1 คือ 700 หยด จากทั้งหมด 15000 หยด
ปริมาณน้ำเกลือที่สั่งของห้องผู้ป่วยห้องที่ 2 คือ 10 หยด จากทั้งหมด 15000 หยด
ปริมาณน้ำเกลือที่สั่งของห้องผู้ป่วยห้องที่ 3 คือ 800 หยด จากทั้งหมด 15000 หยด "

โดยปริมาณน้ำเกลือคือปริมาณที่ถูกส่งมายังจุดจ่ายสารน้ำของแต่ละโหนด ซึ่งเลขห้องและปริมาณสารน้ำจะเปลี่ยนไปตามการไหลของสารน้ำ โดยในช่วงเริ่มต้นดังรูปที่ 3.14 เป็นรูปแสดงสถานะสารน้ำของทุกห้อง หากนำเมาส์ไปชี้ที่กราฟของห้องที่ต้องการทราบค่าจะแสดงปริมาณของสารน้ำที่ถูกจ่ายจากจุดจ่ายสารน้ำ



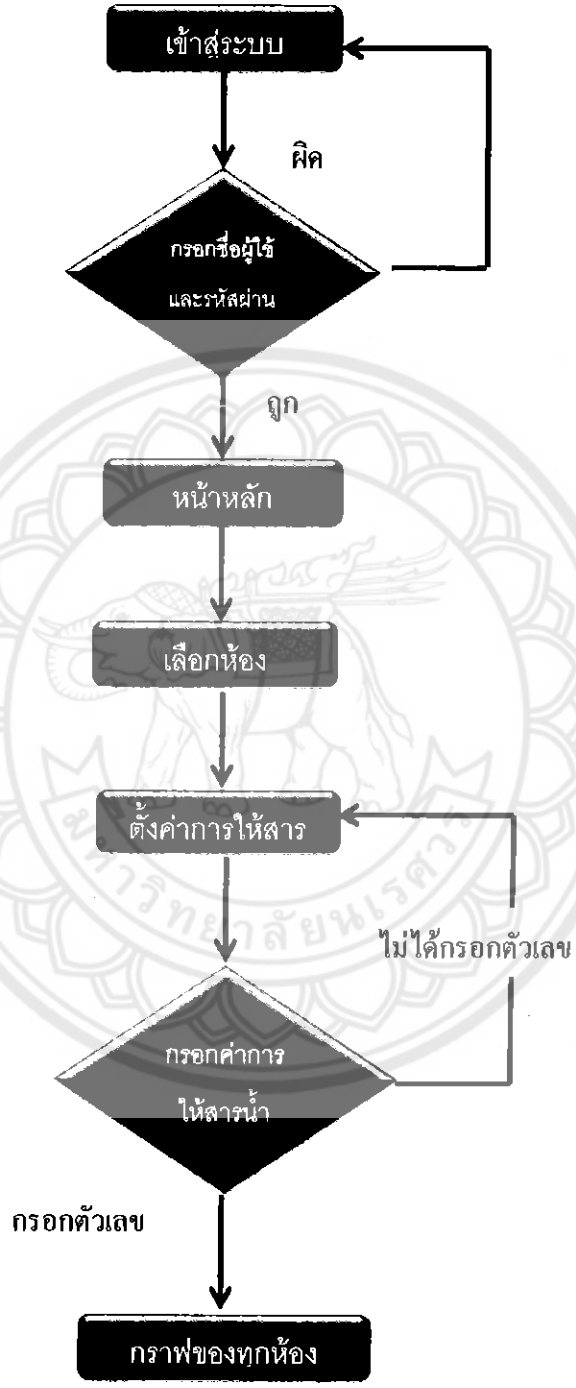
รูปที่ 3.14 กราฟแสดงช่วงปริมาณการไหลของสารน้ำของทุกห้อง

แผนผังของระบบ: การทำงานในส่วนของผู้ใช้งาน เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วจะสามารถใช้งานได้ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การทำงานในส่วนของผู้ใช้งาน เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว

ส่วนในการงานของระบบเว็ปไซต์ จะเป็นดังรูปที่ป 3.16



รูปที่ 3.16 รูปการทำงานของระบบเว็ปไซต์

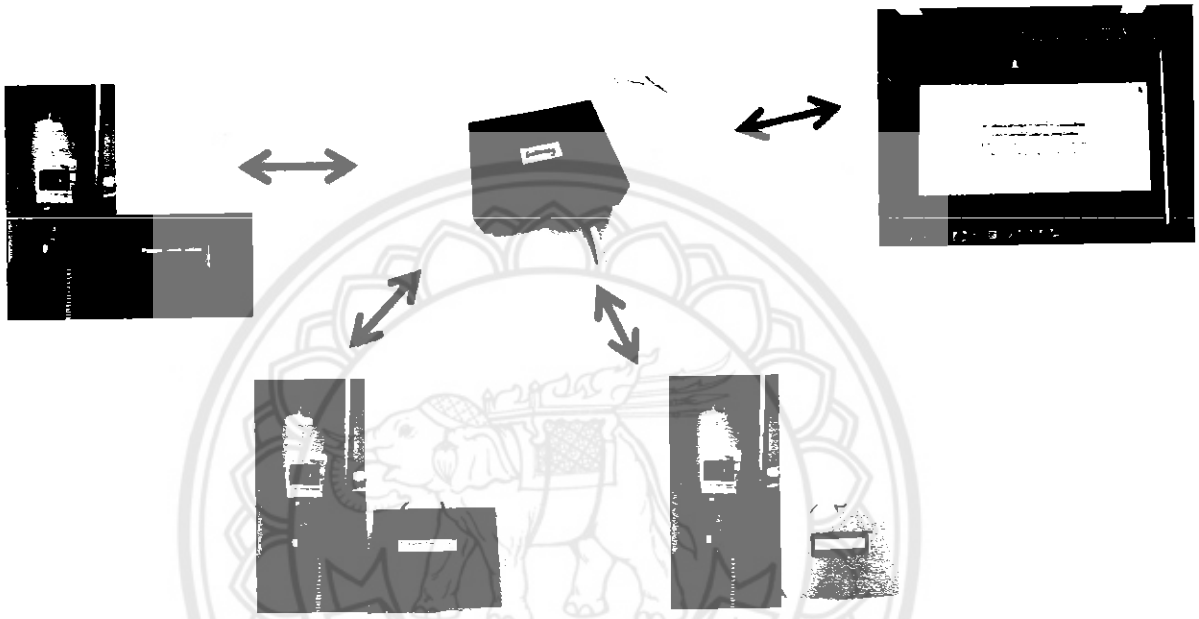
จากรูปที่ 3.6 เมื่อเข้าสู่หน้าเว็ปไซต์แล้ว ผู้ใช้ต้องกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ หากกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านถูกจะไปสู่หน้าหลัก แต่หากกรอกผิดจะกลับมายังหน้าเข้าสู่ระบบจนกว่าจะกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านถูก เมื่อเข้าสู่หน้าหลักแล้วต้องไปเลือกที่หน้าเลือกห้องเพื่อทำการตั้งค่าการให้สารน้ำ และทำการตั้งค่าการให้สารน้ำ เมื่อกรอกค่าเป็นตัวเลขจะไปยังหน้ากราฟของทุกห้อง แต่ถ้ากรอกค่าที่ไม่ใช้ตัวเลขจะกลับสู่หน้าตั้งค่าการให้สารน้ำอีกครั้ง

ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อัจฉริยะนั้นจะลดการทำงานของพยาบาลที่ต้องหมั่นไปตรวจดูปริมาณสารน้ำที่เหลืออยู่จากห้องต่างๆ ซึ่งการตั้งค่าผ่านอุปกรณ์อัจฉริยะที่จัดทำขึ้นมานี้ สามารถช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ และระบบยังเพิ่มการแจ้งเตือน เมื่อปริมาณสารน้ำอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ นอกจากนี้หากพยาบาลไม่ทำการปิดระบบตามที่แจ้งภายในเวลาที่กำหนด เพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วย ระบบจะทำการปิดระบบการให้สารน้ำทันที

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ต้นแบบของระบบ



รูปที่ 4. 1 ต้นแบบของระบบ

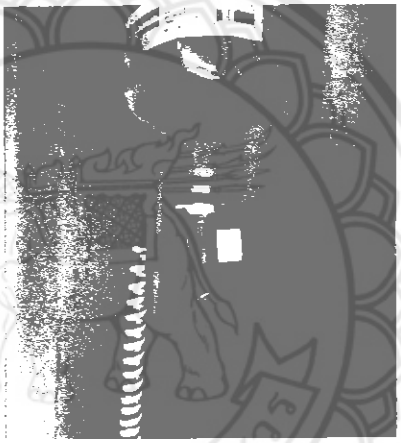
สามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่หรือคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตสั่งอัตราการไหลของสารน้ำผ่านเว็บไซต์ทียูอาร์แอล http://medicalnu.meximas.com ระบบจะทำการเก็บข้อมูลจากผู้ใช้ลงฐานข้อมูล แล้วส่งข้อมูลไปที่เกตเวย์ที่มีไมโครคอนโทรเลอร์ที่ต่ออยู่กับ Ethernet Shield และเครือข่ายไร้สาย Zigbee ทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมต่อกับแต่ละโหนด แล้วนำค่ามาประมวลผลส่งไปที่โหนดต่างๆ ในแต่ละโหนดจะรับค่าผ่านเครือข่ายไร้สาย Zigbee มาประมวลผลแล้วสั่งควบคุมอัตราการไหลสารน้ำ พร้อมทั้งส่งจำนวนอัตราไหลของสารน้ำไปที่เกตเวย์ผ่านเครือข่ายไร้สาย Zigbee แล้วเกตเวย์จะส่งค่าไปที่เก็บที่ฐานข้อมูลพร้อมทั้งแสดงจำนวนสารน้ำที่เหลืออยู่ที่เว็บไซต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.1

4.2 ผลการทดลองการใช้อุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำ

4.2.1 วิธีการการทดลอง

การทดลองนับจำนวนหยดของสารน้ำนั้นจะนับหยดของสารน้ำด้วยสายตาเพื่อใช้เป็นค่าเปรียบเทียบกับการนับหยดของสารน้ำด้วยอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 4.2

ในการทดลองการนับหยดของสารน้ำด้วยอุปกรณ์นั้นจะนับทั้งหมด 5 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งนั้นจะใช้เวลา 1 นาที



รูปที่ 4. 2 วิธีการทดลองนับจำนวนหยดของสารน้ำ

4.2.2 ผลการทดลอง

ผลทดลองการนับจำนวนหยดของสารน้ำด้วยสายตาเพื่อใช้เป็นค่าเปรียบเทียบกับการนับหยดของสารน้ำด้วยอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำ จะเป็นดังแสดงในตารางที่ 4.1

นับจำนวนหยดด้วยสายตา (จำนวนหยด)	นับจำนวนหยดด้วยอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำ						
	ครั้งที่1 (จำนวนหยด)	ครั้งที่2 (จำนวนหยด)	ครั้งที่3 (จำนวนหยด)	ครั้งที่4 (จำนวนหยด)	ครั้งที่5 (จำนวนหยด)	ค่าเฉลี่ย (จำนวนหยด)	ค่าความคาดเคลื่อน (จำนวนหยด)
1	1	1	1	1	1	1	0
3	3	3	3	3	3	3	0
4	4	4	4	4	4	4	0
6	6	6	6	6	6	6	0
10	10	10	10	10	10	10	0
12	12	12	12	12	12	12	0
14	14	14	14	14	14	14	0
15	15	15	15	15	15	15	0
17	17	17	17	17	17	17	0
20	20	20	20	20	20	20	0
22	22	22	22	22	22	22	0
25	25	25	25	25	25	25	0
27	27	27	27	27	27	27	0
30	30	30	30	30	30	30	0
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย							0

