



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องเฝ้าระวังไร้สายสำหรับผู้ป่วยแบบหลายหน้าที่
Multifunction patient monitoring machine

นาย อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล

b00270416

PC00182

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2560

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เครื่องเฝ้าระวังไร้สายสำหรับผู้ป่วยแบบหลายหน้าที่.....
 แหล่งเงิน เงินงบประมาณแผ่นดิน (วช.).....
 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน.....590,000 บาท
 ระยะเวลาทำการวิจัย1.....ปี..ตั้งแต่.....1 ตุลาคม 2558.....ถึง.....30 กันยายน 2560
 ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด
 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล.....
 ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) ATTASIT LASAKUL.....
 ตำแหน่งทางวิชาการ ...รองศาสตราจารย์..... สัดส่วนการวิจัย 100 %.....
 ภาควิชาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... คณะ วิศวกรรมศาสตร์.....
 โทรศัพท์ ...0840270185..... โทรสาร
 E-mailklattasi@kmitl.ac.th.....

บทคัดย่อ

ดังที่เราทราบแล้วว่าในปัจจุบันเรื่องของการให้บริการด้านการแพทย์ในประเทศเรานั้น ทำได้ไม่เต็มที่น่า ซึ่งเหตุผลสำคัญอย่างหนึ่งก็คือพยาบาลมีจำนวนที่น้อยมาก ไม่สามารถดูแลผู้ป่วยแต่ละคนได้อย่างทั่วถึงตลอดเวลา แม้แต่ผู้ป่วยเฉพาะซึ่งต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษในห้อง ICU หรือที่บ้านของผู้ป่วยเองก็ไม่สามารถได้รับการดูแลตลอดเวลาได้เช่นกัน ดังนั้นถ้าขาดการดูแลภายในช่วงเวลาสั้นๆ อาจเกิดปัญหาใหญ่ได้ เช่น กรณีผู้ป่วยเป็นโรคหัวใจวาย เป็นต้น ดังนั้นโครงการเครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วยแบบใหม่นี้ จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยแพทย์และพยาบาลให้สามารถเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ตลอดเวลา และได้รับการแจ้งเตือนได้ทันเวลา ซึ่งเป็นโครงการที่ต่อเนื่องจากที่ผู้วิจัยได้ทำไปแล้วใน การเสนอขอรับทุนเงินวิจัยรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ใน ปี พ.ศ. 2558 และในโครงการนี้จึงเป็นการพัฒนาต่อเนื่อง จากงานที่ผ่านมาตนเอง โดยในโครงการเดิมนั้นไม่ได้มีการวัดที่หลากหลาย ดังนั้นในโครงการนี้จึงเพิ่มการตรวจวัด หลายโมดูลแล้วแต่ความต้องการของผู้ใช้ โดยจะแยกตัวเครื่องตรวจวัดเป็นสองส่วนคือ ตรวจสัญญาณหัวใจ และตรวจอัตราการเต้นของหัวใจ

โครงการนี้ยังคงใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กเป็นหลัก ซึ่งการใช้งานจะง่าย ข้อมูลที่ประมวลผลแล้วจะถูกส่งแบบไร้สาย (WIFI) ไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล ดังนั้นแพทย์หรือพยาบาลสามารถตรวจสอบข้อมูลการเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ทันที นอกจากนี้แม้กรณีไม่มีคอมพิวเตอร์ ก็ยังสามารถใช้อุปกรณ์อื่นๆ ที่สามารถเชื่อมกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ก็สามารถตรวจสอบข้อมูลการเฝ้าระวังผู้ป่วย ได้เช่นกัน นอกจากนี้ในเครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วยอัตโนมัติ ยังมีเครื่องแจ้งเตือนขนาดเล็กที่สามารถพกพาได้อีกด้วย

คำสำคัญ : ไมโครคอนโทรลเลอร์, สัญญาณการเต้นหัวใจ, การสื่อสารผ่านไวไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title:Multifunction patient monitoring machine.....

Researcher:Assoc.Prof.Dr. Attasit LASAKUL.....

Faculty:Engineering.....Department:Computer engineering

ABSTRACT


Currently, the small number of Doctors and Nurse, that mean they cloud not take care for each patient thoroughly at all times even patients received care at the patient's home cannot be maintained at all times. If lack of care within a short period, it may have a big problem, for example, the patient is a heart attack. The New Patient Monitor Machine is developed for helping doctors and nurses can observe patients at all time and receive a notification quickly. This project is the continue version of the old one (proposed in 2015) this machine still using the microcontroller to process data from digital pulse sensor (ECG, Hart rate sensors), stick on the patient's body. Then the processed data are transmitted by Wi-Fi module to web server to store the data in its database, so doctor or nurse can check data and notification on web application. Moreover, If doctor or nurse do not have computer or other devices in connection on internet, they can use the small warning device which was already included in this system. The device can automatic check monitoring data (on the web server) , process data and alert by sound from buzzer if it in the bad condition. This research proposed the example of using 2 kinds of sensor, so it can be further developed and apply to another type of medical sensors.

Keywords: Microcontroller, ECG (Electro Cardio Gram), WIFI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ จะไม่อาจสำเร็จได้เลย หากปราศจาก บุคคลและหน่วยงานเหล่านี้ ได้ให้ ข้อมูลและคำแนะนำ อันเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยเป็นอย่างมาก คือ รศ.ดร.สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์ ซึ่งเป็น อาจารย์ประจำสาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่ง ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้เป็นอย่างมาก และอีกส่วนก็คือกลุ่มของ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ของ หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ ที่ได้มาร่วมช่วยในการทำการทดลองทดสอบการทำงานของเครื่องที่ได้ทำวิจัย นี้ และขอขอบคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้กำลังใจ มาตลอดการทำวิจัยนี้ ทำให้งานเสร็จลุล่วงไปด้วยดี และที่สำคัญที่สุด นั่นคือ งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน (วช.) ประจำปี งบประมาณ พ.ศ. 2560 (เลขที่สัญญา A118-0460-007) และสุดท้ายคือคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้ การ สนับสนุนมาตลอด.



รองศาสตราจารย์ ดร. อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล
(หัวหน้าโครงการวิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	7
3.1 ส่วนของ Hard ware	9
3.2 ส่วนของ Software	14
3.3 การใช้งานของเครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วย	17
3.3.1 การทดลองใช้งานเว็บเพจ	20
3.3.2 การทดลองใช้งานเครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วย	22
บทที่ 4 ผลการวิจัย	25
4.1 ผลวิจัยต่างๆ	25
4.2 จุดเด่นของงานวิจัยนี้	25
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	26
5.1 สรุปผลการวิจัยและคาเสนอแนะ	26
บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย	27
บรรณานุกรม เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	29
ภาคผนวก ก อุปกรณ์โมดูลการรับส่งข้อมูล WIFI (dw mini ESP8266 หรือเข้ากันได้กับ Wemos D1)	29
และส่วนของการวัดสัญญาณคลื่นหัวใจ (ECG)	29
ภาคผนวก ข ส่วนของโปรแกรม	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ประวัตินักวิจัย

58



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงตารางเวลาการดำเนินการวิจัย	15



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เป็นตัวประมวลผลหลัก NodeMCU ที่มีส่วนของโมดูล WIFI ในตัวที่ใช้ในงานวิจัยนี้	4
2.2 ESP-8266 เป็นแบบที่มีตัวประมวลผลรวมกับ WIFI อีกแบบ	5
2.3 เป็นเทคโนโลยีต่างๆที่นำมาพัฒนาด้านซอฟต์แวร์	6
3.1 แนวคิดของการใช้งานของเครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วยอัตโนมัติแบบหลายหน้าที่	7
3.2 แสดงส่วนประกอบของเครื่องวัดตัวแม่	9
3.3 หัวชุดวัดการเต้นของหัวใจรุ่น ZX-Heart Rate	10
3.4 แสดงส่วนตัวบอร์ดวัดสัญญาณรูปคลื่นหัวใจ (ECG) ที่ใช้บนตัวแม่	10
3.5 แสดงส่วนของตัวเครื่องตัวแม่ (ภายนอก(a) และภายใน (b)) ที่ได้ออกแบบไว้	12
3.6 เครื่องตัวลูก (แจ้งเตือน) ที่ออกแบบไว้ในงานวิจัยครั้งนี้	13
3.7 ตัวส่วนต้นแบบเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่ใช้งานในงานวิจัยนี้	14
3.8 โพรซาร์ท โปรแกรมของส่วนเครื่อง Web server ตัวแม่	15
3.9 โพรซาร์ท โปรแกรมของส่วนเครื่องแจ้งเตือน	15
3.10 โพรซาร์ท โปรแกรมของส่วนเครื่องตัววัดอัตราการเต้นของหัวใจ	16
3.11 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อข้อมูลของเครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วยอัตโนมัติ	18
3.12 แสดงตัวเครื่องแม่ที่สมบูรณ์และตำแหน่งการแปะหัววัด ECG	19
3.13 แสดงตัวเครื่องลูกแจ้งเตือน	19
3.14 แสดงตัวหัววัดอัตราการเต้นหัวใจที่ส่วนหูของผู้ป่วย	20
3.15 แสดงหน้า Web เมื่อเข้าไปใช้งาน	21
3.16 แสดงรูปภาพตัวเครื่องแม่และปุ่มต่าง	22
3.17 แสดงรูปภาพตัวเครื่องลูก (แจ้งเตือน) และปุ่มต่างๆ	23
3.18 แสดงภาพการใช้งานวัดที่ตัวผู้ป่วย	23
3.19 แสดงรูปผลการทดลองบางส่วน	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

ในรายงานฉบับสมบูรณ์นี้จะได้ เรียงหัวข้อตามรูปแบบมาตรฐาน คือ เริ่มจากปัญหาที่มา, ทฤษฎีและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง, วิชิตาเนินการวิจัย และผลการวิจัย ซึ่งจะได้เน้นส่วนที่เป็นผลการวิจัย เพื่อการพัฒนาปรับปรุงต่อไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ดังที่เราทุกคนทราบแล้วถึงเรื่องของปัญหาสืบเนื่องจากอดีตถึงปัจจุบันในประเทศของเรา ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพ ผู้ป่วยหนัก ไม่ว่าจะเป็นที่โรงพยาบาลเอง เช่น ผู้ป่วยในห้องฉุกเฉิน (ICU: Intensive Care Unit) หรือผู้ป่วยที่ต้องได้รับดูแลเป็นพิเศษที่บ้านผู้ป่วยเอง เหล่านี้จะต้องใช้บุคลากรหรืออุปกรณ์การตรวจวัดจะต้องมีการทำงานเฝ้าระวัง อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา โดยส่วนของอุปกรณ์เช่น เครื่องวัดสัญญาณหัวใจ, อัตราการเต้นของหัวใจ หรืออุณหภูมิร่างกาย เหล่านี้เป็นต้น ในประเด็นของปัญหาของการสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดเองในประเทศเราก็เป็นปัญหาหนึ่งที่นักวิจัยน่าจะ นำมาพิจารณาเป็นหัวข้อวิจัยในลำดับต้นๆ เพราะด้วยราคาของเครื่องมือที่สูงมากๆของอุปกรณ์เหล่านี้ และโดยส่วนใหญ่จะได้มาจากต่างประเทศแทบทั้งสิ้น แต่แน่นอนว่าทุนวิจัยในส่วนนี้ก็ต้องใช้ทุนที่สูงมากๆ และต้องมีการวิจัยเป็นเวลาที่ต่อเนื่องเป็นเวลานานหลายๆปีต้องมีการผ่านมาตรฐานต่างๆ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับเพราะเกี่ยวข้องกับชีวิตของผู้ป่วย แต่ก็ยังมีส่วนอื่นๆอีกมากสามารถที่จะเลือกเป็นปัญหาการวิจัย ที่เราสามารถทำเองได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว และให้ผลที่ยอมรับได้เช่นกัน ดังนั้น ปัญหาหนึ่งที่ผู้วิจัยคิดว่ามีสำคัญมากเช่นกัน ก็คือเรื่องของการสร้างเครื่องช่วยการเฝ้าระวัง คือเครื่องมือที่มีการแจ้งเตือนอย่างอัตโนมัติและรวดเร็วทันที่นั่นเอง ซึ่งโดยปกติในโรงพยาบาลก็จะมีพยาบาลประจำมักจะเป็นหลายผู้ป่วยต่อพยาบาลหนึ่งคน และยิ่งจำนวนของผู้ป่วยต่อจำนวนของแพทย์หรือพยาบาลแล้ว ยิ่งเป็นสัดส่วนที่มากจริงๆ แม้ว่าจะเป็นการนำมาดูแลที่บ้านผู้ป่วยเอง ปัญหาของการที่ขาดช่วงของการดูแลก็ยังคงอยู่ เพราะหากพลาดไปแม้เล็กน้อยก็อาจเป็นเรื่องใหญ่ได้ ดังนั้น จะเป็นการดีมากที่สุดที่เดียวหากเรา สามารถมีอุปกรณ์ที่คอยตรวจสอบผู้ป่วยได้โดยอัตโนมัติตลอดเวลา หรือเฝ้าระวังคอยแจ้งเตือนได้ทันทีที่เกิดเหตุผิดปกติต่อผู้ป่วยในระดับที่แพทย์กำหนดการเฝ้าระวังได้ และจะดีขึ้นไปอีกหากอุปกรณ์นั้นสามารถ ที่จะพกพาได้หรือ เคลื่อนย้ายได้สะดวก หรือสามารถนำไปติดตั้งในห้องอื่นๆที่มีแพทย์หรือพยาบาลนั่งประจำอยู่ก็ต้องสามารถที่จะทำได้สะดวกด้วยเช่นกัน และแน่นอนว่าราคาของระบบนี้ หากสร้างใช้งานแล้วก็ต้องมีราคาที่ไม่สูงจนเกินไป ซึ่งจากที่กล่าวมา และเหตุที่ทำให้เราไม่ใช่วิธีส่งสัญญาณโดยตรงไปสู่เครื่องเฝ้าระวังเลยด้วยสัญญาณวิทยุอื่นๆ แทนการที่ต้องติดต่อไปที่ Web server อันนี้ก็เพราะว่า หากเป็นเช่นนั้น จะทำให้การเข้าถึงข้อมูลไม่สะดวกนัก หากเทียบกับการส่งผลหรือรับข้อมูลที่ Web จะทำให้ ไม่ว่าแพทย์จะอยู่ที่ใดก็สามารถเข้าดูผลได้เลย โดยใช้อุปกรณ์อะไรก็ได้ที่เชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตได้ เช่น แท็บเล็ต เป็นต้น และที่สำคัญอีกอย่างคือในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างตัวเครื่องวัด(ตัวแม่) ที่เป็น Web server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตัวเองเสร็จทำให้สามารถนำไปใช้งานที่ใดก็ได้อย่างอิสระนั่นเอง ซึ่งแนวคิดนี้ได้ถูกนำเสนอไปแล้วในงานวิจัยของผู้วิจัยเองในปี 58 ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดเพิ่มเติมคือการ ทำให้มีส่วนของตรวจวัดเพิ่มเป็น สอง เครื่องย่อย คือ ตรวจสอบรูปสัญญาณหัวใจ (ECG) และค่าการเต้นของหัวใจ นั่นเอง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยเหลือทางการแพทย์ ที่เป็นเครื่องส่งผ่านการแจ้งเตือนของข้อมูลการตรวจวัดของผู้ป่วย ไปสู่ตัวของแพทย์หรือพยาบาลได้ตลอดเวลา โดยอุปกรณ์ที่เป็นตัวแจ้งเตือนนั้นสามารถที่จะนำไปที่ต่างๆได้ อย่างสะดวกสบาย โดยการออกแบบให้เครื่องมี Web server และระบบไวไฟในตัวเสร็จ พร้อมทั้งให้คงไว้ซึ่งการใช้อุปกรณ์ที่มีภายในประเทศที่สร้างใช้งานได้จริงได้ และเพื่อให้เป็นต้นแบบอันหนึ่ง ให้ นักวิจัยไทย ท่านอื่นๆ ได้สามารถสร้างหรือต่อยอดความสามารถได้อย่างอิสระ โดยงานวิจัยนี้ก็เป็น การดำเนินการเพื่อต่อยอดจากงานเดิมที่ได้นำเสนอไปแล้วใน การขอทุนการวิจัยของ ปี 2558 ในส่วนของเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าลาดกระบัง โดยครั้งนี้เน้นให้มีกรใช้งานเบ็ดเสร็จที่สะดวกมากขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