ตารางที่ 4. 1 แสดงผลการทดลอง ค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ของการนับจำนวนหยดของสารน้ำด้วยสายตาเปรียบเทียบกับอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำ

4.2.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 นั้น ค่าที่ได้จากการนับหยดของสารน้ำด้วยอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำในแต่ละครั้งนั้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการนับจำนวนหยดของสารน้ำด้วยสายตา แล้วจะพบว่ามีความแม่นยำสูง ดังนั้นประสิทธิภาพของอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำอยู่ในเกณฑ์สูง เนื่องจากค่าความคาดเคลื่อนของจำนวนหยดมีค่าเป็น 0 เปอร์เซ็นต์

4.3 ผลการทดลองการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำ

4.3.1 วิธีการการทดลอง

การทดลองการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำนั้นจะทดลองโดยการสั่งค่าจำนวนหยดของสารน้ำที่ต้องการแล้ว ใช้อุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำในการนับหยดของสารน้ำว่าจำนวนหยดของสารน้ำที่ได้ตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ดังแสดงในรูปที่ 4.3

ในการทดลองการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำในแต่ละครั้งนั้นจะกำหนดค่าจำนวนหยดของสารน้ำที่ต้องการ จะนับผลรวมจำนวนหยดของสารน้ำที่ได้ทั้งหมด 5 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งนั้นจะใช้เวลา 1 นาที

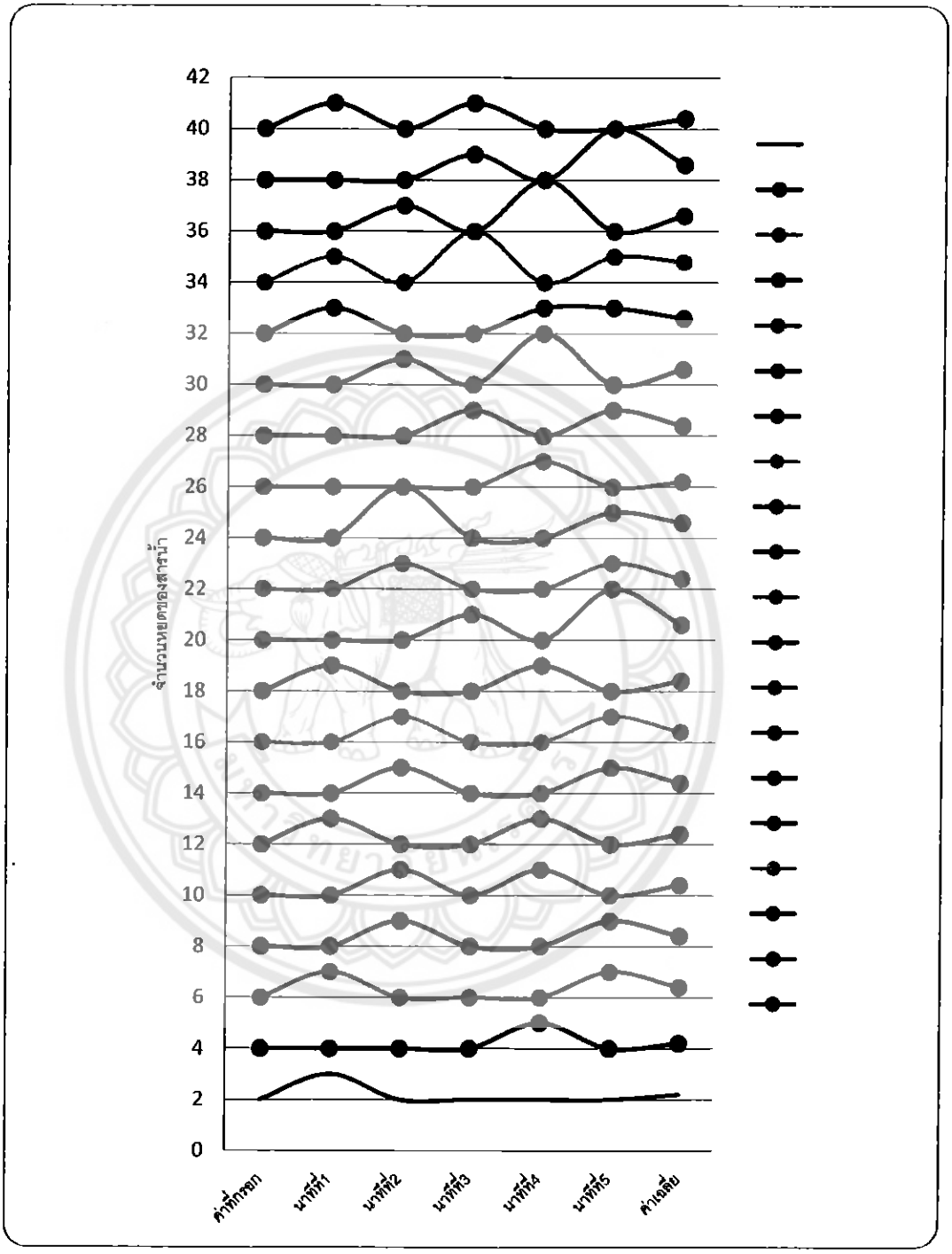
รูปที่ 4. 3 อุปกรณ์ที่ใช้นับจำนวนหยดของสารน้ำ

4.3.2 ผลการทดลอง

ตารางแสดงผลทดลองการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 4. 1 คือผลการทดลองที่ประกอบไปด้วย ค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลอง ที่ใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำที่ปริมาณสารน้ำระหว่าง 700-1,000 มิลลิลิตร

ครั้งที่	ค่าที่กรอก	ค่าที่ได้						
		นาทีที่1	นาทีที่2	นาทีที่3	นาทีที่4	นาทีที่5	ค่าเฉลี่ย	ค่าความคาดเคลื่อน (%)
1	2	3	2	2	2	2	2.2	10
2	4	4	4	4	5	4	4.2	5
3	6	7	6	6	6	7	6.4	6.66
4	8	8	9	8	8	9	8.4	5
5	10	10	11	10	11	10	10.4	4
6	12	13	12	12	13	12	12.4	3.33
7	14	14	15	14	14	15	14.4	2.85
8	16	16	17	16	16	17	16.4	2.49
9	18	19	18	18	19	18	18.4	2.22
10	20	20	20	21	20	22	20.6	3
11	22	22	23	22	22	23	22.4	1.81
12	24	24	26	24	24	25	24.6	2.5
13	26	26	26	26	27	26	26.2	0.76
14	28	28	28	29	28	29	28.4	1.42
15	30	30	31	30	32	30	30.6	2
16	32	33	32	32	33	33	32.6	1.87
17	34	35	34	36	34	35	34.8	2.35
18	36	36	37	36	38	36	36.6	1.66
19	38	38	38	39	38	40	38.6	1.57
20	40	42	40	41	40	40	40.6	1.5
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย								3.1

ตารางที่ 4. 2 แสดงผลการทดลอง ค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองของการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำที่ปริมาณสารน้ำระหว่าง 700-1,000 มิลลิลิตร

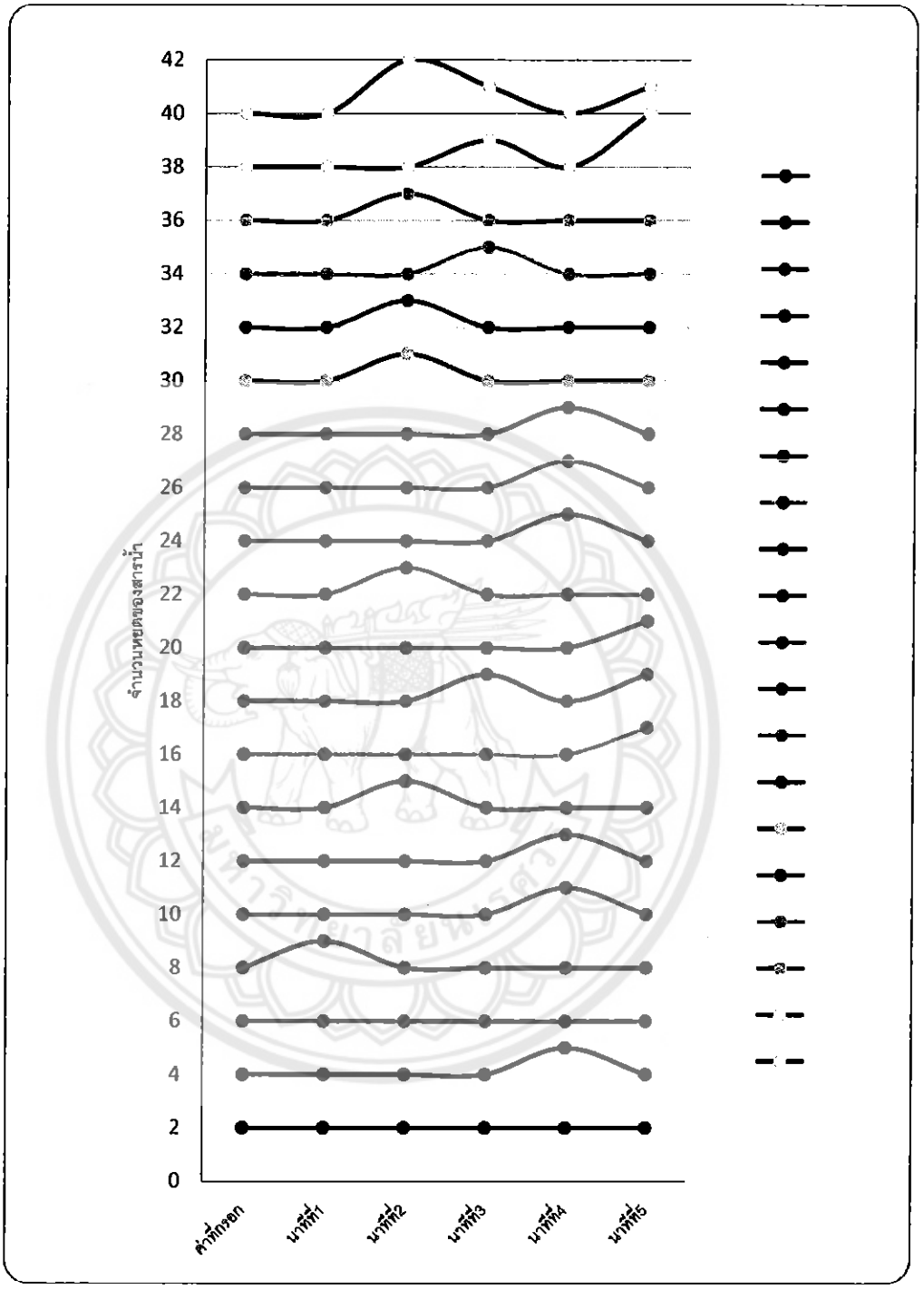


รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนหยดของสารน้ำ ณ นาทีที่ 1 – 5 ที่ปริมาณสารน้ำ 700 – 1,000 มิลลิลิตร

ตารางแสดงผลการทดลองที่ประกอบไปด้วย ค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ซึ่งใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำที่ปริมาณสารน้ำระหว่าง 400 - 700 มิลลิลิตร