สร้างเครื่องส่งผ่านข้อมูลตรวจวัดผู้ป่วย โดยเมื่อเสร็จสิ้นโครงการวิจัยจำนวน	1	ชุด
ประกอบไปด้วย		
1) ส่วนของตัวเครื่องลูกวัดอัตราการเต้นของหัวใจ	1	เครื่อง
2) ส่วนของเครื่องตัวแม่ที่มีช่องวัดข้อมูล ECG และมี Web server ในตัวเอง	1	เครื่อง
3) ส่วนของเครื่องเฝ้าระวังตัวลูก ขนาดเล็ก	1	เครื่อง

ให้มีคุณสมบัติเบื้องต้นของแต่ละส่วนเป็นดังนี้

- ส่วนของเครื่องวัดตัวแม่ ที่มีช่องรับสัญญาณรูปคลื่นหัวใจและมีระบบจัดเก็บข้อมูล Web server ในตัวเอง มีระบบไวไฟในตัวเอง สำหรับใช้อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ อินเทอร์เน็ต ได้ทั่วไป
- ส่วนของตัวลูกวัดอัตราการเต้นหัวใจ สำหรับวัดตัวเลขอัตราการเต้นหัวใจ
- ส่วนของเครื่องเฝ้าระวัง (ตัวลูก) สามารถเชื่อมต่อระบบไวไฟ (WIFI) ของเครื่องตัวแม่เพื่อการแจ้งเตือนตามค่าที่กำหนด, มีน้ำหนักเบา และเคลื่อนที่ติดตั้งได้สะดวก ใช้งานได้กับแบตเตอรี่

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะปฏิบัติการออกแบบและสร้างต้นแบบ ที่ตึก 12 ชั้น ห้อง E12-1110 ซึ่ง เป็นห้องวิจัยของผู้วิจัยเอง หลังจากทำการสร้างต้นแบบได้แล้ว ก็จะนำไปทดสอบกบพื้นที่จริง คือกับ นักศึกษาที่อาสาสมัคร และบุคคลทั่วไปในช่วงอายุที่ต่างๆกัน ในเขตของพื้นที่ลาดกระบัง ซึ่งอาจเป็นที่พักอาศัยของชาวบ้านในพื้นที่ต่างๆรอบ เขตลาดกระบัง เพื่อเก็บข้อมูลปรับปรุงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เป็นต้นแบบของ เครื่องตรวจวัดหลายหน้าที่และแจ้งเตือนสำหรับผู้ป่วยติดเตียงที่มีความสามารถตรวจสอบข้อมูลได้โดยแพทย์ผู้รักษาเองผ่านระบบ Web Server และสามารถใช้งานในพื้นที่ได้ทุกพื้นที่เพราะเครื่องจะมีระบบ WIFI เองทำให้ใช้งานได้ทั้งใน สถานพยาบาลหรือแม้แต่ในบ้านผู้ป่วยเองเนื่องจากการใช้งานที่ง่ายนั่นเอง ค่าการวัดต่างๆก็จะแสดงออกที่หน้าจอของ เว็บไซต์ ที่ทุกคนสามารถเข้าไปดูได้ตลอดเวลาไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ตามตัวระบบได้ถูกพัฒนาให้มีขนาดเล็กและสามารถพกพาไปได้กับตัวผู้เฝ้าระวังอย่างสะดวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันนี้ ในส่วนของอุปกรณ์ในทางการแพทย์ที่มีการใช้งานอยู่ในสถานพยาบาลต่างๆไปนั้น ที่มีลักษณะคล้ายกับงานวิจัยที่นำเสนอที่นั่นเท่าที่ทราบ นอกจากงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไปแล้วในงานวิจัยที่สำเร็จก่อนนี้ ผู้วิจัยยังไม่พบที่มีการใช้งานเหมือนกับงานที่นำเสนอเลยทีเดียว จะมีเพียงการใช้งานใน รูปแบบของระบบใหญ่ๆ โรงพยาบาลที่เป็นระบบใหญ่ใช้คอมพิวเตอร์ขนาดตั้งโต๊ะเท่านั้น ซึ่งมีราคาแพงมากๆ เพราะเป็นระบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ทั้งยังไม่มีในรูปแบบที่สามารถพกพาได้ เพราะเป็นเครื่องจะขนาดใหญ่ ซึ่งจะใช้พยาบาลเฝ้าตลอด

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

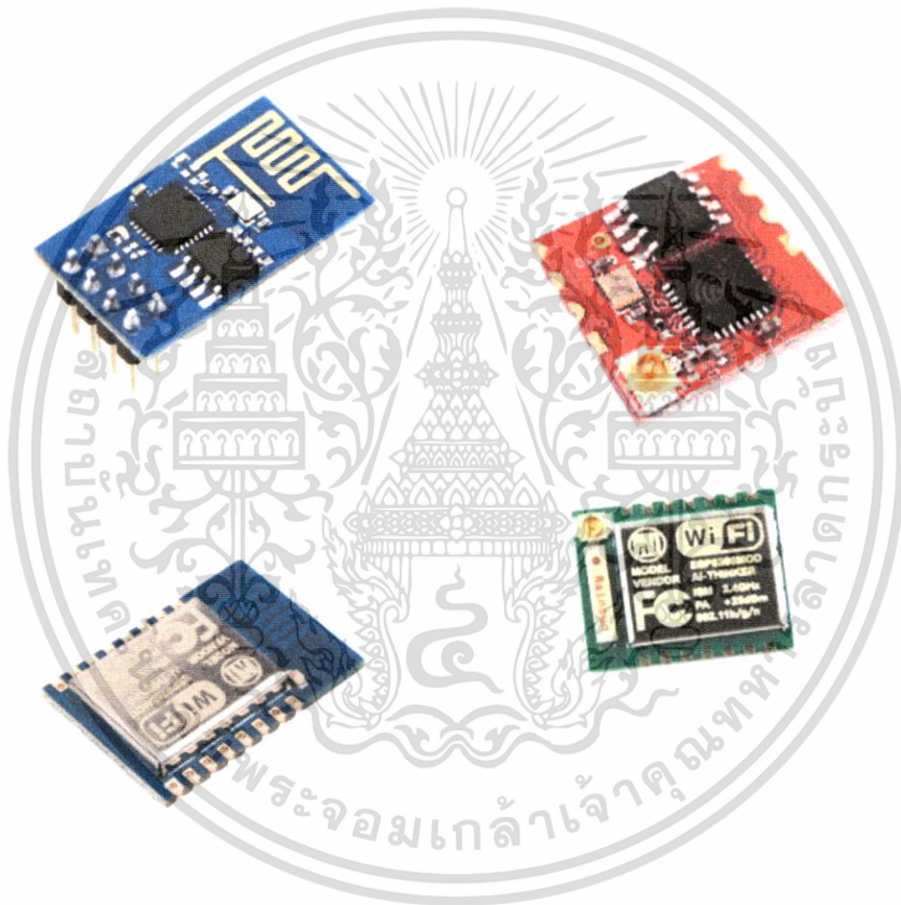
ในส่วน ทฤษฎีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องนั้น จะมีอยู่ด้วยกันดังนี้ การออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์จะเป็นการใช้งานตัวประมวลผลแบบคอมพิวเตอร์ฝังตัวเหมือนในงานวิจัยก่อนเพียงแต่จะมีความสามารถที่มากขึ้นด้วยหน่วยความจำที่มากขึ้น โดยผู้วิจัยเลือกใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก โดยขอแบ่งเป็นสองส่วนคือ สำหรับบอร์ดตัวแม่สำหรับวัดสัญญาณ ECG ที่สามารถเป็น Web server ได้ด้วยในตัวเอง งานวิจัยจึงเลือกเป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กคือ บอร์ด Wemos D1 (ESP8266) ซึ่งจะให้รายละเอียดต่อไปในส่วนของฮาร์ดแวร์ตัวแม่ ส่วนของตัวลูกที่ใช้เป็นตัวแจ้งเตือนนั้น จำเป็นต้องให้เล็กที่สุดซึ่งมีบอร์ดที่เหมาะสมคือ เป็นบอร์ด Wemos D1 เช่นกัน ซึ่งขนาดเล็กและมีทั้งส่วนของการประมวลผลและโมดูลไวไฟในตัว เพื่อทำการรับข้อมูลผ่านระบบ WIFI ใน Web Server ของตัวเครื่องตัวแม่ที่ได้ออกแบบไว้ โดย Wemos D1 ได้เลือกดังแสดงในภาพที่ 2.1 ข้างล่างนี้ มีสองแบบทั้งแบบไม่มีจอแสดงผลและแบบมีจอแสดงผลในตัว



ภาพที่ 2.1 เป็นตัวประมวลผลหลัก Wemos R1 ที่มีส่วนของโมดูล WIFI ในตัวที่ใช้ในงานวิจัยนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันที่จริง อุปกรณ์ที่สามารถนำมาใช้กับตัวลูก (ตัวแฉ่งเตียน) นั้นก็มีอุปกรณ์โมดูล WIFI อยู่มากมายหลายแบบที่สามารถใช้ได้ เช่น รุ่นเบอร์ ESP-8266 ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ที่ปัจจุบันนี้สามารถหาได้ง่ายในประเทศและราคาที่ถูก แต่หน่วยความจำจะน้อยเกินไปจึงไม่ได้นำมาใช้งาน [2] ถึงแม้จะมีที่การเชื่อมต่อใช้งานเป็นแบบมาตรฐาน อนุกรม (RS-232C) ซึ่งง่ายต่อการเชื่อมต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ตาม ซึ่งเมื่อเทียบในแบบ Wemos D1 ที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้ใช้นี้จะมีการเชื่อมต่อภายในเสร็จเรียบร้อยทำให้เมื่อรวมขนาดของโมดูลและไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าด้วยกันแล้ว ในแบบที่เลือกคือ Wemos D1 จะมีขนาดที่เล็กกว่า ทำให้การติดตั้งสะดวก โดยสามารถตั้งค่าการเชื่อมต่อได้หลายแบบโดยวิธีการทางซอฟต์แวร์



ภาพที่ 2.2 ESP-8266 เป็นแบบที่มีตัวประมวลผลรวมกับ WIFI อีกแบบ

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า สำหรับตัวลูกผู้วิจัยได้เลือกใช้ Wemos D1 เพราะขนาดที่เล็กลงและมีทั้งตัวประมวลผลและโมดูลไวไฟ ไว้ในตัวเดียวกัน ส่วนตัวแม่เองก็ได้เลือกใช้คอมพิวเตอร์บอร์ด Wemos D1 อีกเช่นกันโดยจะใช้แบบมีจอแสดงผลด้วย เพื่อแสดงผลการทำงานได้นั่นเอง ดังที่ได้กล่าวมา ส่วนที่สำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์ของทั้งสองเครื่อง ก็สามารถใช้งานในรูปแบบภาษา Python, HTML, C++ ได้ เช่นเดียวกันกับงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ทำในปี 2558 ทำให้การพัฒนาเป็นไปด้วยความรวดเร็ว อีกทั้งส่วนของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไลบรารีก็จะมีการพัฒนาจากหลายๆค่ายผู้ผลิต ออกมาเรื่อยๆในอนาคตทำให้ สามารถนำไปประยุกต์กับงาน อื่นๆได้อีกมากมายโดยเฉพาะงานเกี่ยวกับ Internet Of Thing (IoT)

นอกจากส่วนฮาร์ดแวร์ด้านตัวควบคุมหลักและอุปกรณ์เซนเซอร์ต่างๆแล้ว (จะได้กล่าวอีกครั้งในส่วน หัวข้อวิธีดำเนินการ วิจัย) ที่จะต้องมีการนำมาใช้งานประกอบกัน ส่วนที่สำคัญคือการนำเทคโนโลยีทางด้าน โปรแกรมมิ่งมาใช้งานด้วย [3], [4], [5] ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้้นำโปรแกรมมิ่งหลายๆตัวมาใช้งานเพื่อให้ผลสำเร็จ ดังนี้ (เป็นแบบ Open Source) ที่สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยเทคโนโลยีต่างๆนั้นก็แสดงไว้ ดังรูปภาพที่ 2.3 ข้างล่างนี้



ภาพที่ 2.3 เป็นเทคโนโลยีต่างๆที่นำมาพัฒนาด้านซอฟต์แวร์

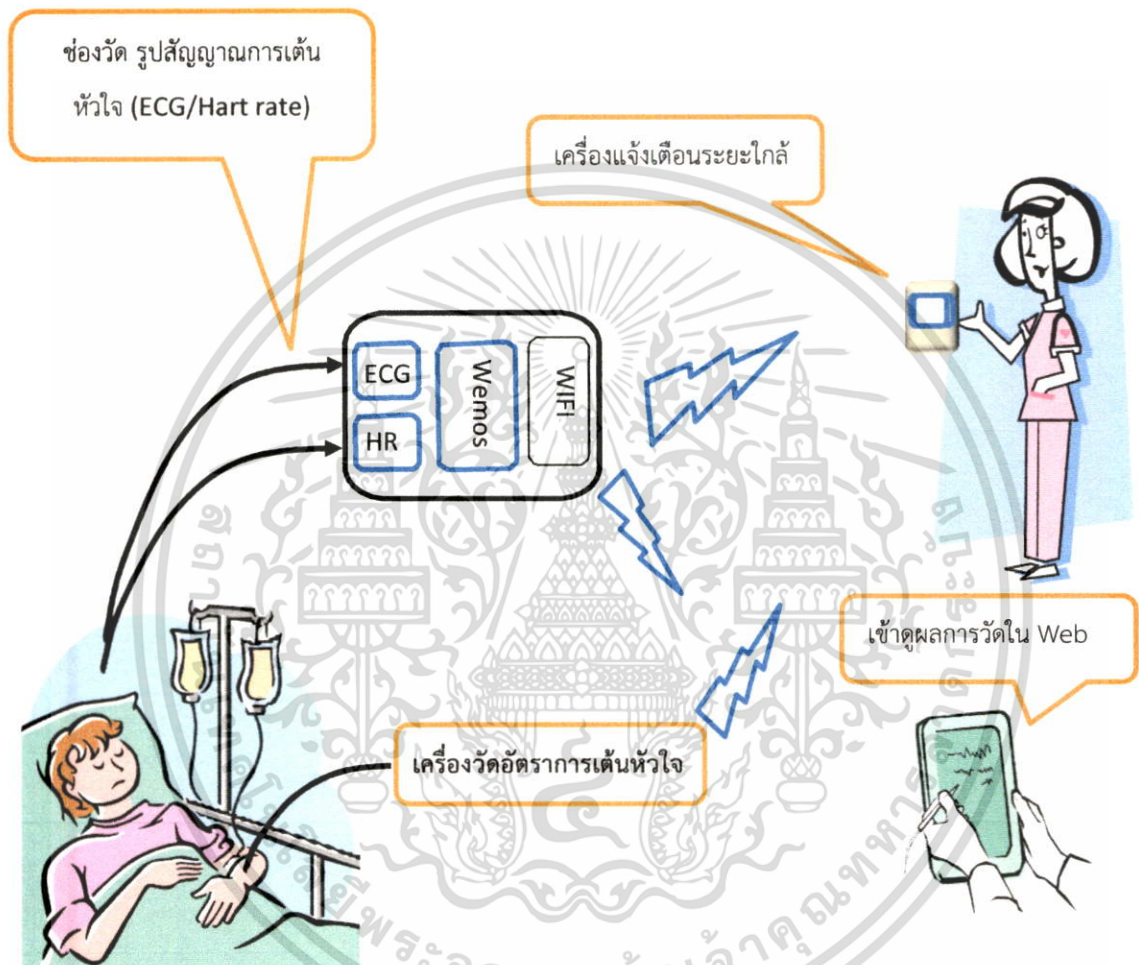
โดยแต่ละเทคโนโลยีก็นำมาใช้งานต่าง ๆ กันดังนี้

- โปรแกรม C/C++ ใช้เป็นตัวหลักสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมทุกตัว (Wemos)
- โปรแกรม HTML, PHP, Java Script ใช้ทำหน้าที่ Web server (หากต้องการหน้าเว็บสวย)
- โปรแกรม SQL ใช้ทำฐานข้อมูลบนตัวแม่ กรณีหากต้องการเก็บข้อมูลมาก, ซับซ้อน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

รูปภาพแบบภาพรวมในแนวคิดของการใช้งาน เครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วยอัตโนมัติแบบหลายหน้าที่ ก็จะเป็นดังภาพที่แสดงดังในภาพที่ 3.1 ข้างล่างนี้



ภาพที่ 3.1 แนวคิดของการใช้งานของเครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วยอัตโนมัติแบบหลายหน้าที่

เป็นแนวคิดเดียวกันกับที่เคยนำเสนอไปแล้วใน งานวิจัยของปี 2558 แต่ที่เป็นแนวคิดใหม่เพิ่มเติมคือตัวเครื่องแม่จะมีการทำเป็น Web server ด้วย นอกจากนั้นตัวเครื่องตัวแม่ยังสามารถทำให้มีช่องวัดสัญญาณรูปสัญญาณ ECG ของหัวใจและรูปสัญญาณการเต้นของหัวใจ (Hart rate) รวมเป็นจำนวน 2 ช่อง (มี สวิตช์ สำหรับปรับเลือกได้) ฉะนั้นการที่ตัวแม่มีระบบเก็บเพื่อแสดงข้อมูลที่เล็กมากหรือ Web server ในตัวก็ ทำให้ไม่จำเป็นต้องไปใช้บริการจากผู้ให้บริการทั่วไป ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย และมีขนาดที่เล็ก สะดวกมากขึ้น ในการนำเครื่องวัดผู้ป่วยอัตโนมัตินี้ไปใช้ที่ใดก็ได้ เมื่อมีอุปกรณ์อะไรก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อระบบไวไฟได้ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถจะดูการแสดงผลการวัดที่ได้ให้ไปแสดงขึ้นบนหน้า Web ของตัวแม่นี้ได้และตัว Web นี้ก็ได้ออกแบบไว้ อย่างเรียบง่ายและค่าต่างๆที่วัดได้จากตัววัดก็จะถูกนำไปแสดงผลที่หน้า Web อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ดังที่ได้ กล่าวเหตุผลมาแล้วข้างต้น ดังนั้น ตัวเครื่องแม่ที่เป็นทั้งตัววัดและ Web server นี้ผู้วิจัยได้ใช้เป็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก (Wemos D1) ทำงานทั้งหมด (ประมวลผลสัญญาณและการเชื่อมต่อกับ อินเทอร์เน็ตและฐานข้อมูล) ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กนี้ไม่ต้องมีการ ใช้ระบบปฏิบัติการ (OS: Operation System) แต่เนื่องจากเป็นแบบขนาดเล็กที่ทำเฉพาะคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กอย่าง Wemos D1 จึงทำให้ปัญหานี้ การหยุดทำงานไปเฉยๆ น้อยลงมากในปัจจุบัน ส่วนของ Web server นี้ก็ยังคงมีความสามารถจำเป็นเพียงพอ เพราะจะแสดงเพียงรูปสัญญาณ ECG และอัตราการเต้นของหัวใจเท่านั้น ด้วยหน่วยความจำที่มีขนาดเล็กจึงจะ ไม่สามารถทำให้แสดงผลซับซ้อนหรือสวยงามมากเหมือน Web server แบบปกติทั่วไป เช่น การใช้ให้แพทย์สามารถ แสดงผลการตรวจวัดต่างๆ สวยๆ ผ่าน Web ได้เหล่านี้เป็นต้น

ส่วนต่อมาเป็นเครื่องเฝ้าระวังหรือโมดูลตัวลูกแบบพกพา (ไร้สาย) ที่ใช้สำหรับการส่งเสียง แจ้งเตือนผู้เฝ้าระวังอีกที เป็นเครื่องที่พัฒนาให้มีขนาดเล็กที่สุดและผู้ดูแลผู้ป่วยหรือพยาบาลสามารถนำ ติดตัวไปที่ต่างๆได้ และสามารถแสดงผลบอกได้ด้วยว่ามีปัญหาขึ้นโดยการแสดงผลแบบ LED และส่งเสียง โดยมีข้อแม้ว่าจะต้องอยู่ในพื้นที่ของสัญญาณ WIFI ไปถึงเท่านั้นเอง ทั้งนี้เพราะตัวเครื่องเฝ้า ระวังตัวลูกนี้ จะทำงานโดยใช้ Wemos D1 ควบคุมการทำงานอีกเช่นกัน ก็ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกันคือขนาดต้องเล็ก ที่ไม่ต้องมีระบบปฏิบัติการ และใช้พลังงานน้อย ทำงานได้ตลอดเวลาแน่นอน ตัวเครื่องจะใช้วิธีการไปอ่านข้อมูล จาก เครื่อง Web server โดยการเชื่อมต่อกับ Web server ด้วยระบบไร้สาย (WIFI) โดยจะทำกรับผลการ คัดกรองขั้นต้น ของเครื่อง Web server มาคัดกรองเฉพาะตัวรหัสข้อมูลที่ต้องการเพื่อทำการเตือนออกมา จากเครื่องด้วยการส่งสัญญาณเสียงนั่นเอง ตัวอย่างเช่น หากพบว่าจังหวะของการเต้นหัวใจผู้ป่วย มากหรือน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ก็ให้ส่งเสียงสัญญาณเตือนผู้ดูแลหรือพยาบาล เหล่านี้เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะ ได้มีการเพิ่มเติมมากเท่าใดนั้น ก็สามารถพัฒนาต่อยอดได้ทันทีโดยไม่มียาก เพราะสามารถกระทำโดยตรงกับตัวลูก ได้เลย

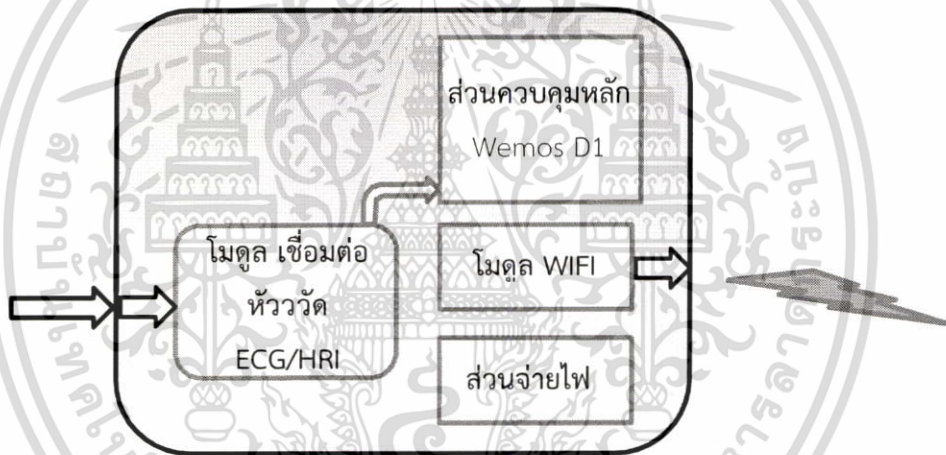
ในงานวิจัยนี้จะเป็นการนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ Wemos D1 มาทำเป็นเครื่องวัดตัวแม่ที่มีระบบ Web server ด้วย และมีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีระบบไวไฟในตัวแบบเดียวกันคือ Wemos D1 มา ทำเป็นตัวแจ้งเตือนตัวลูก ดังนั้นจึงแบ่งออกสองส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนของ Hardware และ Software

โดยส่วนของ ฮาร์ดแวร์นั้น วงจรสมบูรณ์ทั้งหมดก็จะได้รวมไว้ใน ภาคผนวกบางส่วน ในท้ายเล่ม และ ส่วนของโปรแกรมที่เขียนขึ้นทั้งหมด คือ โปรแกรมส่วนของการสร้าง Web server , โปรแกรมควบคุมการทำงาน ของตัวแม่ และโปรแกรมควบคุมการทำงานของตัวลูกที่ใช้แจ้งเตือนนั้น ที่สมบูรณ์ก็จะใส่ไว้ในแผ่น บันทึกรหัส CD ทั้งหมด ที่มีมาพร้อมกับรายงานฉบับสมบูรณ์นี้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนของ Hardware