ครั้งที่	ค่าที่กรอก	ค่าที่ได้						
		นาทีที่1	นาทีที่2	นาทีที่3	นาทีที่4	นาทีที่5	ค่าเฉลี่ย	ค่าความคาดเคลื่อน (%)
1	2	2	2	2	2	2	2	0.00
2	4	4	4	4	5	4	4.2	5.00
3	6	6	6	6	6	6	6	0.00
4	8	9	8	8	8	8	8.2	2.50
5	10	10	10	10	11	10	10.2	2.00
6	12	12	12	12	13	12	12.2	1.67
7	14	14	15	14	14	14	14.2	1.43
8	16	16	16	16	16	17	16.2	1.25
9	18	18	18	19	18	19	18.4	2.22
10	20	20	20	20	20	21	20.2	1.00
11	22	22	23	22	22	22	22.2	0.91
12	24	24	24	24	25	24	24.2	0.83
13	26	26	26	26	27	26	26.2	0.77
14	28	28	28	28	29	28	28.2	0.71
15	30	30	31	30	30	30	30.2	0.67
16	32	32	33	32	32	32	32.2	0.63
17	34	34	34	35	34	34	34.2	0.59
18	36	36	37	36	36	36	36.2	0.56
19	38	38	38	39	38	40	38.6	1.58
20	40	40	42	41	40	41	40.8	2.00
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย								1.32

ตารางที่ 4. 3 แสดงผลการทดลอง ค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ของการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำที่ปริมาณสารน้ำระหว่าง 400 - 700 มิลลิลิตร



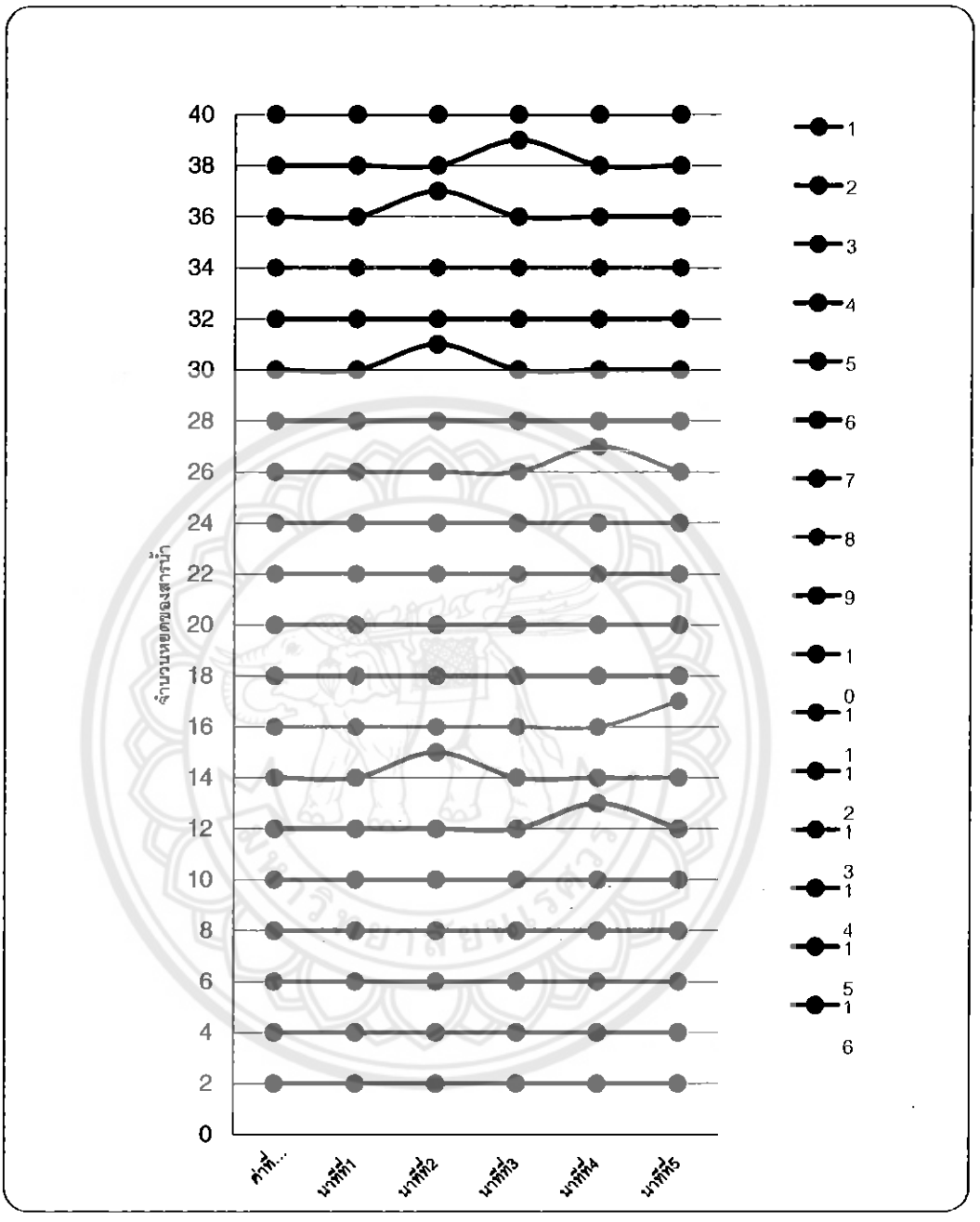
รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนหยดของสารน้ำ ณ นาทีที่ 1 – 5

ที่ปริมาณสารน้ำ 400-700 มิลลิลิตร

ตารางแสดงผลการทดลองที่ประกอบไปด้วย ค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลอง ซึ่งใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำที่ปริมาณสารน้ำระหว่าง 100 - 400 มิลลิลิตร

ครั้งที่	ค่าที่กรอก	ค่าที่ได้						
		นาทีที่1	นาทีที่2	นาทีที่3	นาทีที่4	นาทีที่5	ค่าเฉลี่ย	ค่าความคาดเคลื่อน (%)
1	2	2	2	2	2	2	2	0
2	4	4	4	4	4	4	4	0
3	6	6	6	6	6	6	6	0
4	8	8	8	8	8	8	8	0
5	10	10	10	10	10	10	10	0
6	12	12	12	12	13	12	12.2	1.66
7	14	14	15	14	14	14	14.2	1.42
8	16	16	16	16	16	17	16.2	1.25
9	18	18	18	18	18	18	16.2	0
10	20	20	20	20	20	20	20	0
11	22	22	22	22	22	22	20	0
12	24	24	24	24	24	24	24	0
13	26	26	26	26	27	26	26.2	0.76
14	28	28	28	28	28	28	28	0
15	30	30	31	30	30	30	28	0.66
16	32	32	32	32	32	32	32	0
17	34	34	34	34	34	34	34	0
18	36	36	37	36	36	36	36.2	0.55
19	38	38	38	39	38	38	38.2	0.52
20	40	40	40	40	40	40	40	0
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย								0.34

ตารางที่ 4. 4 แสดงผลการทดลอง ค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ของการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำที่ปริมาณสารน้ำระหว่าง 100 - 400 มิลลิลิตร



รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนหยดของสารน้ำ ณ นาทีที่ 1 – 5 ที่ปริมาณสารน้ำ 100-400 มิลลิลิตร

4.3.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.4 จำนวนหยดที่ได้จากการใช้ที่อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำจากการนับหยดของสารน้ำด้วยอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำนั้นในแต่ละนาทีของอัตราหยดของสารน้ำที่ได้กรอกไว้นั้นจะพบว่ามีค่าคาดเคลื่อนไม่เกิน 2 หยด ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยมีค่าเพียง 3.1 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพโดยรวมของอุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำถือว่ามีความผิดพลาดมากกว่าขณะที่มีปริมาณสารน้ำ 100 - 700 มิลลิลิตร

จากตารางที่ 4. 2 และรูปที่ 4.5 จำนวนหยดที่ได้จากการใช้ที่อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำจากการนับหยดของสารน้ำด้วยอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำนั้นในแต่ละนาทีของอัตราหยดของสารน้ำที่ได้กรอกไว้นั้นจะพบว่ามีค่าคาดเคลื่อนไม่เกิน 2 หยด ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยมีค่าเพียง 1.3 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพโดยรวมของอุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำถือว่ามีความผิดพลาดเล็กน้อย

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.6 นั้น จำนวนหยดที่ได้จากการใช้ที่อุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำจากการนับหยดของสารน้ำด้วยอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำนั้นในแต่ละนาทีของอัตราหยดของสารน้ำที่ได้กรอกไว้นั้นจะพบว่ามีค่าคาดเคลื่อนไม่เกิน 1 หยด จากค่าความผิดพลาดเฉลี่ยมีค่าเพียง 0.34 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าประสิทธิภาพโดยรวมของอุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำค่อยข้างแม่นยำ

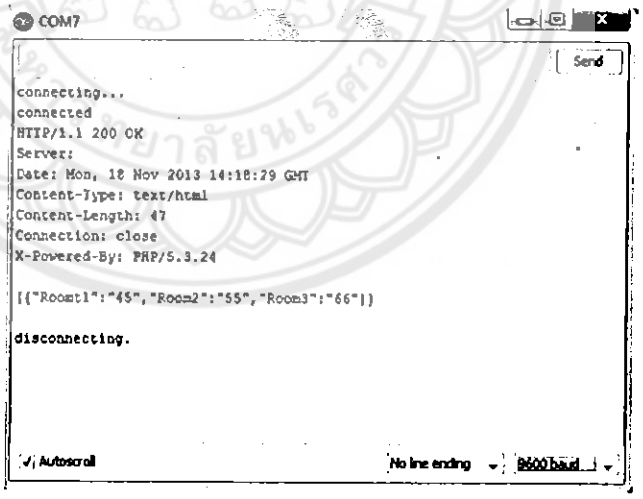
เนื่องจากความสูงของเสาน้ำเกลือและความสูงของเตียงผู้ป่วยมีการแปรผันตามแรงโน้มถ่วงของโลกซึ่งจะส่งผลต่อแรงดันของสารน้ำภายในสายของสารน้ำ และยังมีอีกสาเหตุหนึ่งคือปริมาณสารน้ำในขวดสารน้ำที่มีผลต่อแรงดันของสารน้ำที่จะหยดออกมา ประสิทธิภาพโดยรวมของอุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำถือว่าใช้ได้

4.4 ผลการทดลองการใช้ Ethernet Shield

การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino Uno R3 เข้ากับระบบ Internet โดยการต่อ Ethernet Shieldเข้ากับ Arduino Uno R3 ดังแสดงในรูปที่ 4.7 แล้วต่อสาย LAN เข้าตรง RJ45

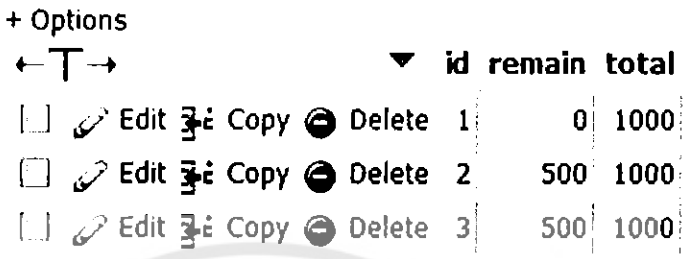
รูปที่ 4.7 วิธีการต่อ Ethernet Shield เข้ากับบอร์ด Arduino Uno R3

เมื่อเขียนโปรแกรมรับค่าจากจากเว็บไซต์ที่ ยูอาร์แอล http://medicalnu.meximas.com/json.php ผ่าน Ethernet จะได้รับค่าดังแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงการรับค่าจาก Ethernet Shield จากยูอาร์แอล http://medicalnu.meximas.com/json.php

เมื่อเขียนโปรแกรมให้ส่งค่าจำนวนหยดของสารน้ำที่หยดไปที่เก็บและแสดงผลฐานข้อมูลบนเซิฟเวอร์ จะแสดงและปรับค่าดังแสงในรูปที่ 4.9



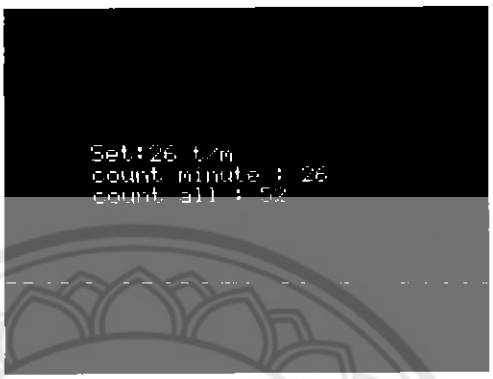
รูปที่ 4.9 แสดงผลการส่งค่าจาก Ethernet Shield ไปที่ฐานข้อมูลบนเซิฟเวอร์

4.5 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านจอแสดงผลแอลซีดี

เมื่อเริ่มการทำงานระบบจะมีการแสดงผลผ่านจอแสดงผลแอลซีดีที่กล่องควบคุม เพื่อรอรับค่าจำนวนหยอดของสารน้ำจากผู้ใช้ผ่านเว็บไซต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.10

รูปที่4.10 จอแสดงผลแอลซีดีขณะระบบเริ่มทำงาน

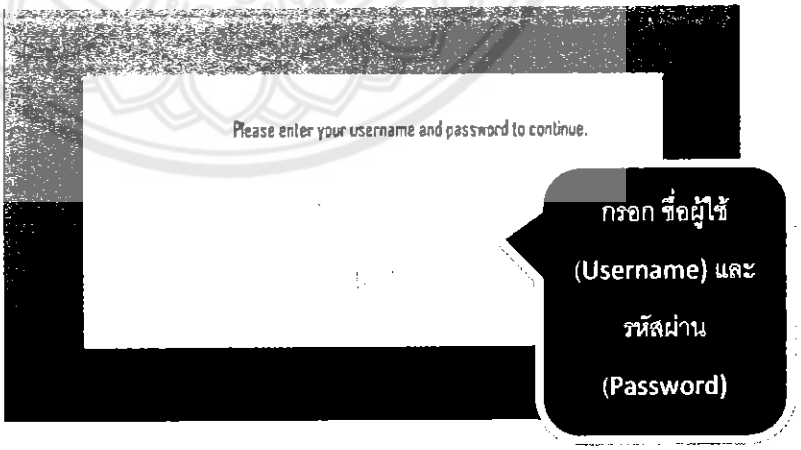
เมื่อผู้ใช้ตั้งค่าให้ระบบทำงานตามที่ต้องการผ่านเว็บไซต์แล้วจะมีการแสดงผลผ่านจอแสดงผลแอลซีดี โดยมีข้อความแสดงจำนวนหยดของสารที่ผู้ใช้ได้ตั้งค่าไว้ จำนวนหยดของสารน้ำในนาทีที่ผ่านมา และจำนวนหยดของสารน้ำที่หยดมาทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 จอแสดงผลแอลซีดีขณะระบบทำงาน

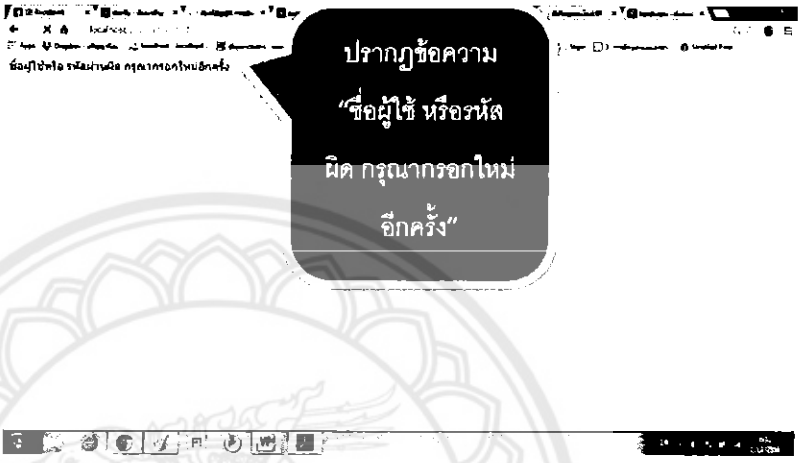
4.6 ผลการทดลองการทำงานของเว็ปไซต์

- หน้าเข้าสู่ระบบ ผู้ใช้ต้องกรอกดังรูปที่ 4.12 ชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password)



รูปที่ 4.12 หน้าเข้าสู่ระบบ

- หน้ากรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ไม่ถูกต้องจะปรากฏข้อความ “ชื่อผู้ใช้ หรือรหัสผิด กรุณากรอกใหม่อีกครั้ง” ดังรูปที่ 4.13 โดยจะแสดงหน้านี้ 2 วินาที แล้วจะกลับไปยังหน้าเข้าสู่ระบบจนกว่าจะกรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ถูก



รูปที่4.13 หน้ากรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ไม่ถูกต้อง

- หน้ากรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ถูกต้องจะปรากฏข้อความ “ Please wait…..” ดังรูปที่ 4.14 โดยจะแสดงหน้านี้ 2 วินาที แล้วจะไปยังหน้าเว็ปไซต์หลัก

รูปที่ 4.14 หน้ากรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ถูกต้อง

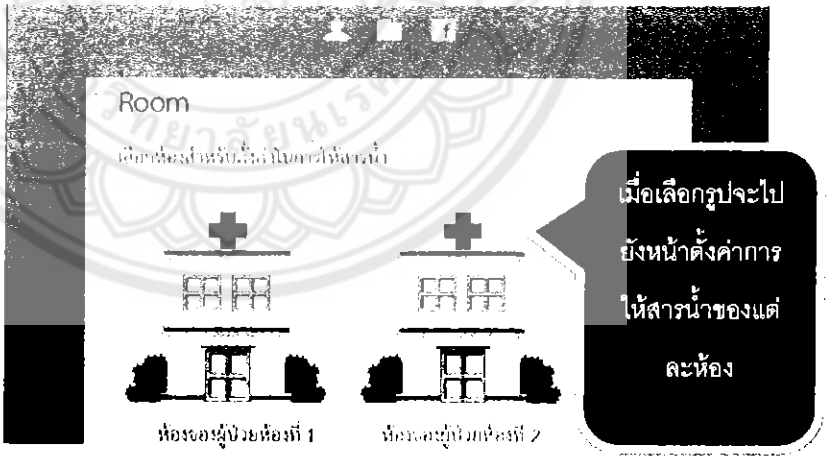
- หน้าเว็ปไซต์หลัก ดังรูปที่ 4.15 จะพบข้อความ

"ระบบต้นแบบควบคุมการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำและแจ้งเตือนอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะ

A PROTOTYPE INTRAVENOUS FLUID CONTROL AND NOTIFICATION SYSTEM VIA SMART DEVICE"

รูปที่ 4.15 หน้าเว็ปไซต์หลัก

- หน้าเลือกห้องในการตั้งค่า เมื่อเลือกรูปแสดงการรูปกราฟ ตามที่ข้อความระบุชื่อห้องไว้ที่ใต้รูป ดังรูปที่ 4.16 จะไปยังหน้าตั้งค่าการให้สารน้ำของแต่ละห้อง

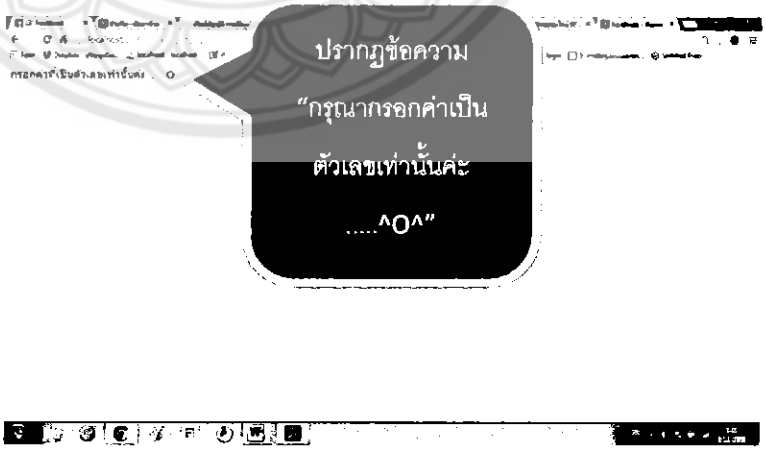


รูปที่ 4.16 หน้าเลือกห้องในการตั้งค่า

- **หน้าตั้งค่าการให้สารน้ำ เมื่อเลือกห้องแล้วจะมายังหน้าตั้งค่าดังรูปที่ 4.17 ซึ่งจะปรากฏช่องสำหรับกรอกค่า และมีตัวเลขระบุว่าเป็นห้องใด และเมื่อผู้ใช้กรอกค่าที่เป็นตัวเลขจะไปยังหน้าแสดงกราฟ หากไม่กรอกค่าเป็นตัวเลขจะกลับมาที่หน้านี้อีกครั้ง**

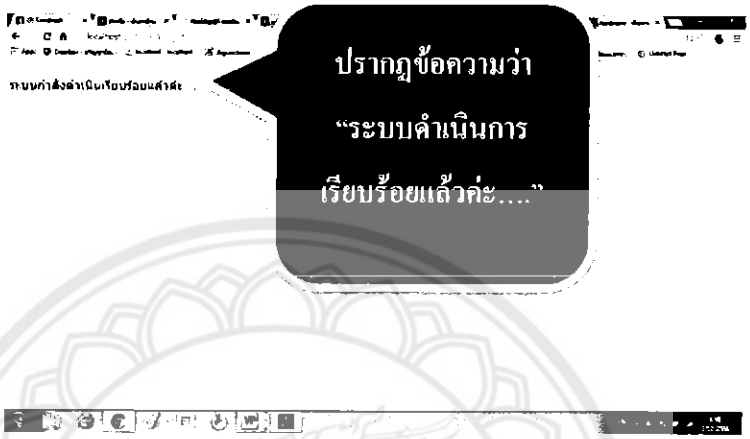
รูปที่ 4.17 หน้าตั้งค่าการให้สารน้ำ

- หน้าตั้งค่าการให้สารน้ำ เมื่อไม่กรอกค่าเป็นตัวเลข จะปรากฏข้อความ "กรุณากรอกค่าเป็นตัวเลขเท่านั้นค่ะ.....^O^" ดังรูปที่ 4.18 โดยจะแสดงหน้านี้ 2 วินาที แล้วจะกลับไปยังหน้าตั้งค่าการให้สารน้ำอีก จนกว่าจะกรอกข้อมูลเป็นตัวเลข



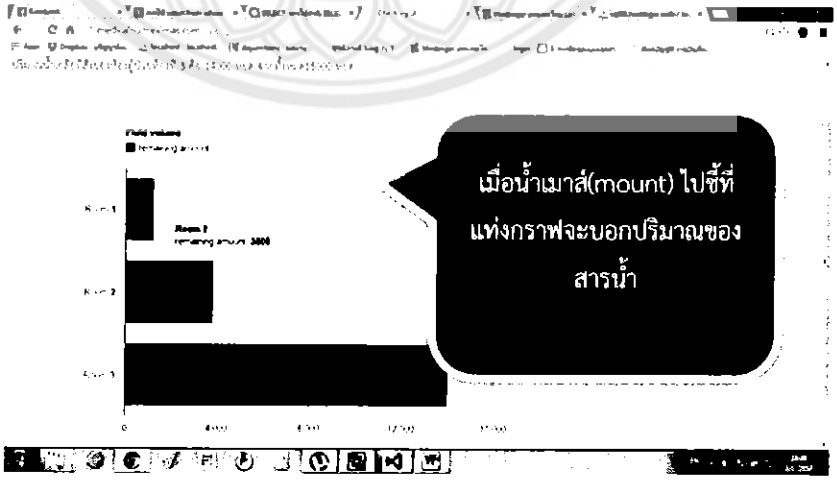
รูปที่ 4.18 หน้าเมื่อไม่กรอกค่าการให้สารน้ำเป็นตัวเลข