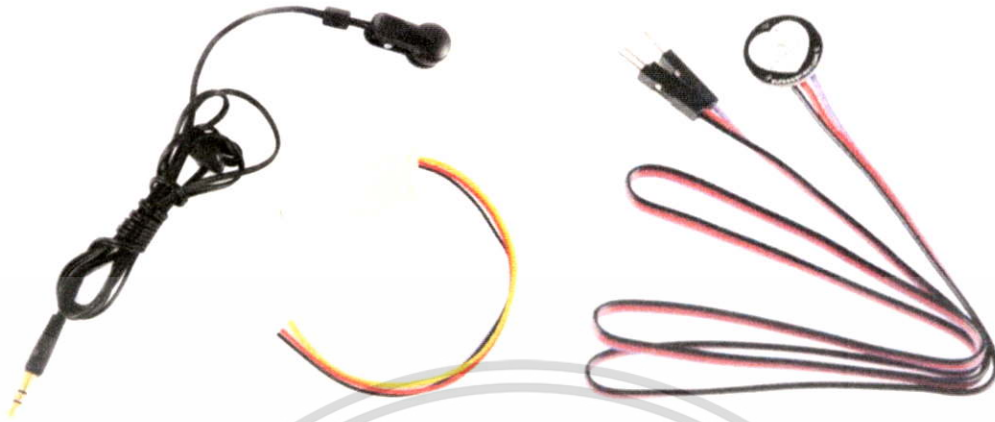
ส่วนนี้ในเครื่องของตัวแม่จะเป็นการนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก (Wemos D1) ซึ่งมีลักษณะเป็นการไม่ใช่ระบบปฏิบัติการ มีการใช้เป็นตัวประมวลผลและส่วนของโมดูลติดต่อบนระบบไวไฟในตัวเดียวเสร็จ และมีขนาดที่เล็กดังได้ที่กล่าวมาแล้ว ข้างต้น ในตัวของ Wemos D1 นี้จะมีช่องรับสัญญาณได้ทั้งดิจิตอลและอนาล็อกในตัว สามารถนำมาใช้ในการนำมาใช้งานได้ทันที จึงสามารถเชื่อมต่อกับโมดูลตัวตรวจวัดอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นต่างๆ เช่นที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ก็คือ ตัววัดอัตราเต้นของหัวใจ (ใช้บอร์ด ZX-HeartRate ของ บริษัท inex ประเทศไทย) ซึ่งมีการเชื่อมต่อแบบดิจิตอล ก็จะทำให้ได้อย่างรวดเร็ว (เชื่อมต่อได้ทุกโมดูลไม่ว่าจะเป็นตัวประมวลผล ESP8266 แบบใดๆ หรือตัว Wemos D1 เอง และโมดูลตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจนี้ ก็สามารถหาได้ในประเทศ) ดังนั้นในส่วนของบริษัทไอทีของตัวแม่ก็จะมีส่วนประกอบดังแสดงในภาพที่ 3.2



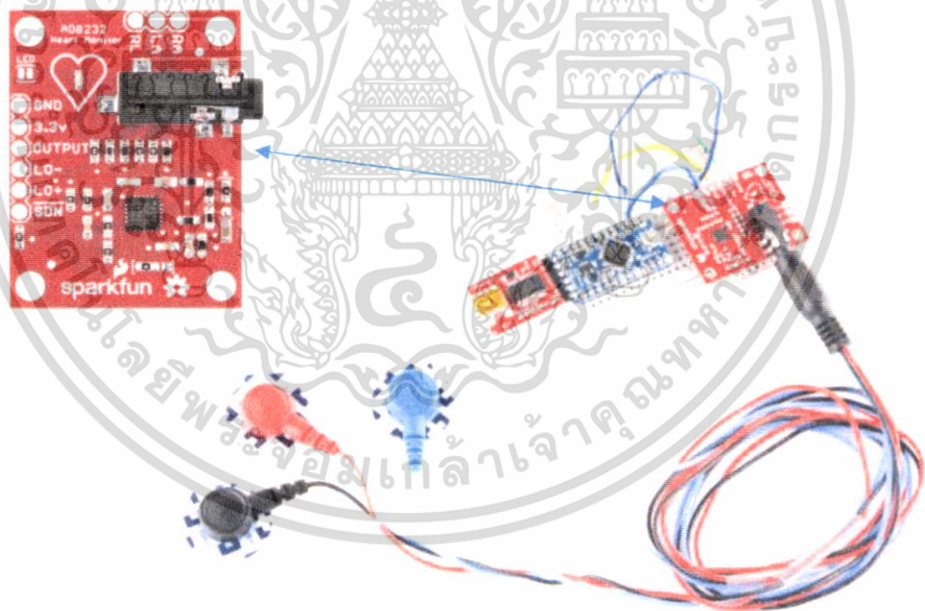
ภาพที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบของเครื่องวัดตัวแม่

ส่วนของชุดวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่จะทำเป็นตัวลูกอีกหนึ่งตัว ดังที่กล่าวมาแล้ว จะมีการใช้เป็นชุด ZX-Heart Rate ของ บริษัท ไอโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด เป็นโมดูลหลักใช้งาน เพราะจากคุณสมบัติสามารถนำมาใช้งานได้เป็นอย่างดี ดังแสดงในภาพที่ 3.3 และเนื่องจากชุดหัววัดอัตราเต้นของหัวใจนั้นเป็นแบบหนีบที่ใช้หนีบที่หูของผู้ป่วย ทำให้สามารถใช้งานได้สะดวก และบอร์ดที่ใช้งานวัดสัญญาณ ECG บนตัวแม่ แสดงดังรูปภาพ ที่ 3.4 โดยตัวบอร์ดมีขนาดเล็ก รุ่น AD8232 [6] , ให้สัญญาณ ECG ได้ทันที ต่อการใช้งานเป็นแบบสายวัด 3 เส้น สามารถนำมาเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลรูปภาพไปเก็บไว้ใน Serever ได้ทันที รายละเอียดมีในภาคผนวกท้ายเล่มรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



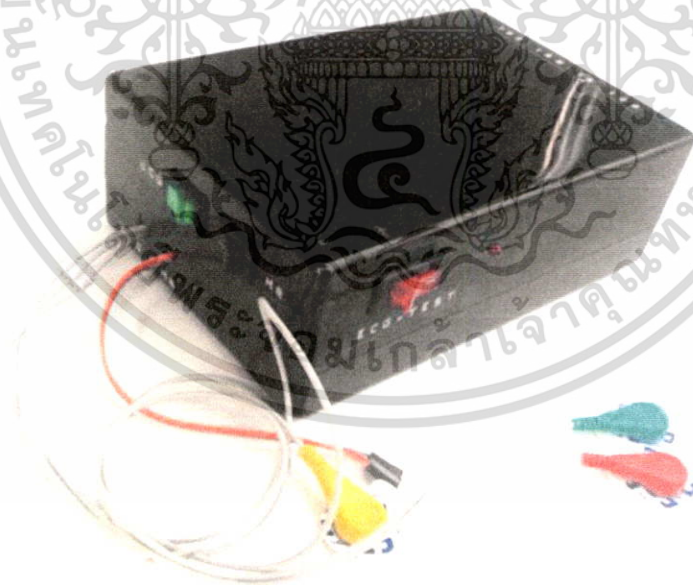
ภาพที่ 3.3 หัวชุดวัดการเต้นของหัวใจ รุ่น ZX- Heart Rate และรุ่น RB-Spa-773



ภาพที่ 3.4 แสดงส่วนตัวบอร์ดวัดสัญญาณรูปคลื่นหัวใจ (ECG) ที่ใช้บนตัวแม่

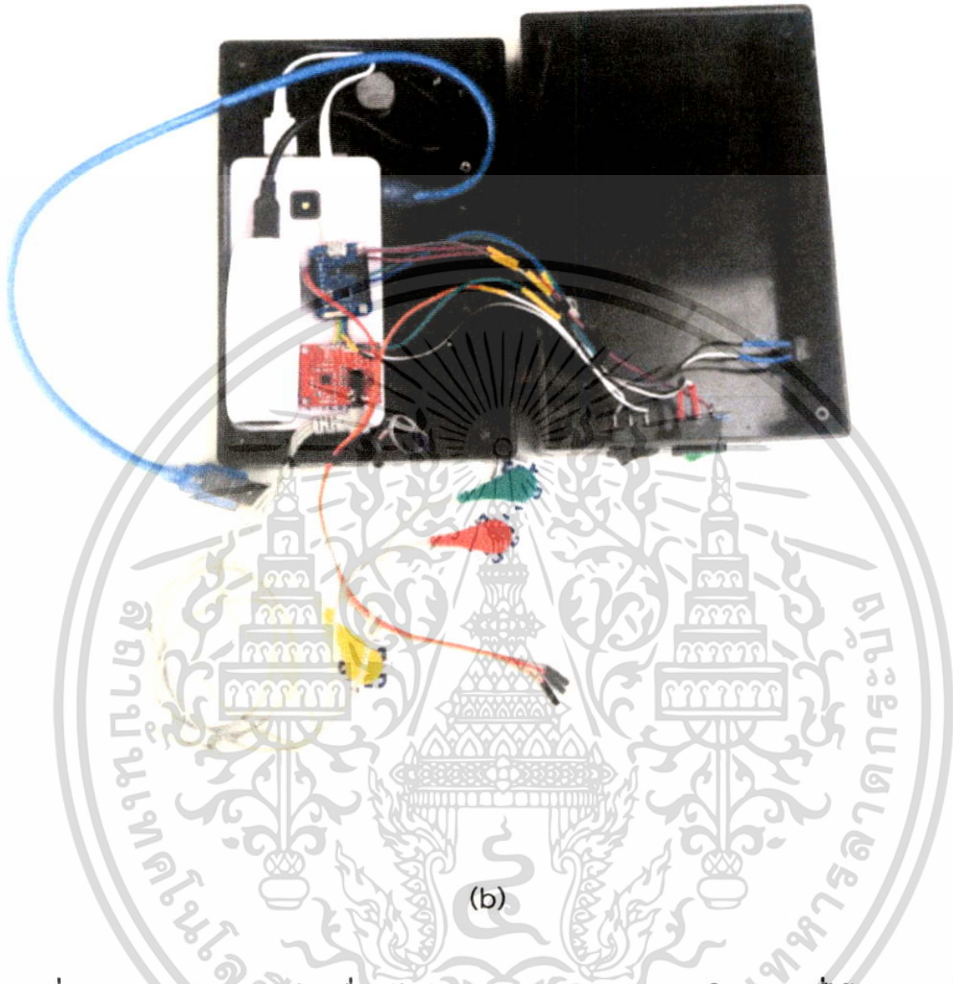
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเซนเซอร์วัดรูปสัญญาณการเต้นของหัวใจ ECG นี้ ก็จะนำมาต่อเข้ากับช่องพอร์ตของ Wemos D1 ของเครื่องตัวแม่ที่จะต้องทำงานทั้งการควบคุมการวัดสัญญาณและส่งข้อมูลเข้าสู่ Web Server ตนเอง มีการควบคุมการนำข้อมูลมาออกแสดงผลการวัดในแต่ละรอบเวลาอย่าง สม่่าเสมอสู่ Web page ของตนเอง ในโครงการวิจัย และในงานวิจัยนี้ได้ประกอบส่วนของโมดูลตัวแม่เป็นกล่องขนาดเล็ก โดยมีปุ่มเพียงปุ่มที่ใช้งานเพียง สองปุ่มเท่านั้น คือปุ่มเปิดหรือปิดเครื่อง, ปุ่มสำหรับการทดสอบ เครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 3.5 (a) ส่วนลักษณะการเชื่อมต่อในตัวเครื่องก็แสดงดังรูปที่ 3.5 (b) ซึ่งในการใช้งานจะได้กล่าวใน หัวข้อการใช้งานต่อไป เมื่อมีปุ่มน้อยจึงทำให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน เพียงแต่การติดตั้งสายเพื่อวัดสัญญาณจากผู้ป่วยซึ่งมีให้ใช้จำนวน สามเส้น (อนึ่งผู้ป่วยก็ควรจะต้องวัดที่ท่านอน ซึ่งปกติผู้ป่วยหนักก็จะต้องนอนอยู่แล้ว) จากนั้นจึงเปิดเครื่องทิ้งไว้สักครู่ เพราะในช่วงแรกของการเปิดเครื่องจะต้องรอให้ระบบ ทำการกำหนดค่าต่างๆ (set up) ใช้เวลาประมาณ 1-2 นาที และจะทำเพียงครั้งเดียวตอนเปิดเครื่องเท่านั้น และปกติสัญญาณจากผู้ป่วยก็จะคงที่และต้องใช้เวลาประมาณ 1-2 นาทีเช่นกัน โดยหากสำเร็จทุกอย่างเรียบร้อยก็จะมีสัญญาณแสดง โดยการใช้หลอด LED สีเขียวแสดงการกระพริบ เป็นจังหวะซ้ำๆ เป็นการบอกว่าเชื่อมต่อสำเร็จและเริ่มทำการวัดค่าส่งเข้าสู่ Web server นั่นเอง รูปของตัวเครื่องตัวแม่ที่ได้ประกอบเสร็จแสดงดังรูปที่ 3.5 (a) และ (b) โดยแสดงภาพภายนอกและภายในของตัวเครื่องที่ได้ออกแบบไว้