- หน้าตั้งค่าการให้สารน้ำ เมื่อกรอกค่าเป็นตัวเลข จะปรากฏข้อความ "ระบบดำเนินการเรียบร้อยแล้วค่ะ" ดังรูปที่ 4.19 โดยจะแสดงหน้านี้ 2 วินาที แล้วจะไปยังหน้าแสดงกราฟของปริมาณสารน้ำของแต่ละห้อง



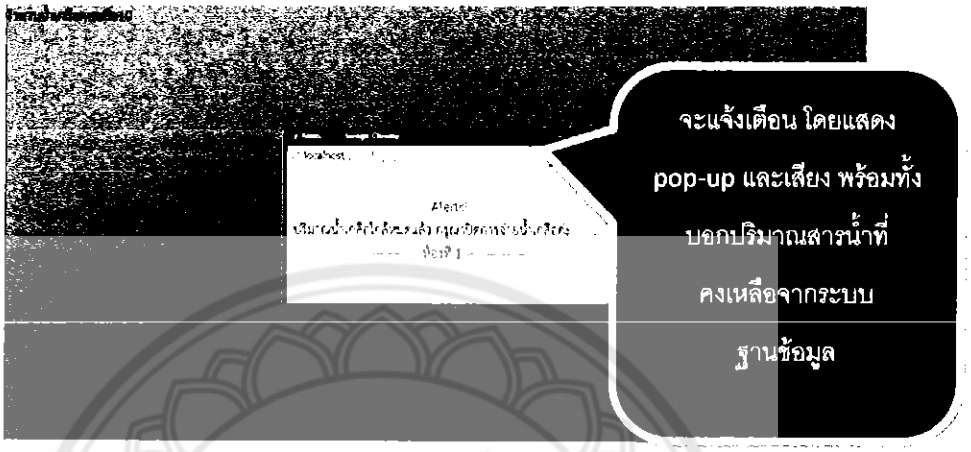
รูปที่ 4.19 หน้าเมื่อกรอกค่าการให้สารน้ำเป็นตัวเลข

- หน้าแสดงกราฟของทุกห้อง ดังรูปที่ 4.20 โดยเมื่อเซิฟเวอร์รับค่าจากบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์มาแล้วจะนำข้อมูลนั้นมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วแสดงค่าที่ได้เป็นกราฟ พร้อมกับรีเฟรช หน้าเว็ปอัตโนมัติทุกๆ 10 วินาที โดยจะแสดงค่าดังรูป และเมื่อปริมาณสารน้ำเหลือต่ำกว่า 3% จะแจ้งเตือน โดยแสดง pop-up และเสียง



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงช่วงปริมาณการไหลของสารน้ำของทุกห้อง

- หน้าแสดงการแจ้งเตือน ดังรูปที่ 4.21 โดยเมื่อปริมาณสารน้ำเหลือต่ำกว่า 3% จะแจ้งเตือน โดยแสดง pop-up และเสียง พร้อมทั้งบอกปริมาณสารน้ำที่คงเหลือจากระบบฐานข้อมูล



รูปที่ 4.21 หน้าแสดงการแจ้งเตือน

4.7 บทสรุป

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกัน รวมทั้งระบบฐานข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการทำงานระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำ กับอุปกรณ์ควบคุมการให้สารน้ำ เครือข่ายไร้สาย Zigbee และการรับส่งค่าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งเมื่อได้ทำการทดลองจะพบว่าเมื่อสั่งค่าอัตราการไหลของสารน้ำผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตสั่งอัตราการไหลของสารน้ำผ่านเว็บไซต์ทียูอาร์แอล http://medicalnu.meximas.com ระบบจะทำการเก็บข้อมูลจากผู้ใช้ลงฐานข้อมูล แล้วส่งข้อมูลไปที่เกตเวย์ที่มีไมโครคอนโทรเลอร์ที่ต่ออยู่กับ Ethernet Shield และเครือข่ายไร้สาย Zigbee ทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมต่อกับแต่ละโหนด แล้วนำค่ามาประมวลผลส่งไปที่โหนดต่างๆ ในแต่ละโหนดจะรับค่าผ่านเครือข่ายไร้สาย Zigbee มาประมวลผลแล้วสั่งควบคุมอัตราการไหลสารน้ำ จะพบความคลาดเคลื่อนของอัตราการไหลของสารน้ำเล็กน้อย เนื่องจากความสูงของเสาน้ำเกลือและความสูงของเตียงผู้ป่วยมีการแปรผันตามแรงโน้มถ่วงของโลกซึ่งจะส่งผลต่อแรงดันของสารน้ำภายในสายของสารน้ำ และยังมีอีกสาเหตุหนึ่งคือปริมาณสารน้ำในขวดสารน้ำที่มีผลต่อแรงดันของสารน้ำที่จะหยดออกมา พร้อมทั้งส่งจำนวนอัตราไหลของสารน้ำไปที่เกตเวย์ผ่านเครือข่ายไร้สาย Zigbee แล้วเกตเวย์จะส่งค่าไปที่เก็บที่ฐานข้อมูลพร้อมทั้งแสดงจำนวนสารน้ำที่เหลืออยู่ที่เว็บไซต์

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากบทที่แล้วนั้นผู้จัดทำโครงงานได้ทำการทดลอง และเก็บผลการทดลองในการทดสอบระบบต่างๆ ในบทนี้จึงจะกล่าวถึง ผลการทดลองที่ได้ทำขึ้นในบทที่ 4 เพื่อเสนอแนวทางของปัญหาที่พบ พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีการการปัญหา และการพัฒนาระบบต่อไป

5.1 สรุปผลการทำงาน

1. ในการทำงานของอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการนับจำนวนหยดของสารน้ำด้วยสายตาแล้วจะพบว่ามีค่าความคาดเคลื่อนของจำนวนหยดมีค่าเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นประสิทธิภาพของอุปกรณ์นับจำนวนหยดของสารน้ำมีความแม่นยำสูง และแสดงผลของการนับจำนวนหยดของสารผ่านจอแสดงผลแอลซีดีพร้อมทั้งยังแสดงผลไปที่เว็บไซต์

2. ในการทำงานของจำอุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำ จากการนับหยดของสารน้ำด้วยอุปกรณ์นับจำนวนหยดในแต่ละนาทีนั้น เทียบกับค่าของอัตราหยดของสารน้ำที่ได้กรอกไว้นั้น ในช่วงปริมาณของสารน้ำ 1,000 - 700 มิลลิลิตร จะพบว่ามีค่าคาดเคลื่อนไม่เกิน 3 หยด มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยมีค่าเพียง 0.34 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงปริมาณของสารน้ำ 700 - 400 มิลลิลิตร จะพบว่ามีค่าคาดเคลื่อนไม่เกิน 2 หยด มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยมีค่าเพียง 1.32 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงปริมาณของสารน้ำ 400 - 100 มิลลิลิตร จะพบว่ามีค่าคาดเคลื่อนไม่เกิน 1 หยด มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยมีค่าเพียง 0.34 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากความสูงของเสาน้ำเกลือและความสูงของเตียงผู้ป่วยมีการแปรผันตามแรงโน้มถ่วงของโลกซึ่งจะส่งผลต่อแรงดันของสารน้ำภายในสายของสารน้ำ และยังมีอีกสาเหตุหนึ่งคือปริมาณสารน้ำในขวดสารน้ำที่มีผลต่อแรงดันของสารน้ำที่จะหยดออกมา ประสิทธิภาพโดยรวมของอุปกรณ์ในการควบคุมอัตราการให้สารน้ำถือว่าใช้ได้

3. ในส่วนของเว็ปไซต์ควรปรับปรุงให้สวยงามน่าใช้ และอาจเพิ่มในส่วนการทำงานอื่นๆ ให้เข้ากับเว็ปไซต์ของหน่วยงาน หรือองค์กร เพื่อที่จะสามารถใช้งานได้สะดวก และครอบคลุมการทำงาน

5.2 ปัญหาที่พบ

1. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้มีขนาดหน่วยความจำน้อย และมีไม่การทำงานบางส่วนที่ตามที่ต้องการ

2. ความสูงของเสาน้ำเกลือ เตียงของผู้ป่าย และความดันภายในขวดของสารน้ำมีผลต่อการควบคุมจำนวนหยดของสารน้ำ

3. เสียงของเซอร์โวมอเตอร์รุ่นที่ใช้นั้นจะส่งเสียงดังในขณะที่ทำงาน ทำให้เกิดการรบกวน

4. การทำงานของเว็ปไซต์ และการเก็บข้อมูลบนเซิฟเวอร์ ควรเพิ่มการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานให้มากกว่านี้

5. ในการทำงาน และการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆนั้นมักเกิดความผิดพลาดได้ทั้งตัวอุปกรณ์ และตัวผู้ใช้งาน ซึ่งจะส่งผลให้อุปกรณ์เกิดความเสียหาย

5.3 ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา

1. ควรวางแผนการทำงานและความต้องการในการใช้อุปกรณ์ให้ตรงกับความต้องการของระบบเพื่อที่จะได้ไม่ต้องซื้ออุปกรณ์ใหม่

2. ควรทดลองและเก็บผลการทดลองเกี่ยวกับ ความสูงของเสาน้ำเกลือ เตียงของผู้ป่าย และความดันภายในขวดของสารน้ำ ให้มากกว่านี้เพื่อให้ในการควบคุมการไหลของสารน้ำแม่นยำขึ้น

3. การสั่งจำนวนหยดของสารน้ำผ่านเว็บไซต์นั้นควรออกแบบระบบให้เป็นแบบ local host เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้

4. ควรที่จะใช้เซิฟเวอร์ที่มีความปลอดภัยในการเก็บรักษาข้อมูล โดยอาจจะเช่าเซิฟเวอร์ และอาจมีผู้ดูแลการใช้งานต่างๆ พร้อมทั้งควรเพิ่มส่วนเสริมให้กับเว็ปไซต์ เพื่อให้ครอบคลุมในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

5. ในการใช้อุปกณ์ต่างๆ นั้น ควรที่จะศึกษาการวิธีใช้งานและตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนใช้งาน เพื่อลดความเสียหาย และอุบัติเหตุลงได้

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนางานต่อไปในอนาคต

1. ควรนำระบบไปใช้งานจริงเพื่อบันทึกข้อมูลการทดสอบและนำไปปรับปรุงให้สามารถใช้ได้จริงในสถานพยาบาลหรือที่พักอาศัยได้

2. ควรใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นที่ตรงกับงานที่ใช้

3. ควรพัฒนาให้เพิ่มโหนดการทำงานให้มากขึ้น เพื่อสอดคล้องกับการใช้งานจริง

4. ผู้ใช้งานสามารถนำระบบไปประยุกต์ใช้ให้ตรงกับความต้องการ

5. ผู้ใช้อาจจะนำระบบเว็ปไซต์ ไปปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมเพื่อให้ใช้งานได้จริง

เอกสารอ้างอิง

[1] การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ[Internet]. [cited 2013 November 11]; Available from: http://student.mahidol.ac.th/~u4809211/index.htm

[2] Student.mahidol.อาการแทรกซ้อนจากการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำดำ [Internet]. [cited 2013 May 10]; Available from: http://student.mahidol.ac.th/~u4909175/page6.htm

[3] PB TRADING.เครื่องมือแพทย์เฉพาะทาง [Internet]. [cited 2013 May 10]; Available from: http://www.pb-treding.com/?menu=protype&tid=22

[4] 123rf. Stock Photo - Intra venous fuid with stand with nature background. [Internet]. [cited 2013 May 10]; Available from: http://www.123rf.com/photo_14868797_intra-venous-fuid-with-stand-with-nature-background.html

[5] IR Sensor[Internet]. [cited 2013 May 6]; Available from: http://www.pages.drexel.edu/~pyc23/ir_sensor.html#Final