(a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

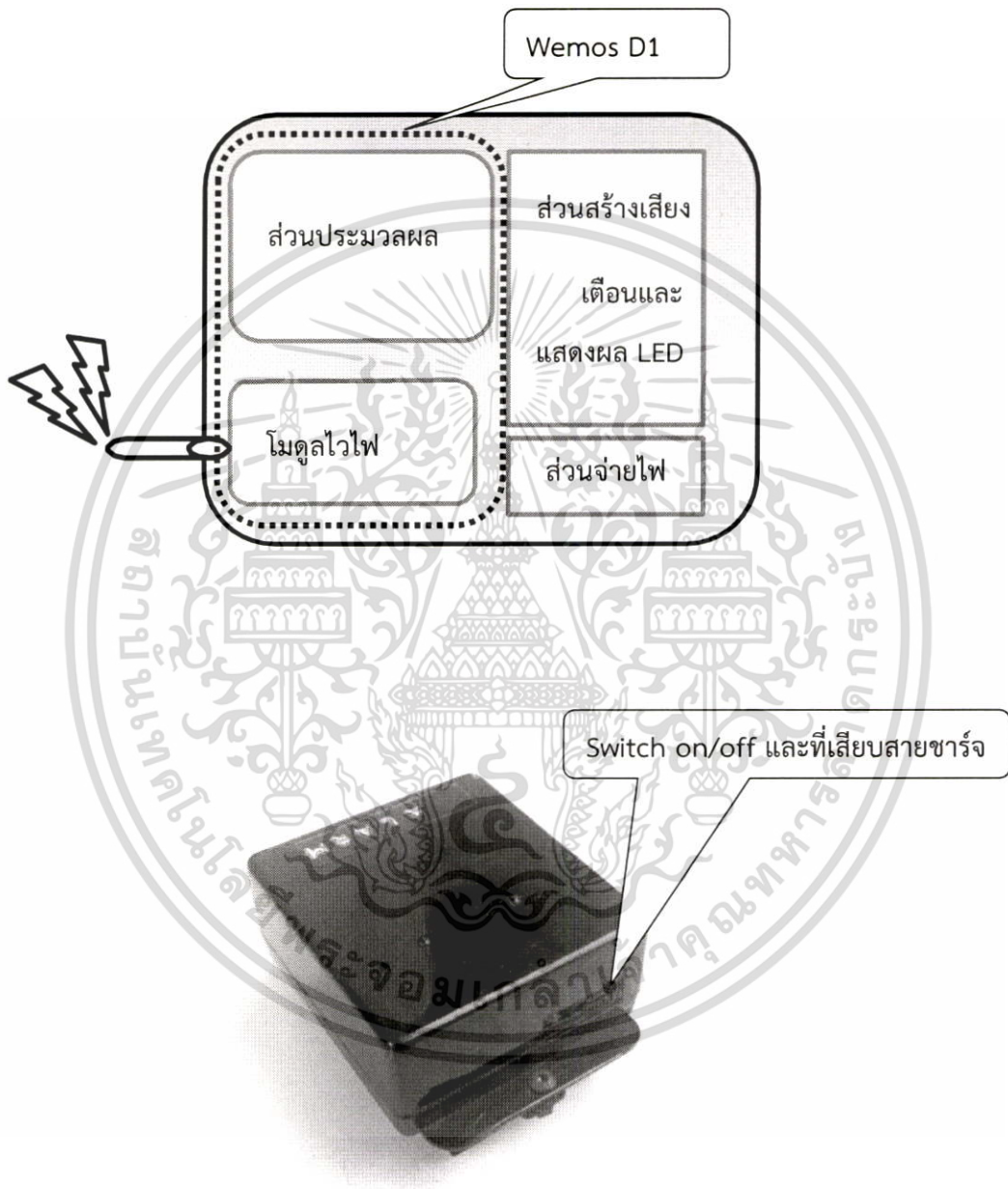


ภาพที่ 3.5 แสดงส่วนของตัวเครื่องตัวแม่ (ภายนอก(a) และภายใน (b)) ที่ได้ออกแบบไว้

และฮาร์ดแวร์อีกเครื่องก็คือเครื่องแจ้งเตือน ดังภาพที่ 3.6 ซึ่งส่วนของการควบคุมหลักและการเชื่อมต่อไวไฟจะใช้ NoeMCU ดังที่ได้กล่าวมาข้างแล้ว ตัวลูกนี้จะได้ออกแบบให้มีขนาดเล็กลงไปอีก โดยจากผลการทำวิจัยใน ปี พ.ศ. 2558 เดิมนั้น ได้พบการตอบรับสิ่งที่ต้องการของผู้ใช้ก็เป็นเพียงการที่ให้ตัวเครื่องมีขนาดเล็กเพื่อจะได้พกพาได้สะดวกและฟังก์ชันที่ต้องการก็จะเป็นเพียงการส่งเสียงเตือนเท่านั้นก็พอ เพราะผู้เฝ้าระวังจะไม่มองดูที่ตัวเครื่องแจ้งเตือนเพื่ออ่านข้อความอะไรจากการแสดงผล LCD อะไรเลย เพราะจะต้องรีบไปที่เตียงผู้ป่วยทันทีนั่นเอง ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงได้ ออกแบบให้ตัวเครื่องแจ้งเตือนมีส่วนประกอบง่ายๆ ดังรูปที่ 3.6 โดยการใช้เป็นเสียงเตือนและมีเฉพาะ LED สีแดงจำนวน หนึ่งหลอดเท่านั้น ซึ่งจะเหมาะสมมากเพราะจะทำให้ใช้กำลังไฟน้อยลง, อุปกรณ์น้อยลงและตรงกับความต้องการของผู้ใช้ และดังที่กล่าว เมื่อตัดส่วนไม่จำเป็นออกจากตัวเครื่อง เช่นตัวแสดงผล LCD ก็จะทำให้ใช้กำลังไฟต่ำมากไปด้วย ซึ่งเป็นผลดีทำให้ระยะเวลาการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานมากขึ้นก่อนการเปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่นั้นเอง ซึ่งการเปิดใช้งานเครื่องของตัวแจ้งเตือนนี้ก็ให้เปิดหลังจากเครื่องตัวแม่ได้ set up ตัวเองเรียบร้อยแล้ว (นั่นคือการวัดสัญญาณจากผู้ป่วยจะคงที่แล้วนั่นเอง)



ภาพที่ 3.6 เครื่องตัวลูก (แจ้งเตือน) ที่ออกแบบไว้ในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และฮาร์ดแวร์ส่วนสุดท้ายที่ออกแบบใช้งานในระบบคือ เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ ซึ่งส่วนนี้จะใช้ตัวประมวลผลแบบเดียวกับกับตัวแม่คือ Wemos D1 แต่โมดูลวัดอัตราเต้นก็จะเป็นดังที่ได้กล่าวมาตอนต้นแล้วคือ ZX-HeartRate ดังรูปที่ 3.3 นั่นเอง ดังนั้นส่วนของบล็อกไดอะแกรม และการเชื่อมต่อจะคล้ายกัน ซึ่งรายละเอียดก็มีแล้วในภาคผนวกท้ายเล่ม ตัวบอร์ด รูปตัวภายในแสดงดังรูปที่ 3.7

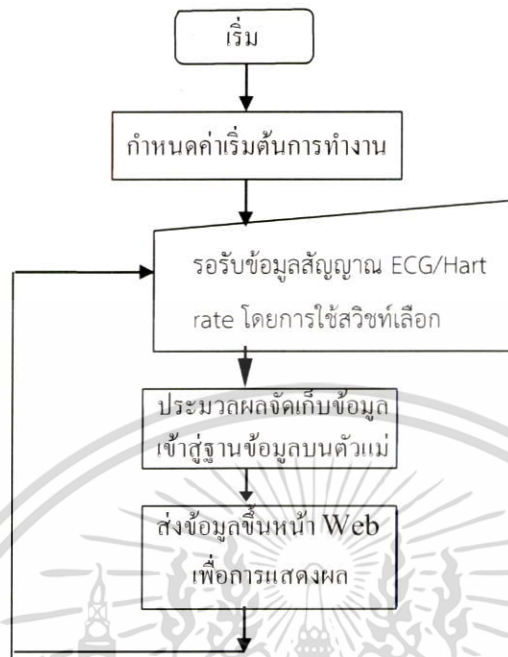


ภาพที่ 3.7 ตัวส่วนต้นแบบเครื่องวัดอัตราเต้นของหัวใจที่ใช้งานในงานวิจัยนี้

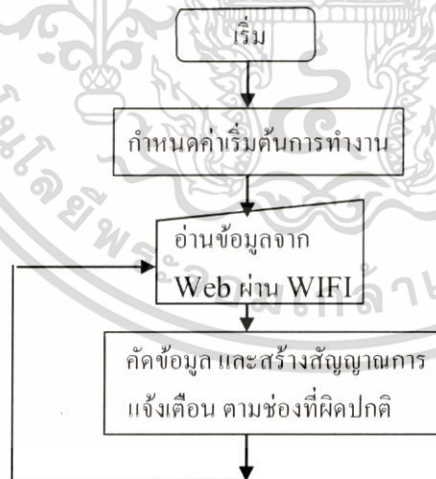
3.2 ส่วนของ Software

ส่วนนี้ได้ทำการออกแบบตามโพธิ์ชาร์ทส่วนของ Web server ที่ทำงานอยู่บนตัวแม่, โปรแกรมการประมวลผลรูปสัญญาณการเต้นหัวใจบนตัวแม่เอง, ตัวลู่วัดอัตราเต้นของหัวใจและอุปกรณ์เพื่อการแจ้งเตือน ดังแสดงภาพข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

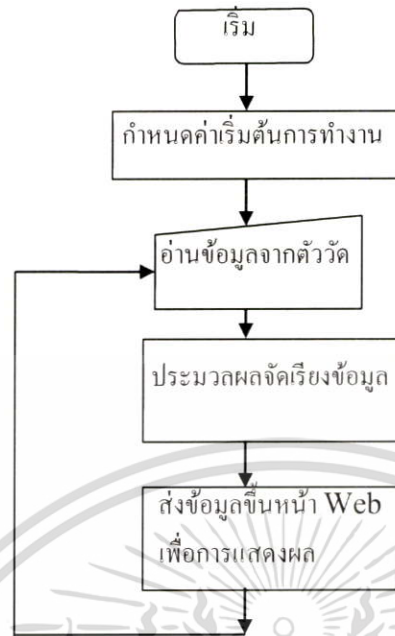


ภาพที่ 3.8 โฟร์ซาร์ท โปรแกรมของส่วนเครื่อง Web server บนตัวแม่



ภาพที่ 3.9 โฟร์ซาร์ท โปรแกรมของส่วนเครื่องแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 โพรเซส โปรแกรมของส่วนเครื่องตัววัดอัตราการเต้นของหัวใจ

ซึ่งจะเห็นได้ว่าการออกแบบส่วนของซอฟต์แวร์นั้น ในภาพที่ 3.8, 3.9 และ 3.10 จะเป็นแบบแนวคิด ตรงไปตรงมา ไม่ซับซ้อนใดๆ และทั้งหมดได้ทำการทดสอบจนถึงการใช้งานจริงแล้ว เมื่องานสมบูรณ์ก็ยังสามารถที่จะมีการเพิ่มการทำงานให้หลากหลายมากขึ้น เช่น ฟังก์ชันหน้าที่ที่จำเป็นอื่นๆ เช่น การต่อเชื่อมตัววัดชนิดอื่นๆ ที่นอกเหนือจากเพียงการวัดอัตราเต้นของหัวใจ เช่น การวัดสัญญาณกล้ามเนื้อ เป็นต้น ซึ่งก็ทำได้ สามารถเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมจากที่ได้ออกแบบส่วนโปรแกรมหลักต้นแบบนี้ได้ทันที เพราะ Hardware ที่มีนั้น ยังสามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของตัววัดได้ในอนาคตได้ ซึ่งโดยหลักๆ แล้วการทำงานของโปรแกรมทั้งสามโปรแกรมนั้นจะเริ่มต้นด้วย โปรแกรมของตัวแม่จะทำหน้าที่อ่านค่าจากหัววัดรูปสัญญาณอัตราเต้นของหัวใจ (ECG) เป็นรอบๆ โดยใช้เวลาประมาณ 3-5 วินาทีต่อรอบ และแต่ละรอบก็จะมีการขนส่งข้อมูลที่ได้นี้เข้าสู่ Web server บนตัวแม่เองและเก็บไว้ใน data base ซึ่งส่วนของการวัด ECG นี้จะเป็นเพียงการนำข้อมูลไปแสดงบน Web server เท่านั้น ส่วนการแจ้งเตือนนั้นจะใช้กับอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งค่าการเริ่มแจ้งเตือนที่ใช้สำหรับการเตือน ก็จะใช้ค่ามาตรฐานทั่วไปในการแจ้งเตือนอัตราการเต้นของหัวใจ เช่น กำหนดให้อัตราเต้นของหัวใจต้องอยู่ในช่วง 70 ถึง 80 ครั้งต่อนาที เหล่านี้เป็นต้น ข้อมูลการผลของแจ้งเตือนนี้จะถูกอ่านไปโดยเครื่องตัวลูก ไปวิเคราะห์เพื่อแจ้งเตือนอีกทีโดยโปรแกรมของตัวลูก (แจ้งเตือน) นี้จะมีการวนมารับค่าการแจ้งเตือนจาก Web server เป็นรอบๆ ตลอดไป โดยใช้เวลารอบละประมาณ 3-4 วินาที การทำเช่นนี้ จะเป็นการลดภาระของตัวลูกแจ้งเตือนไม่ต้องการประมวลผลการแจ้งเตือนมากมาย ทำให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วนั่นเอง โปรแกรมของทุกๆ ส่วนประกอบกับการใช้งานเครื่องวัดนี้นั้น จะรวมทั้งรายละเอียดของโปรแกรมและวงจรจะอยู่ในแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CD-ROM ซึ่งจะมีทุกส่วนเรียบร้อยแล้ว และแสดงบางส่วนในภาคผนวกในท้ายเล่ม

ในส่วนของแผนการทำงานวิจัยในแต่ละเดือนที่ได้ทำมาก็แสดงได้ดังรูปในตารางที่ 3.1 ข้างล่างนี้

การดำเนินงาน	ระยะเวลา												หมายเหตุ
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	ม.ค.	เม.ย.	พ.ค.	ม.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
ศึกษาส่วนของ โมดูลต่าง ๆ ที่ จะต้องใช้งาน													
ออกแบบส่วนของ Hard & Software													
ทดสอบแต่ละส่วน													
จัดทำเอกสาร													