[6] compomax. Basics of Photoelectric Sensing [Internet]. [cited 2013 May 5]; Available from:http://www.compomax.co.th/product/basics-of-photoelectric-sensing/

[7] tdhobby. Rc Servo ความรู้พื้นฐานในการใช้งานเซอร์โว[Internet]. [cited 2013 May 2]; Available from: http://www.tdhobby.com/index.php?option=com_content&view=article&id=89:understand-rc-servo&catid=43:2011-01-30-11-45-16&Itemid=79

[8] LNW Arduino UNO R3+Free USB Cable [Internet]. [cited 2013 May 2]; Available from: http://www.arduitronics.com/product/8/arduino-uno-r3free-usb-cable%E0%B8%9E%E0% B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B8%AA%E0%B9%88%E0%B8%87-2-%E0%B8%98%E0%B8%84-56

[9] Engineer007. Review บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 และการใช้งาน Software Arduino [Internet]. [cited 2013 May 2]; Available from: http://www.engineer007.com/articles/42096260/Review%20%E0%B8%9A%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%94%E0%B8%97%E0%B8%94%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0%B8%A5%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%20Arduino%20Uno%20R3%20%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%20Software%20Arduino.html

[10] thaieasyelec. Zigbee คืออะไร[Internet]. [Cited 2013 May 1]; Available from: http://www.thaieasyelec.com/electronics-in-chapter/what-is-zigbee.html

[11] LNW. เริ่มต้นใช้งาน Arduino UNO ตอนที่ 1 [Internet]. [Cited 2013 May 2]; Available from: http://www.arduitronics.com/article/%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-arduino-uno-%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88-1-%E0%B9%81%E0%B8%99%E0%B8%B0%E0%B8%99%E0%B8%B3%E0%B8%95%E0%B8%B1%E0%B8%A7%E0%B8%81%E0%B1%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%99

[12] ระบบสื่อไร้สาย[Internet]. [cited 2013 May 1]; Available from: http://zigbee.gagto.com/?cid=389452

[13]Behrouz A. Forouzan, Data Communication and Networking (4 ed.). Singapore: McGraw-Hill, 2007. [book]. [cited 2013 November 13]

[14] thaitelecomkm. เครือข่ายเฉพาะที่ (Local Area Networks: LANs) [Internet]. [Cited 2013 May 1]; Available from: http://thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Local_Area_Network_LANs/index.php

[15] ARDUINO. Arduino Ethernet Shieldhttp[Internet]. [Cited 2013 May 7]; Available from: rduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield

[16] aimagin blog. โครงงานชุดควบคุมองศา Stepping Motor โดย Keypad [Internet]. [Cited 2013 May 25]; Available from:http://aimagin.com/blog/%E0%B8%8A%E0%B8%B8%E0%B8%94%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%9A%E0%B8%84%E0%B8%B8%E0%B8%A1-%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%A8%E0%B8%B2-stepping-motor-%E0%B9%82%E0%B8%94%E0%B8%A2-keypad-2/?lang=th

[17] mysql[Compatibility Mode] [Internet]. [cited 2013 May 9]; Available from: https://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&ved=0CEkQFjAD&url=http%3A%2F%2Fcourse.eau.ac.th%2Fcourse%2FDownload%2F0133607%2Fmysql.doc&ei=2fUMUsHyGMfUMUsH4oCIDw&usg=AFQjCNEIDbFQroyhdCt9LCF9NHlC8M86lA&sig2=nWM2JFDdobxDoY_iR9agQ&bvm=bv.50768961,d.bmk

[18] rightsoftcorp.PHP คืออะไร[Internet]. [[cited 2013 May 5]; Available from: http://www.rightsoftcorp.com/?name=news&file=readnews&id=11

[19] Kruoong.การออกแบบระบบฐานข้อมูล [Internet]. [Cited 2013 May 2]; Available from: http://kruoong.blogspot.com/2011/12/blog-post.html

[20] mysql[Compatibility Mode] [Internet]. [cited 2013 May 5]; Available from: https://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&ved=0CEkQFjAD&url=http%3A%2F%2Fcourse.eau.ac.th%2Fcourse%2FDownload%2F0133607%2Fmysql.doc&ei=2fUMUsHyGMbqrAea4oCIDw&usg=AFQjCNEIDbFQroyhdCt9LCF9NHlC8M86lA&sig2=nWM2JFDdobxDoY_iR9agQ&bvm=bv.50768961,d.bmk

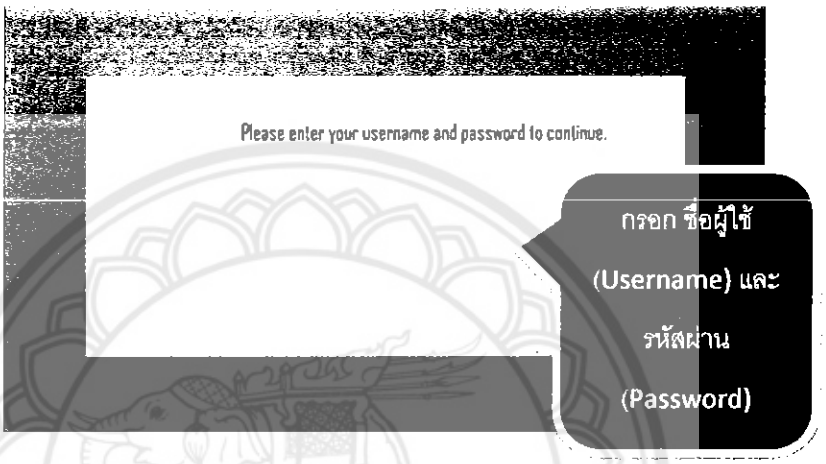
[21] GotoKnow.PHP คืออะไร ใช้ทำอะไร [Internet]. [Cited 2013 Feb 15]; Available from: http://www.gotoknow.org/posts/428663

[22] ภาษา HTML.1.1 รู้จักกับ HTML [Internet]. [Cited 2013 May 9]; Available from: http://61.19.202.164/resource/courseware/html/k01-01.html

ภาคผนวก ก

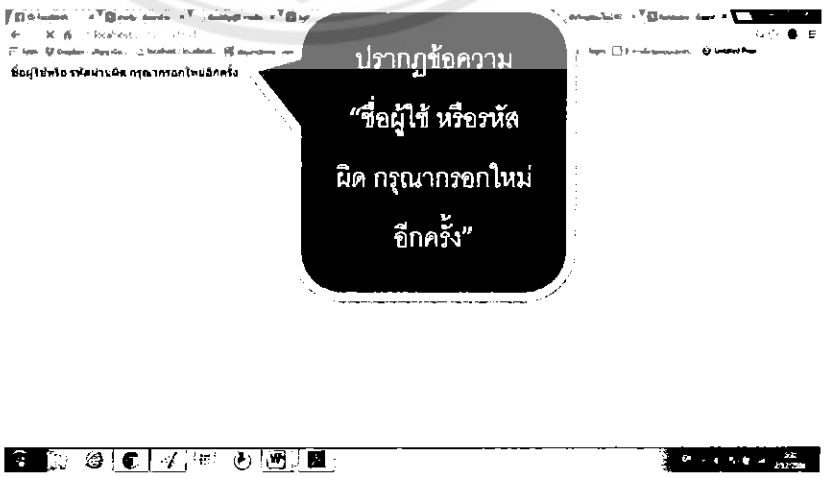
การใช้งานระบบเบื้องต้น

1. หน้าเข้าสู่ระบบ ผู้ใช้ต้องกรอกดังรูปที่ ก.1 ชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password)



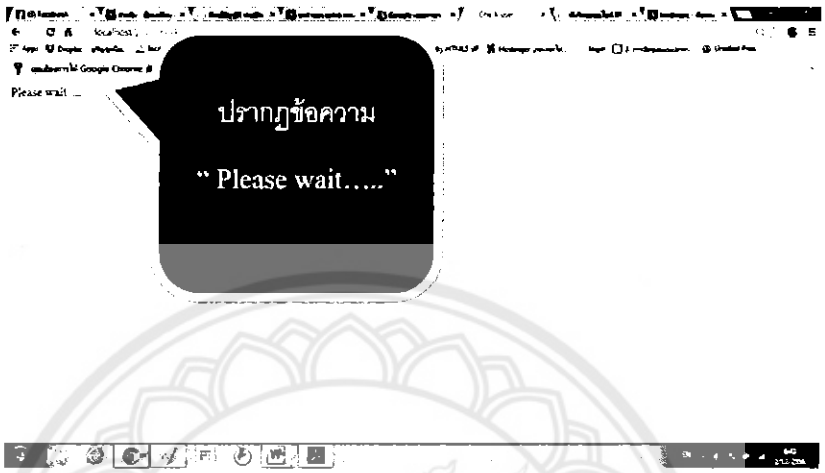
รูปที่ ก.1 หน้าเข้าสู่ระบบ

2. หน้ากรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ไม่ถูกต้องจะปรากฏข้อความ "ชื่อผู้ใช้ หรือรหัสผิด กรุณากรอกใหม่อีกครั้ง" ดังรูปที่ ก.2 โดยจะแสดงหน้านี้ 2 วินาที แล้วจะกลับไปยังหน้าเข้าสู่ระบบจนกว่าจะกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน ถูก



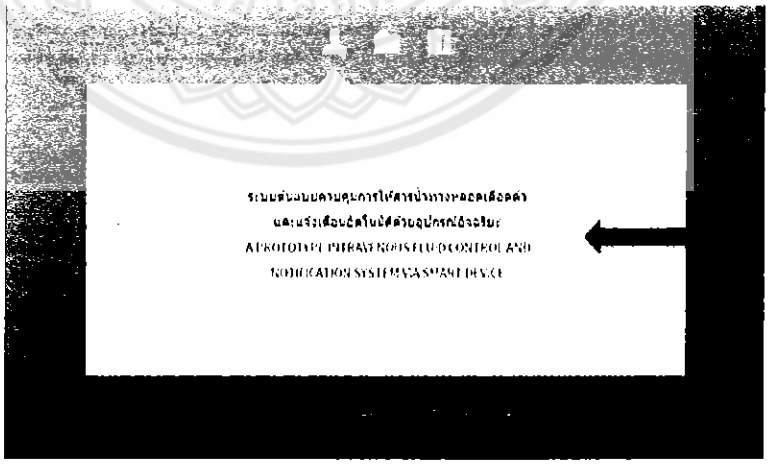
รูปที่ ก.2 หน้ากรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ไม่ถูกต้อง

3. หน้ากรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ถูกต้องจะปรากฏข้อความ " Please wait....." ดังรูปที่ ก.3 โดยจะแสดงหน้านี้ 2 วินาที แล้วจะไปยังหน้าเว็ปไซต์หลัก



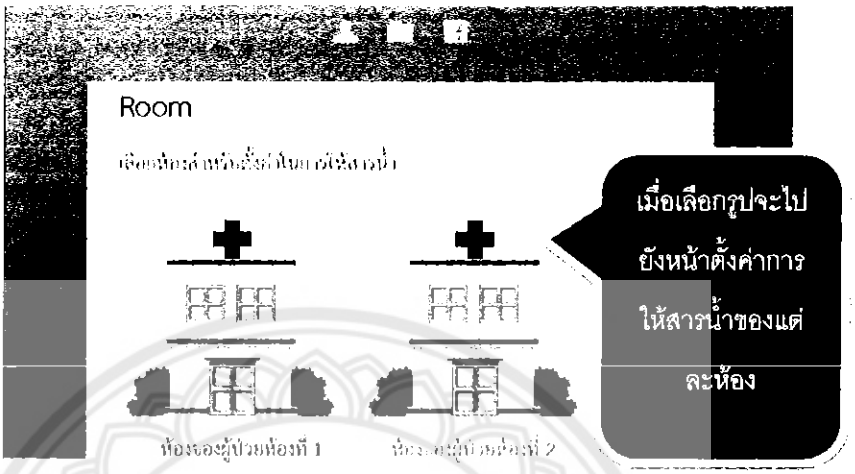
รูปที่ ก.3 หน้ากรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ถูกต้อง