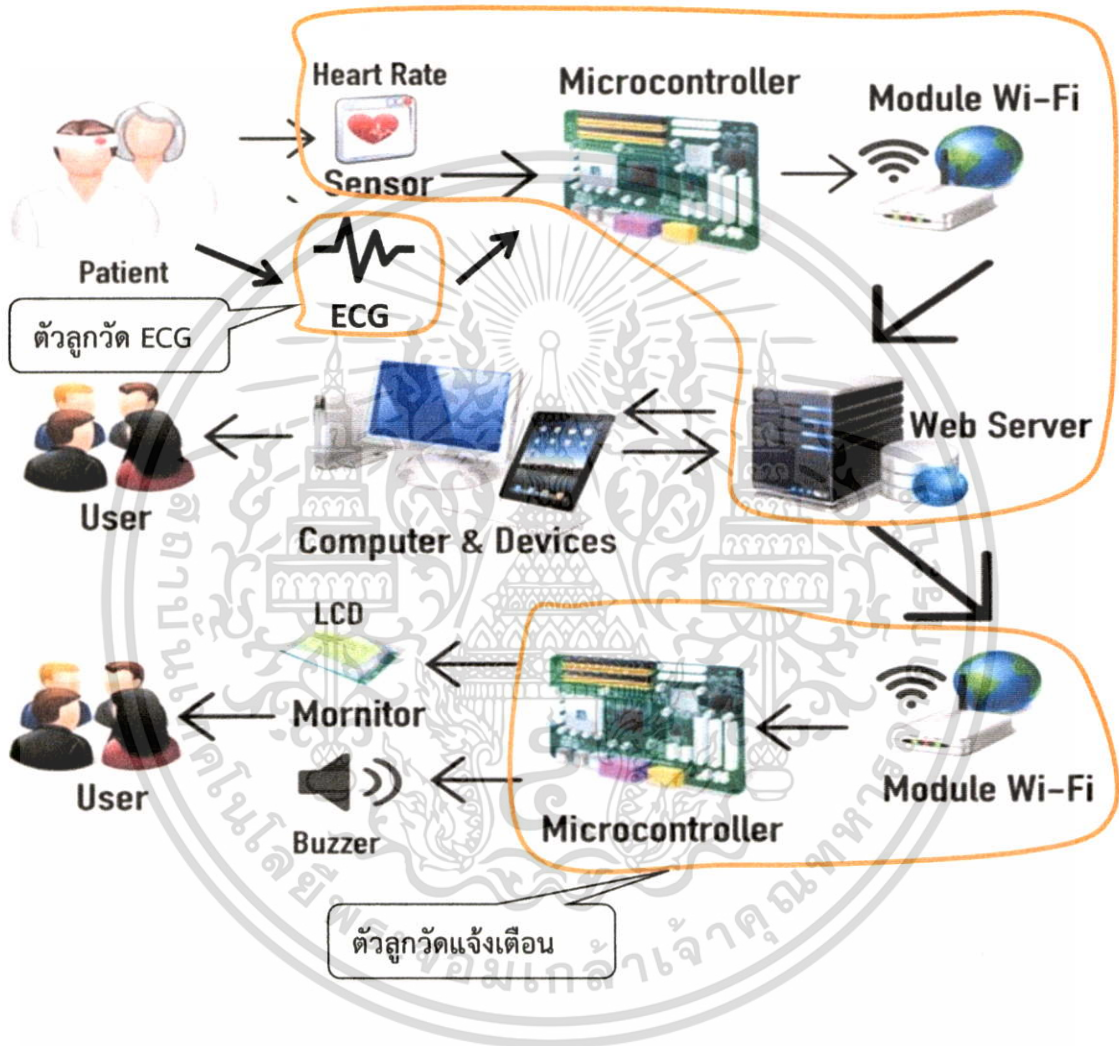
ตารางที่ 3.1 แสดงตารางเวลาการดำเนินการวิจัย

หมายเหตุ เนื่องจากโครงการวิจัยนี้ได้มีการขอยกเวลาออกไปอีกประมาณ 6 เดือนดังนั้นคำกำหนดการทดสอบและจัดทำเอกสารก็จะอยู่ในช่วงเดือน มีนาคม ของปีถัดไปนั่นเอง.

3.3 การใช้งานของเครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วย

ในส่วนนี้จะได้แสดงถึงการใช้งานของเครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วยอัตโนมัติที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งในส่วนของการใช้งานก็จะเป็นเหมือนกันกับในงานวิจัยของผู้วิจัยเองที่นำเสนอในปี พ.ศ. 2558 ขอเริ่มด้วย ภาพการเชื่อมต่อของข้อมูลหรือภาพการใช้งานในภาพรวมก่อนดังแสดงในภาพที่ 3.11 ซึ่งจะเห็นได้ว่า รูปส่วนบน ก็จะเป็นผู้ป่วยที่ถูกวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจจากเครื่องตัวลูกและข้อมูลรูป ECG ด้วยเครื่องตัวแม่ หลังจากนั้นข้อมูลก็จะถูกส่งผ่านไปสู่อุปกรณ์ Web Server ที่อยู่บนตัวแม่เอง เพื่อนำไปจัดเก็บใน data base และแสดงผลบนหน้า WEB ต่อไป และในแถวที่สองก็อาจเป็นญาติหรืออาจเป็นแพทย์ผู้ดูแลผู้ป่วยเองที่สามารถเข้าไปดูข้อมูลเหล่านี้ได้โดยใช้อุปกรณ์ เช่นแท็บเล็ตหรือคอมพิวเตอร์ทั่วไป ส่วนในแถวที่สามนั้น ก็จะเป็นส่วนของเครื่องตัวลูกอีกเครื่อง (เครื่องที่ใช้แจ้งเตือนที่ติดที่ตัวของผู้ป่วยหรือพยาบาล) ที่ใช้ตรวจสอบข้อมูลที่ได้มาจากหน้าเว็บตลอดเวลา หากพบว่าตัวเลขอัตราการเต้นหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงไปเกินกว่าค่าที่แพทย์ได้ตั้งไว้ก็จะมีเสียงเตือนให้พยาบาลทราบทันที โดยเมื่อมีการส่งเสียงก็จะมีกำหนดให้ส่งเสียงไปเรื่อยๆอย่างน้อย 4-5 รอบ ถึงแม้ว่าระดับการการวัดจะ กลับสู่ภาวะปกติแล้วก็ตามทั้งนี้เพื่อช่วยแก้ปัญหา ที่บางครั้งความผิดปกติอาจเกิดขึ้นเพียงชั่วขณะแต่อาการเช่นนี้ผู้เป็นแพทย์ควรจะได้ทราบด้วยเช่นเดียวกันเพื่อวิเคราะห์การรักษาที่แม่นยำต่อไป

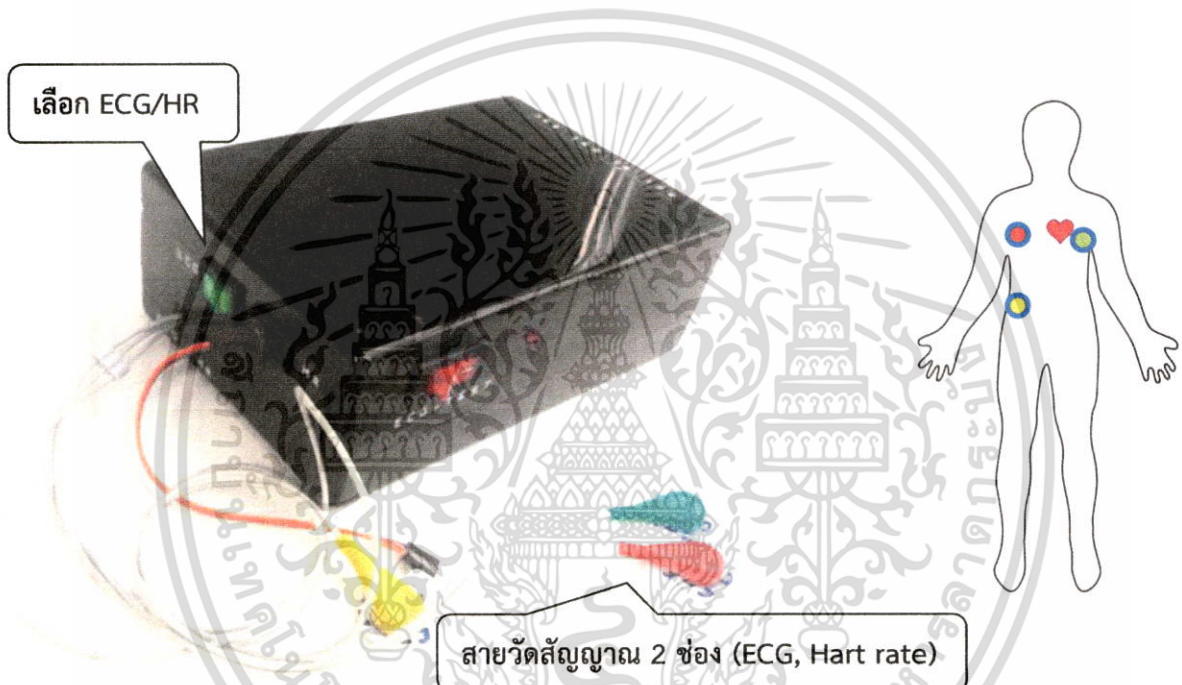
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อข้อมูลของเครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วยอัตโนมัติ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการต่อใช้งานก็เพียงนำตัวแม่ซึ่งมีส่วนของการหัวใจรูปสัญญาณ ECG ของหัวใจ ซึ่งเป็นแบบติดแปะ ในสามตำแหน่ง ของผู้ป่วยได้เลย ทำให้การทดลองใช้งานทำได้สะดวกมากขึ้น จากนั้นผู้ใช้ก็ทำการเสียบไฟ (ตัวแม่จะมีตัวแปลงไฟให้แล้ว) และทำการเปิดเครื่องได้เลย ทิ้งให้เครื่องกำหนดค่า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆของตนเองและทำการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต กำหนดการทำงานแบบไร้สายหรือ WIFI สักพัก ซึ่งตอนนี้ค่าของการวัดจะยังไม่คงที่ดังนั้น ผู้ใช้จึงต้องยังไม่ต้องเปิดเครื่องแจ้งเตือนทันทีให้รอสักพักก่อน และเมื่อเครื่องตัวแม่ทำการกำหนดค่าต่างเสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถสังเกตได้จาก ดูที่หลอด LED สีเขียวจะมีการกะพริบเป็นระยะๆ ถึงตรงนี้แสดงว่าเครื่องพร้อมใช้งานแล้ว ให้ทำการเปิดเครื่องแจ้งเตือนได้ จากนั้นหากมีการวัดค่าที่เกินกว่าการตั้งระดับไว้ ก็จะมีสัญญาณเสียงแจ้งเตือนออกมาจากเครื่องแจ้งเตือนตัวลูกทันที รูปภาพของตัวเครื่องแม่ต้นแบบปุ่มต่างๆและจุดที่ทำการแปะหัววัดวี แสดงดังรูปภาพที่ 3.12 และตัวเครื่องตัวลูก (ตัวแจ้งเตือน) แสดงดังรูปภาพที่ 3.13 และตัวอย่างของการติดตั้งเครื่องวัดตัวแม่กับผู้ป่วยแสดงไว้ดังรูปภาพที่ 3.14



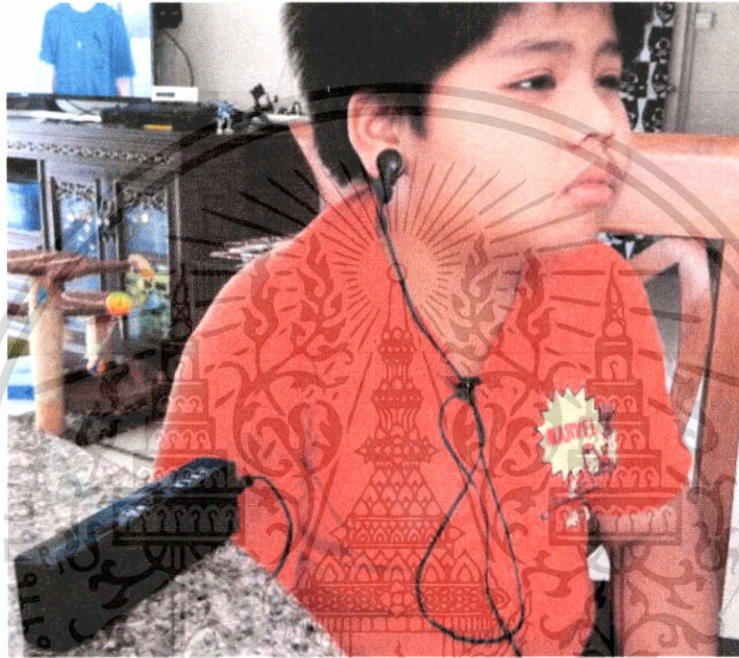
ภาพที่ 3.12 แสดงตัวเครื่องแม่ที่สมบูรณ์และตำแหน่งการแปะหัววัด ECG



ภาพที่ 3.13 แสดงตัวเครื่องลูกแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า ส่วนของเครื่องตัวแม่และตัวลูกแจ้งเตือนนั้น มีปุ่มควบคุมการทำงานที่น้อยมาก หน้าที่ตรงไปตรงมา ไม่ซับซ้อน ผู้ใช้ทั่วไปสามารถใช้งานได้ทันที ไม่จำเป็นต้องเป็นแพทย์หรือพยาบาลเท่านั้น ส่วนในเรื่องของการเข้าดู Web server นั้น ผู้ใช้ก็ไม่ต้องทำอะไรมากเพียงเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน WIFI แล้วเปิด Browser ไปที่เว็บไซต์ของตัวแม่ที่เราเปิดใช้งานเท่านั้นก็สามารถดูผลการวัดต่างๆได้ หากเป็นผู้ใช้ที่เป็นญาติก็จะเข้าดูผลได้เช่นกัน