4. หน้าเว็ปไซต์หลัก ดังรูปที่ ก.4 จะพบข้อความ "ระบบต้นแบบควบคุมการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำและแจ้งเตือนอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะ A PROTOTYPE INTRAVENOUS FLUID CONTROL AND NOTIFICATION SYSTEM VIA SMART DEVICE"



รูปที่ ก.4 หน้าเว็ปไซต์หลัก

5. หน้าเลือกห้องในการตั้งค่า เมื่อเลือกรูปแสดงการรูปกราฟ ตามที่ข้อความระบุชื่อห้องไว้ที่ใต้รูปดังรูปที่ ก.5 จะไปยังหน้าตั้งค่าการให้สารน้ำของแต่ละห้อง



รูปที่ ก.5 หน้าเลือกห้องในการตั้งค่า

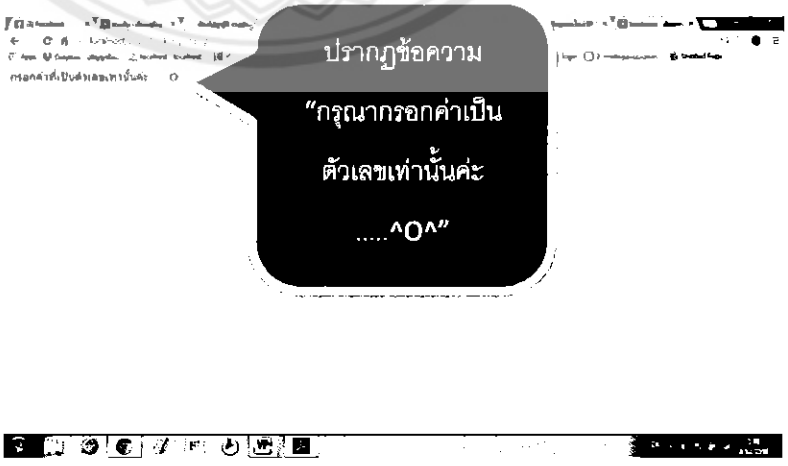
6. เมื่อเริ่มการทำงานระบบจะมีการแสดงผลผ่านจอแสดงผลแอลซีดีที่กล่องควบคุม เพื่อรอรับค่าจำนวนหยอดของสารน้ำจากผู้ใช้ผ่านเว็บไซต์ ดังในรูปที่ ก.6

รูปที่ ก.6 จอแสดงผลแอลซีดีขณะระบบเริ่มทำงาน

7. หน้าตั้งค่าการให้สารน้ำ เมื่อเลือกห้องแล้วจะมายังหน้าตั้งค่าดังรูปที่ ก.7 ซึ่งจะปรากฏช่องสำหรับกรอกค่า และมีตัวเลขระบุว่าเป็นห้องใด และเมื่อผู้ใช้กรอกค่าที่เป็นตัวเลขจะไปยังหน้าแสดงกราฟ หากไม่กรอกค่าเป็นตัวเลขจะกลับมาที่หน้านี้อีกครั้ง

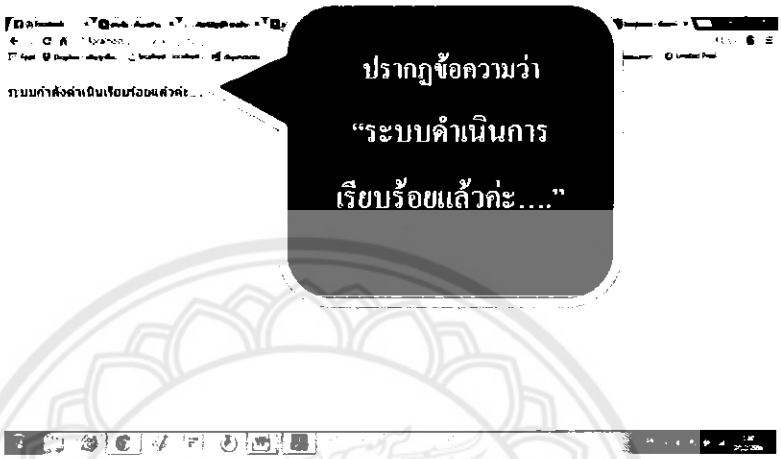
รูปที่ ก.7 หน้าตั้งค่าการให้สารน้ำ

8. หน้าตั้งค่าการให้สารน้ำ เมื่อไม่กรอกค่าเป็นตัวเลข จะปรากฏข้อความ "กรุณากรอกค่าเป็นตัวเลขเท่านั้นค่ะ.....^O^" ดังรูปที่ ก.8 โดยจะแสดงหน้านี้ 2 วินาที แล้วจะกลับไปยังหน้าตั้งค่าการให้สารน้ำอีก จนกว่าจะกรอกข้อมูลเป็นตัวเลข



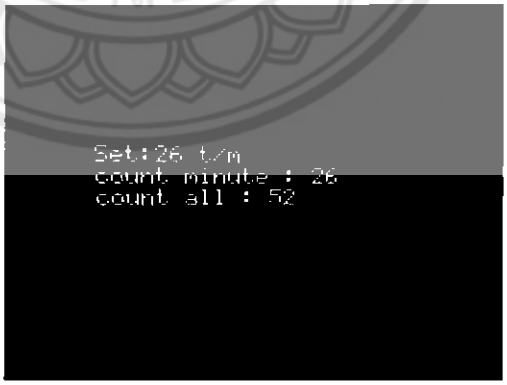
รูปที่ ก.8 หน้าเมื่อไม่กรอกค่าการให้สารน้ำเป็นตัวเลข

9. หน้าตั้งค่าการให้สารน้ำ เมื่อกรอกค่าเป็นตัวเลข จะปรากฏข้อความ "ระบบดำเนินการเรียบร้อยแล้วค่ะ" ดังรูปที่ ก.9 โดยจะแสดงหน้านี้ 2 วินาที แล้วจะไปยังหน้าแสดงกราฟของปริมาณสารน้ำของแต่ละห้อง



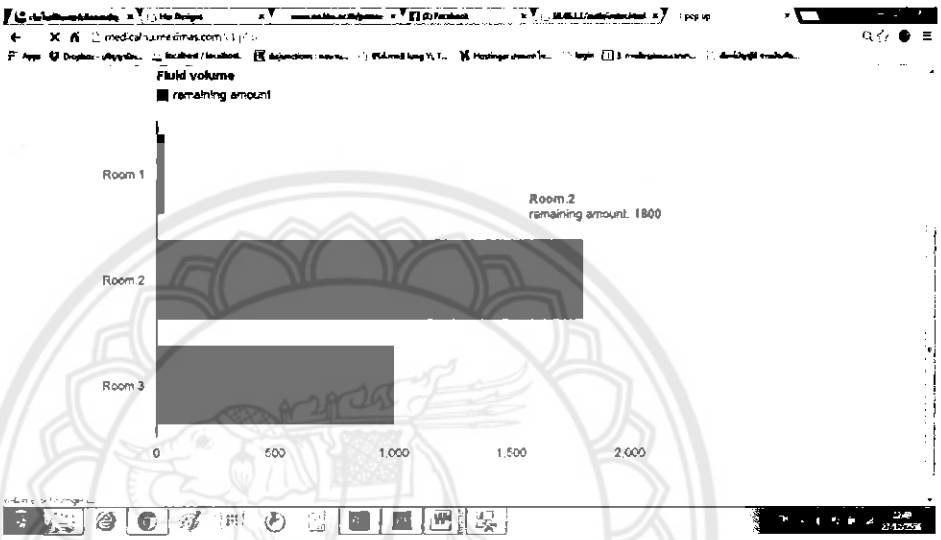
รูปที่ ก.9 หน้าเมื่อกรอกค่าการให้สารน้ำเป็นตัวเลข

10. เมื่อผู้ใช้ตั้งค่าให้ระบบทำงานตามที่ต้องการผ่านเว็บไซต์แล้วจะมีการแสดงผลผ่านจอแสดงผลแอลซีดี โดยมีข้อความแสดงจำนวนหยดของสารที่ผู้ใช้ได้ตั้งค่าไว้ จำนวนหยดของสารน้ำในนาทีที่ผ่านมา และจำนวนหยดของสารน้ำที่หยดมาทั้งหมดดังรูปที่ ก.10



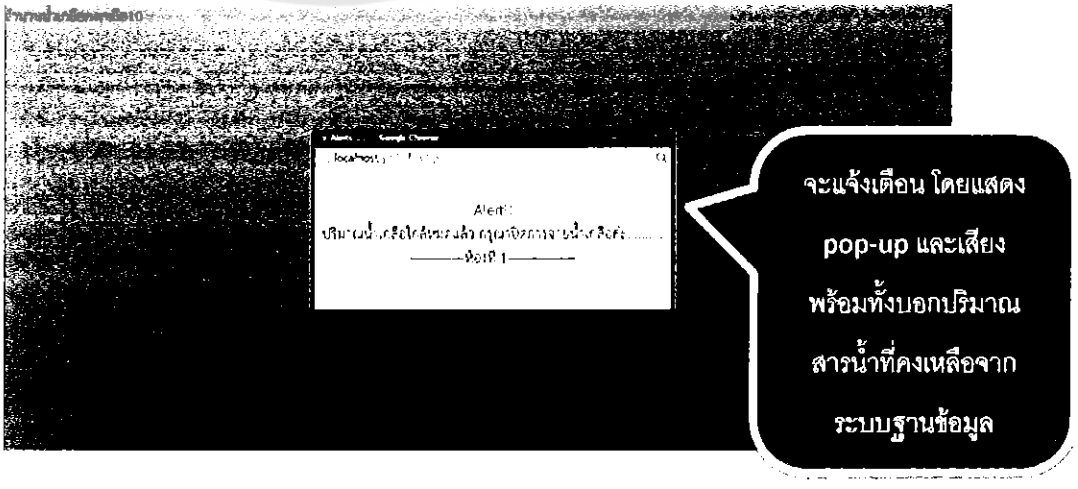
รูปที่ ก.10 จอแสดงผลแอลซีดีขณะระบบทำงาน

11. หน้าแสดงกราฟของทุกห้อง ดังรูปที่ ก.11 โดยเมื่อเซิฟเวอร์รับค่าจากบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ มาแล้วจะทำข้อมูลนั้นมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วแสดงค่าที่ได้เป็นกราฟ พร้อมกับรีเฟรช หน้าเว็ปอัตโนมัติทุกๆ 20 วินาที โดยจะแสดงค่าดังรูป และเมื่อปริมาณสารน้ำเหลือต่ำกว่า 3% จะแจ้งเตือน โดยแสดง pop-up และเสียง



รูปที่ ก.11 กราฟแสดงช่วงปริมาณการไหลของสารน้ำของทุกห้อง

12. หน้าแสดงการแจ้งเตือน ดังรูปที่ ก.12 โดยเมื่อปริมาณสารน้ำเหลือต่ำกว่า 3% จะแจ้งเตือน โดยแสดง pop-up และเสียง พร้อมทั้งบอกปริมาณสารน้ำที่คงเหลือจากระบบฐานข้อมูล



รูปที่ ก.12 หน้าแสดงการแจ้งเตือน

ภาคผนวก ข

การใช้งาน Xbee เบื้องต้น

1. การติดตั้งโปรแกรม X-TCU สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมได้ที่