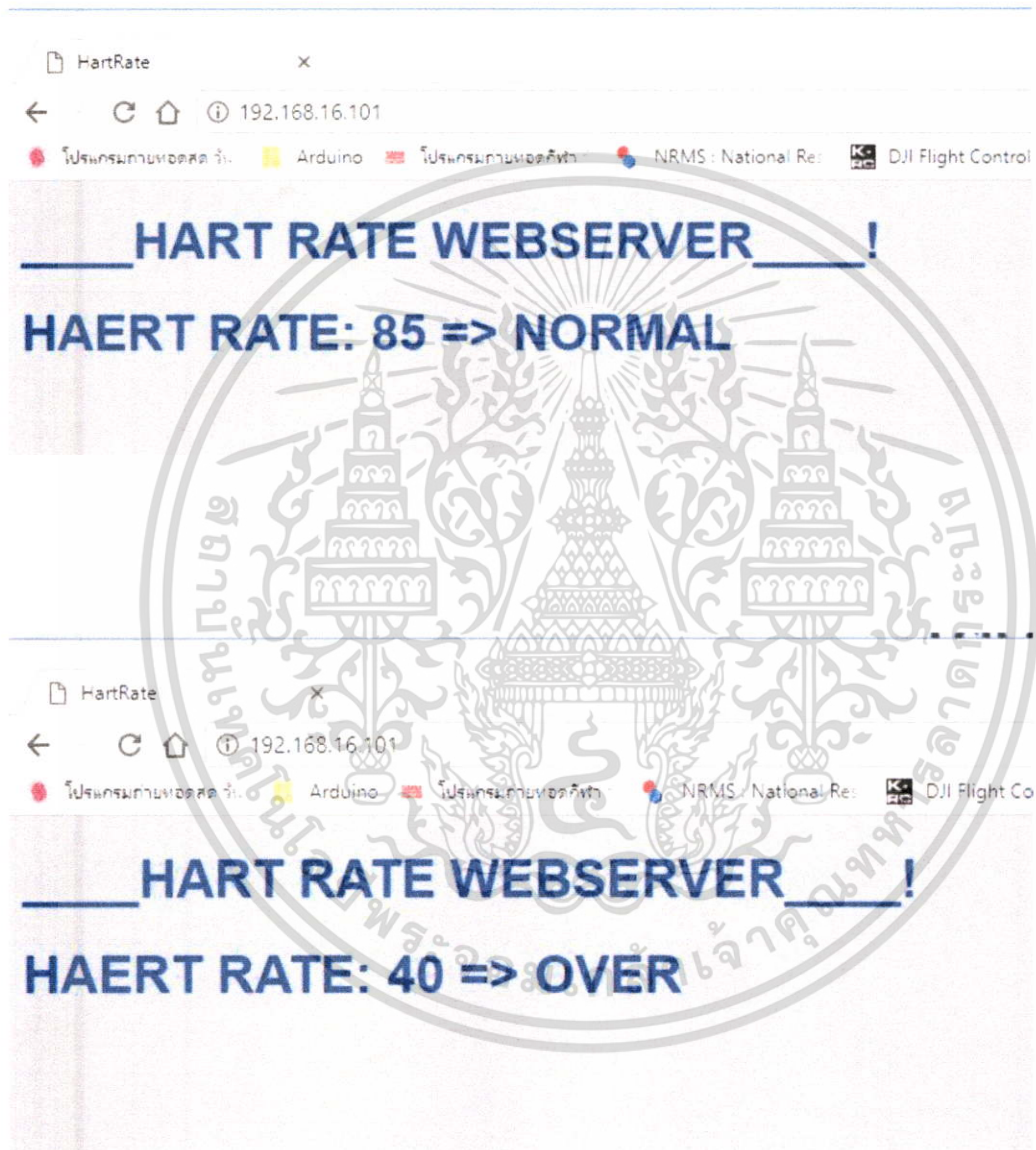
ภาพที่ 3.14 แสดงตัวหัววัดอัตราการเต้นหัวใจที่ส่วนหูของผู้ป่วย

3.3.1 การทดลองใช้งานเว็บเพจ

ในการใช้งานส่วนของเว็บนั้นมีความ ง่ายตายไม่ซับซ้อน เหมือนงานวิจัยที่ผ่านมาในปี 2558 เหตุที่ต้องมีการปรับให้ง่ายดังที่จะกล่าวต่อไปนี้ก็เพราะว่า ในการใช้งานจริงนั้น ผู้ใช้งานไม่ต้องการกำหนดค่าการแจ้งเตือนเองเพราะจะมีค่ามาตรฐานอยู่แล้ว ดังนั้นการกำหนดค่าต่างๆผ่านเว็บเพจ จึงถูกตัดออกไป ดังนั้นในส่วนของเว็บเพจนั้นจึงมีหน้าที่เพียงแสดงผลข้อมูลสัญญาณรูปหัวใจและผลค่าอัตราการเต้นของหัวใจ เหตุนี้จึงสามารถใช้ ตัวประมวลผลจึงใช้ตัวประมวลผลที่ไม่ต้อง มีขนาดหน่วยความจำมาก หรือต้องใช้ถึงขนาดคอมพิวเตอร์ฝังตัว ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงไปอีกระดับหนึ่ง การทำงานของตัวแม่จึงรวดเร็ว ซึ่งผู้ป่วยหรือแพทย์เองก็ต้องการเพียงการเข้าไปดูข้อมูลรูปสัญญาณหัวใจและค่าอัตราการเต้นเท่านั้นและการเข้าดูต้องไม่ซับซ้อนผ่านหน้าเว็บหลายๆหน้ากว่าจะไปถึงหน้าเว็บที่ให้ข้อมูลดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ ออกแบบให้เข้าถึงหน้าเว็บเพจง่ายที่สุด โดยแพทย์หรือผู้ใช้ เข้าถึงหน้าเว็บทันทีที่ใส่ address ของเว็บ และจะมีการแสดงรูป เพียง สองอย่างคือรูปคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ อัตราการเต้นของหัวใจ และไม่ต้องมีการคลิกอะไรอีก เพราะข้อมูลได้แสดงต่อเนื่องอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเข้าสู่ระบบบน Web server ของตัวแม่นั้น ทำได้ดังนี้ สมมติให้โปรแกรม Web server ของตัวแม่นี้ติดตั้งที่ แอดเดรส <http://192.168.16.101/> เราก็จะได้ผลแสดงออกบนจอภาพอุปกรณ์ (เช่น คอมพิวเตอร์) ดังภาพที่ 3.15 ซึ่งจะให้ผู้ใช้ก็จะเห็นภาพได้ทันทีดังรูป และแสดงสถานะด้วยว่า ปกติหรือไม่



ภาพที่ 3.15 แสดงหน้า Web เมื่อเข้าไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

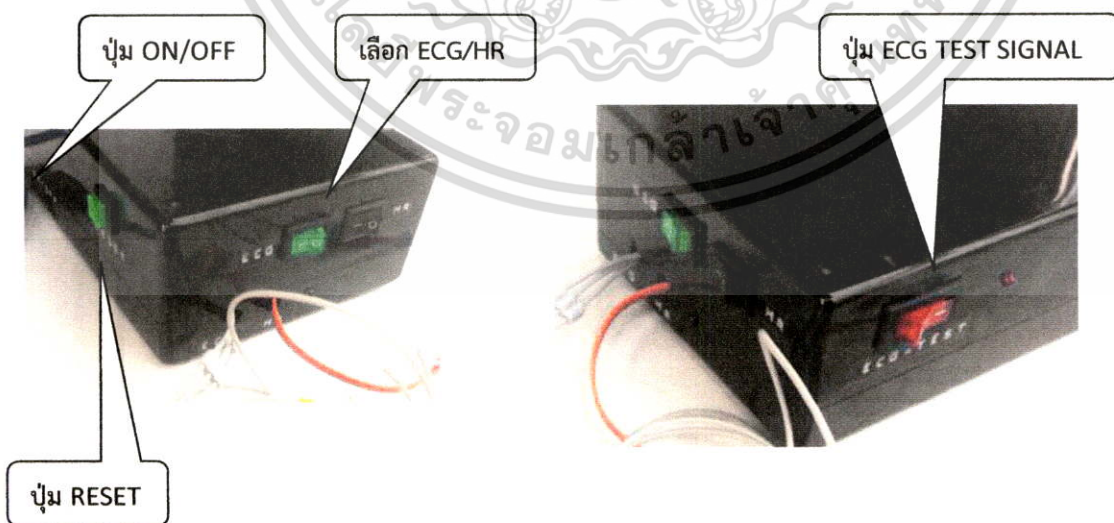
3.3.2 การทดลองใช้งานเครื่องเฝ้าระวังผู้ป่วย

การใช้งานก็ดังที่กล่าวไว้ข้างแล้วว่า งานวิจัยนี้ได้ทำต่อเนื่องจาก งานที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไปในปี พ.ศ. 2558 ดังนั้นในส่วนของการใช้งานก็จะไม่ต่างไปจากเดิมนัก กลับยิ่งใช้งานมากขึ้นกว่าเดิม เพราะได้ตัดส่วนที่ไม่จำเป็นออกไป เพราะในงานเดิมได้มีการทดลองใช้งานและมีการพบว่า การแสดงผลบางอย่างไม่จำเป็น เช่น การ แสดงผลอุณหภูมิและอัตราเต้นของหัวใจที่เครื่องตัวแม่ เป็นต้น และการป้อนข้อมูลก็ไม่จำเป็นเช่นกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ตัดส่วนดังกล่าวออกไป โดยขั้นตอนการใช้งานทั่วไปของตัวเครื่องแม่เป็นดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้ทำการเสียบปลั๊กไฟของตัวเครื่องแม่ (จริงๆ แล้วตัวเครื่องแม่เองก็มีระบบใช้ไฟจากแบตเตอรี่จึงสามารถใช้ได้ทันทีหากมีไฟประจอยู่แล้ว) ทำการกดปุ่มเลือกชนิดการวัดและเปิดสวิทช์เครื่องตัวแม่ จากนั้นก็รอสักครู่ เพื่อให้เครื่องทำการกำหนดค่าเริ่มต้นตัวเองและเชื่อมต่อกับระบบไวไฟ โดยให้สังเกตที่หลอดไฟ LED สีเขียวที่ (ดูภาพที่ 3.16 ประกอบ)

ขั้นตอนที่ 2 ให้ทำการต่อสายวัดไปที่ร่างกายทั้งสามตำแหน่งของผู้ป่วยที่ต้องการวัดสัญญาณรูปคลื่นหัวใจ และหากต้องการวัดสัญญาณการเต้นของหัวใจด้วยก็ทำการหนีบหัววัดที่ปลายนิ้วของผู้ป่วย

ขั้นตอนที่ 3 ทั้งระยะเวลาหลังจากแปะตัววัดทั้งสามจุดแล้วและหนีบสายวัดที่ผู้ป่วยแล้วเช่นกัน สักระยะ (1-2 นาที) เพื่อให้อัตราเต้นหัวใจที่วัดได้คงที่ (เป็นค่าจริงปกติของผู้ป่วย) จากนั้นให้ทำการเปิดเครื่องแจ้งเตือน (เครื่องตัวลูก) โดยเครื่องตัวลูกนี้จะทำการเชื่อมต่อไปที่เว็บเพจของตัวแม่เองอัตโนมัติ ถึงตรงนี้ก็จะเป็นอันเสร็จการติดตั้งใช้งาน (ใช้งานตัวแม่) ทั้งนี้หากมีผลของการวัดสัญญาณที่เกินขอบเขต ที่ตั้งไว้ที่ Web server ก็จะมีเสียงเตือนขึ้นที่ตัวเครื่องแจ้งเตือนทันที และจะมีการดังติดต่อกันอย่างน้อย 4 ครั้ง แม้ว่าค่าจะกลับมาอยู่ที่ค่าปกติแล้วก็ตาม เพื่อที่จะให้แพทย์ไปทำการตรวจสอบผู้ป่วยนั่นเอง



ภาพที่ 3.16 แสดงรูปภาพตัวเครื่องแม่และปุ่มต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.18 แสดงภาพการใช้งานวัดที่ตัวผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.19 แสดงรูปผลการทดลองบางส่วน

โดยปุ่มต่างๆ มีหน้าที่ดังนี้

ปุ่ม ON/OFF ของทั้งตัวแม่และตัวลูกจะใช้สำหรับการเปิดหรือปิดการใช้งาน

ปุ่ม TEST ของตัวแม่ใช้สำหรับการตรวจสอบการทำงานจำลองสัญญาณขึ้นเองเพื่อทดสอบการ

แสดงผล

ส่วนช่องสัญญาณสายวัดสามหัววัดรูปคลื่นของหัวใจและสายวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ของแต่ละ

เครื่องตรวจวัด ก็จะมีช่องด้านหน้าดังรูปที่ผ่านมา

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเครื่องกับบุคคล หลายๆ ช่วงอายุ เด็ก, นักศึกษา และก็มีผู้ใหญ่สูงอายุ ก็ได้ผลออกมาเป็น

ที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง (แต่ก็ยังมีสัญญาณรบกวนมากอยู่ในบางครั้งทำให้ได้สัญญาณที่ไม่ค่อยจะชัดเจน) คือ

เครื่องสามารถให้ผลตอบสนองที่ดี ในการทดลองในกรณีของการทำให้เกิดผิดปกติขึ้น เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ใช่

ผู้ป่วยจริง (เพราะถึงไปทดสอบกับผู้ป่วยจริง โอกาสที่จะเกิดการผิดปกติก็คาดเดาไม่ได้ จึงยังไม่สามารถทดสอบ

ได้ และอีกทั้งเนื่องด้วยเวลาของการทำวิจัยก็เป็นช่วงท้ายใกล้เสร็จสิ้นแล้ว จึงต้องใช้วิธี กรณีให้เกิดการเต้นของ

หัวใจมากเกินไปให้ผู้ทดสอบ มีการขยับร่างกายมากๆ เช่น การวิ่งจ็อกกิ้งอยู่กับที่เป็นต้น ซึ่งจากการทดสอบ

หลายๆครั้งที่ผ่านมาก็ได้ผลการแจ้งเตือนที่น่าพอใจถูกต้องตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลต่างๆ