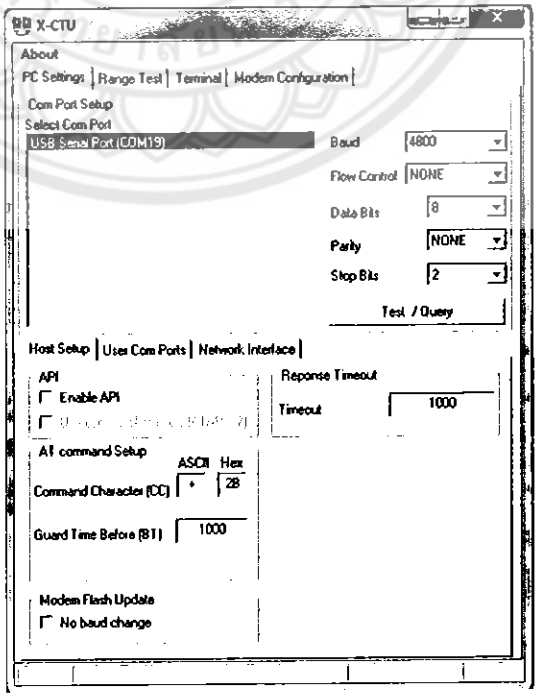
http://www.digi.com/support/productdetail?pid=3352&osvid=57&type=utilities

2. ดับเบิ้ลคลิกไฟล์ที่ดาวโหลดมาดังรูปที่ ข.1

40003002_C

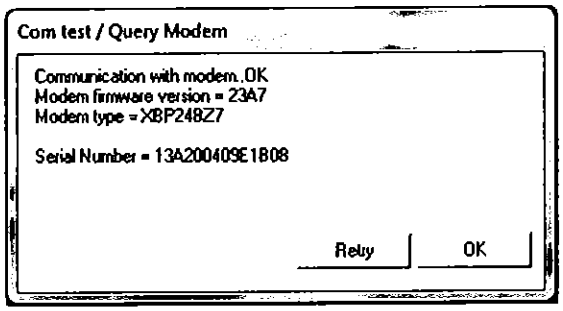
รูปที่ ข.1 โปรแกรม X-TCU

3. หลังจากเสร็จข้อ 2 แล้ว จะได้หน้าต่างดังรูปที่ ข.2



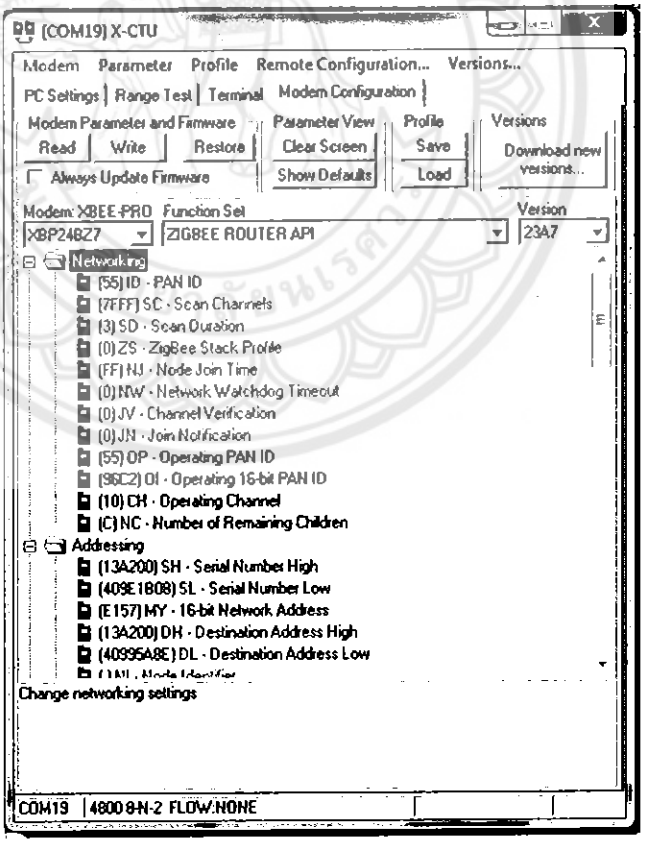
รูปที่ ข.2 หน้าต่างโปรแกรม X-TCU

4. คลิกที่ Test / Query หาก Xbee เชื่อมต่ออย่างถูกต้องจะแสดงหน้าต่างดังรูปที่ ข.3



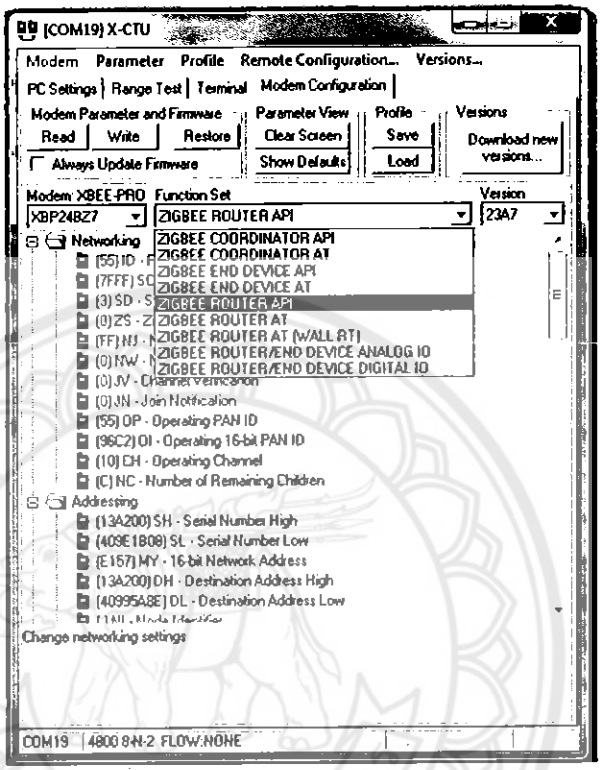
รูปที่ ข.3 หน้าต่าง Com test / Query Modem

5. คลิกที่ Modem Configuration และคลิกที่ Read จะแสดงหน้าต่างดังรูปที่ ข.4 เป็นการแสดงรายละเอียดของ Xbee ของตัวที่ใช้



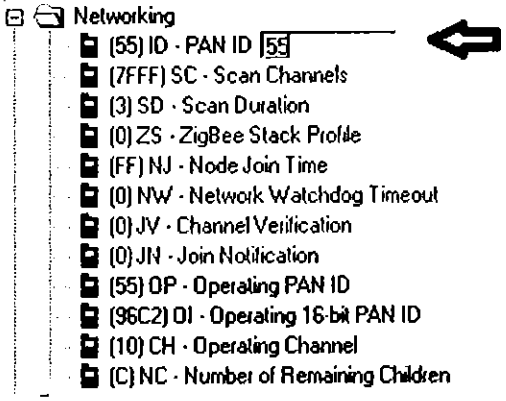
รูปที่ ข.4 หน้าต่างแสดงการเซต Xbee

6. คลิกเลือกที่ Function Set และคลิกเลือกชนิดของ Xbee ที่ต้องการเซต จากรูปที่ ข.5 เป็นการเซตให้เป็นแบบ ZIGBEE ROUTER API



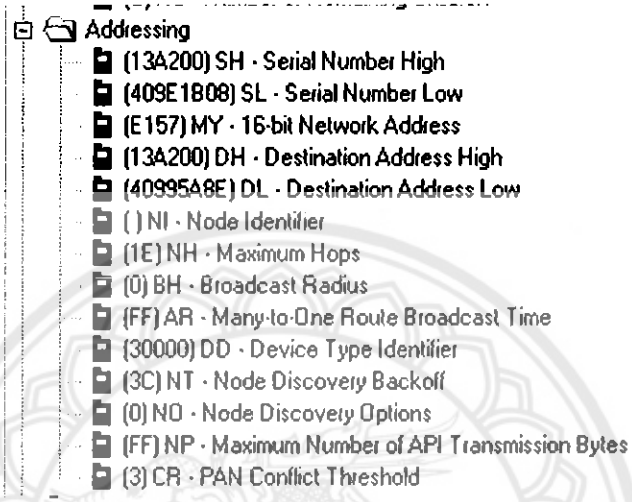
รูปที่ ข.5 หน้าต่างแสดงการเซต Xbee

7. คลิกที่ Networking และกำหนดค่า ID – PAN ID ให้มีค่าเหมือนกันทั้งวงแลน จากรูปที่ ข.6 กำหนดเป็นเป็น 55



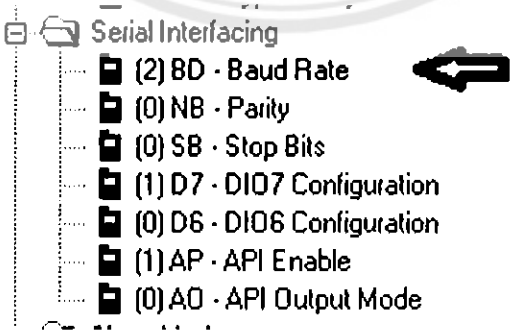
รูปที่ ข.6 หน้าต่างแสดงการกำหนดค่า ID – PAN ID

8. คลิกที่ Addressing ทำการเซตพารามิเตอร์ DH และ DL ของแต่ละฝั่งให้มีค่าเท่ากับ SH และ SL ของฝั่ง ZIGBEE COORDINATOR API โดย SH SL เป็นค่า address ที่เราเปลี่ยนไม่ได้ เป็นค่าที่ใส่มาจากโรงงานดังรูปที่ ข.7



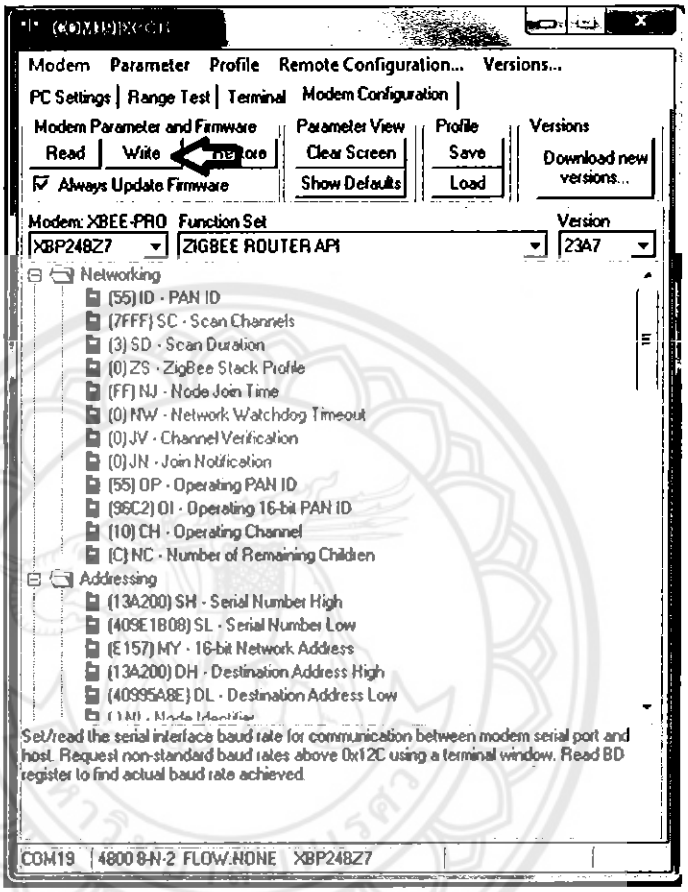
รูปที่ ข.7 หน้าต่างแสดงการเซตพารามิเตอร์ DH และ DL

9. คลิกที่ Serial Interfacing ทำการเซต BD – Baud Rate จากรูปที่ ข.8 จะเซต BD – Baud Rate ในโหมดที่ 2 - 4800



รูปที่ ข.8 หน้าต่างแสดงการเซต BD – Baud Rate

10. หากผู้ใช้ทำการเซตค่าต่างๆ ตามที่ต้องการแล้วคลิกเครื่องหมายถูกที่ Always Update Firmware และคลิก Wirte ดังรูปที่ ข.9



รูปที่ ข.9 หน้าต่างแสดงการเซต BD – Baud Rate