จากหัวข้อที่ผ่านมาเราได้ อธิบายการใช้งานของตัวเครื่องไปแล้ว ซึ่งก็ได้รวมไปถึงการทดลองไปด้วย ในตัวอย่างกับกลุ่มเป้าหมายหลายๆ ช่วงอายุ ทั้งที่เป็นเด็ก, นักศึกษาอาสาและประชาชนจริงๆ เหมือนกับการทดลองของปี 2558 ในงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งก็ให้ผลออกมาได้ตามเป้าหมายของงานวิจัยในระดับหนึ่ง (ยังมีสัญญาณรบกวน) แต่ก็เช่นเดียวกัน เนื่องด้วยการทดลองได้ทำในระยะเวลาอันไม่นาน ก็อาจได้ข้อมูลกลับมายังไม่ครบสมบูรณ์นัก ผู้วิจัยหมายถึงข้อเสียหรือจุดด้อยที่อาจเกิดขึ้นได้ในกรณีใช้ไปนานๆ โดยเฉพาะการวัดสัญญาณรูปคลื่น ECG เพราะดังที่ทุกคนทราบอยู่แล้วว่างานวิจัยที่จะสามารถนำไปใช้งานได้จริงนั้น จะต้องผ่านการใช้งานในระยะเวลาหนึ่งที่ทำให้เกิดความมั่นใจก่อน และหากมีผลการตอบรับกลับมาของผู้ใช้ก็จะต้องมีการนำมาปรับปรุงให้ปัญหาที่น้อยที่สุดหรือให้ปัญหาหมดไปเลย ซึ่งในงานวิจัยนี้ก็มีข้อเสนอกลับมาอยู่บ้างเช่นกัน และข้อเสนอเหล่านั้น ผู้วิจัยเองก็จะได้กล่าวในรายละเอียดในหัวข้อข้อเสนอแนะต่อไป

4.2 จุดเด่นของงานวิจัยนี้

เนื่องจากงานวิจัยนี้แม้จะเป็นงานที่ได้เคยนำเสนอในครั้งแรกมาแล้วเมื่อ พ.ศ. 2558 และยังคงหาเครื่องที่จะเปรียบเทียบกับที่อื่นๆ ได้ไม่ง่าย แต่จากการนำไปใช้งานก็จะเห็นได้ว่า จุดเด่นของงานวิจัยนี้ น่าจะอยู่ตรงที่สามารถติดตั้งที่ง่ายขึ้นมากกว่าเดิมเนื่องจากขนาดที่เล็กกว่าเดิมมากรูปแสดงผลทางเว็บที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน (แต่อาจไม่สวยงามนัก) และอีกทั้งการใช้งานที่ง่ายกว่าเดิมเพราะสามารถนำไปใช้ได้ทุกที่ แม้ในสถานที่ใช้งานไม่จำเป็นจะต้องมีระบบอินเทอร์เน็ตไร้สาย เพราะระบบไร้สาย (WIFI) จะสร้างเสร็จในตัวเครื่องแม่อยู่แล้ว ดังนั้นด้วยคุณลักษณะของการใช้งานง่ายนี้จึงเหมาะที่จะสามารถนำไปใช้ได้ทั่วไป แม้แต่ในบ้านของประชาชนทั่วไปก็เช่นกัน และด้วยการสร้างโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดเล็ก (Wemos D1) และไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ก็นำมาใช้ได้ทั้ง สามอุปกรณ์ ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้อีก และด้วยการสร้างเว็บที่แสดงผลเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น (ไม่เน้นสวยงาม) ทำให้ไม่ต้องใช้โปรแกรมที่ซับซ้อนเสี่ยงต่อการหยุดทำงานไปเฉยๆ ได้ ทั้งนี้ยังสะดวกเพราะมีส่วนของโมดูลไวไฟในตัวเดียวกันเลย ทำให้ได้เครื่องที่สมบูรณ์มากขึ้นสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกขึ้น สามารถนำไปใช้ได้ทุกสถานที่ อีกทั้งยังได้ข้อได้เปรียบเรื่องการใช้กำลังไฟที่ต่ำมากๆ โอกาสที่เครื่องจะหยุดทำงานไปเฉยๆ เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ต่างๆ ไปจึงไม่เกิดขึ้น (จากการทดลองใช้งานที่ผ่านมา) ระบบนี้ยังสามารถจะนำไปพัฒนาต่อยอดด้านต่างๆ เช่นในการเพิ่มเติมความสามารถด้านการวัดที่หลากหลายมากยิ่งขึ้นให้เหมาะสมกับการใช้งานตรงเป้าประสงค์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้นำไปใช้งานทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายหลายกลุ่ม โดยกำหนดที่ช่วงอายุจากน้อยไปมาก ดังที่ได้กล่าวมาแล้วและจากการที่ได้นำไปทดลองทดสอบการใช้งานนั้น ถึงแม้ว่าจะสามารถทำงานได้ตามความต้องการก็ตาม แต่การทดสอบทำได้ในเวลาจำกัด ใช้เวลาในการทดสอบได้ไม่นานนักเพราะเป็นช่วงท้ายของเวลาที่กำหนดในการทำวิจัย แต่ก็ยังมีข้อ ตบกลับมาจากผู้ใช้หรือข้อเสนอแนะมาบ้างข้อดังนี้

ข้อที่ 1 ตัววัดตัวแม่ในส่วนของการวัดสัญญาณรูปคลื่นหัวใจ (ECG) แม้จะสามารถวัดได้แล้วส่งข้อมูลสู่เว็บให้เปิดดูได้ แต่ยังคงมีความยุ่งยากในการวัดบ้างเพราะสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นง่ายมากทำให้บางครั้งวัดสัญญาณไม่ได้ก็มีบ้าง อันนี้อาจต้องหาโมดูลที่มีความเสถียรภาพดีกว่านี้มากปรับเปลี่ยนได้(เพราะอุปกรณ์ด้านการแพทย์นี่ก็มีออกมาใหม่ๆที่ประสิทธิภาพดี ออกมาให้เราได้ใช้งานอยู่เรื่อยๆ) หากเป็นไปได้และไม่ทำให้เครื่องใหญ่จนเกินไปน่าจะมีส่วนของการแสดงผลให้เห็นรูปภาพได้เลยที่ตัวเครื่อง เพื่อความรวดเร็วขึ้นไปอีกของผู้ตรวจสอบไม่ต้องไปเข้าเว็บก่อนจึงจะเห็นทุกอย่าง

ข้อที่ 2 เพื่อความสะดวกใช้งานได้อย่างคุ้มค่า มากขึ้น ตัวเครื่องแต่ละเครื่องนอกจากต้องสามารถแสดงผลออกบนตัวเครื่องเอง (โดยอาจไม่ต้องแสดงผลทางเว็บก็ได้) ดังในข้อที่หนึ่งที่กล่าวมา ทำให้มีหลายตัวแต่ละตัวก็มีหน้าที่การวัดที่ต่างกันไม่ขึ้นแก่กัน จะวัดค่าอะไรก็สามารถหยิบจับอุปกรณ์สำหรับการวัดนั้นมาทำการวัดได้ทันที ซึ่งจะทำให้สะดวกมากขึ้น ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเหล่านี้ผู้วิจัยก็ได้นำไปเป็นข้อพิจารณาคิดเพิ่มจำนวนของเครื่องวัดอื่นๆอีก และจะได้นำเสนอข้อวิจัยในโอกาสต่อไป

บรรณานุกรม เอกสารอ้างอิง

- [1] https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1_mini_pro
- [2] <http://thaieasyelec.com/wireless-modules/wi-fi-modules.html>
- [3] <http://php.net/>
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server
- [5] Michael J Pont, "Embedded C", (May 4, 2002)
- [6] <https://www.arduinoall.com/product/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ส่วนนี้จะได้เสริมเนื้อหา ส่วนของอุปกรณ์และโปรแกรมที่สำคัญในการสร้างและออกแบบทำงานของตัวเครื่อง เพื่อจะได้เป็นข้อมูลต่อนักวิจัยผู้อื่นจะได้นำไปพัฒนาต่อยอดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาคผนวก ก. อุปกรณ์โมดูลการรับส่งข้อมูล WIFI (ESP8266 หรือเข้ากันได้กับ Wemos D1)และส่วนของการวัดสัญญาณคลื่นหัวใจ (ECG)

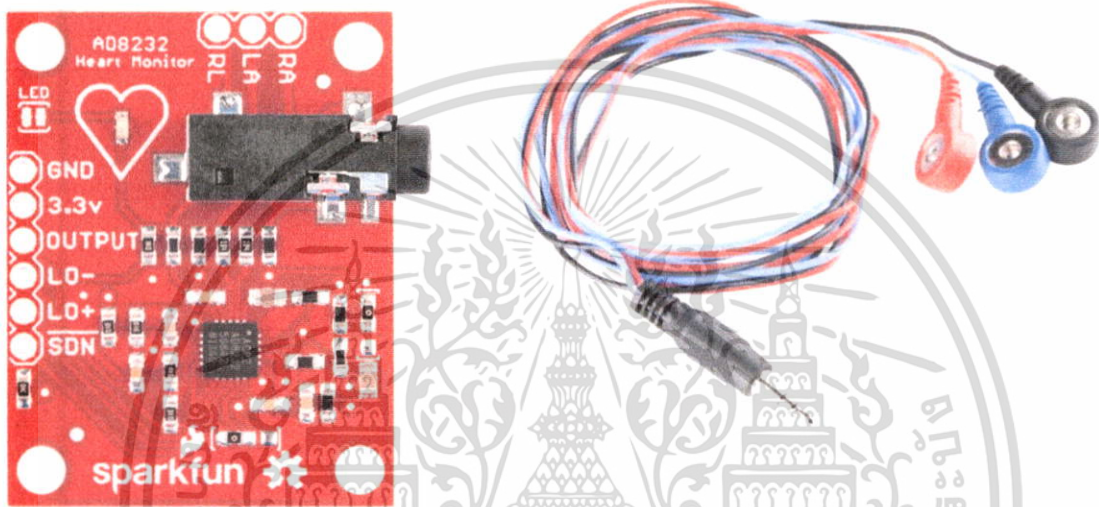
สามารถใช้แรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ขนาด +3.2 VCD ไปถึง +5 VCD และมีลักษณะการเชื่อมต่อในย่านความถี่ตามมาตรฐานของ WIFI ที่สำคัญตัวโมดูลประกอบไปด้วยส่วนของการเชื่อมต่อไวไฟ และส่วนของการประมวลผลที่มีการทำงานคล้ายกับ Arduino รวมทั้งการจัดการและการใช้งานต่างๆ ก็มีลักษณะคล้ายกับการใช้งานบอร์ด Arduino ซึ่งยังสามารถใช้งาน Editor ตัวเดียวกันได้ นอกจากนี้ ที่สำคัญคือมีไลบรารี ส่วนของการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ที่มีประสิทธิภาพ มากมายให้พัฒนาได้อย่างรวดเร็ว บอร์ดโมดูลนี้แสดงดังรูปข้างล่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูลวัดสัญญาณคลื่นหัวใจ (ECG)

รูปบางส่วนแสดงดังรูปภาพข้างล่างนี้ ส่วนตัวคู่มือบอร์ดและส่วนเอกสารสนับสนุนต่างๆ มีแนบไว้ที่แผ่น CD ROM เรียบร้อยแล้ว



FEATURES

- Fully integrated single-lead ECG front end
- Low supply current: 170 μ A (typical)
- Common-mode rejection ratio: 80 dB (dc to 60 Hz)
- Two or three electrode configurations
- High signal gain ($G = 100$) with dc blocking capabilities
- 2-pole adjustable high-pass filter
- Accepts up to ± 300 mV of half cell potential
- Fast restore feature improves filter settling
- Uncommitted op amp
- 3-pole adjustable low-pass filter with adjustable gain
- Leads off detection: ac or dc options
- Integrated right leg drive (RLD) amplifier
- Single-supply operation: 2.0V to 3.5V
- Integrated reference buffer generates virtual ground
- Rail-to-rail output
- Internal RFI filter
- 8 kV HBM ESD rating
- Shutdown pin
- 20-lead 4 mm x 4 mm LFCSP package

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

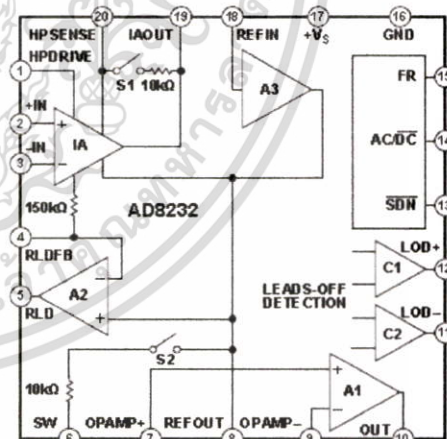


Figure 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์โมดูลการตรวจวัดการเต้นของหัวใจ ZX-Heart Rate และรุ่น RB-Spa-773



คุณสมบัติ

- 1) ใช้กำลังงานต่ำ และใช้ไฟเลี้ยงเพียง +3 ถึง +5 โวลท์ (ใช้แบตเตอรี่ได้)
- 2) หัววัดมีความไวในการทำงานสูง, และมีขนาดเล็กเบามากๆ
- 3) ความยาวของหัววัดถึงตัวประมวลผลมีให้ถึง 120 ซม.
- 4) ช่วงการวัดสามารถทำได้มากกว่า 30 ครั้งต่อนาที
- 5) สัญญาณออกเป็นแบบพัลส์ สำหรับต่อเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ส่วนของโปรแกรม

ในส่วนของโปรแกรมนั้นจะมีอยู่ด้วยกัน 3 โปรแกรมคือ โปรแกรมสำหรับเครื่องแม่ที่วัดรูปคลื่นสัญญาณหัวใจ (ECG) , โปรแกรมสำหรับเครื่องลูก ที่ใช้แจ้งเตือน และสุดท้ายเป็นโปรแกรมสำหรับเครื่องตัวลูกที่ใช้วัดอัตราเต้นของหัวใจ ซึ่งในรายงานฉบับนี้ ขอลงแสดงโปรแกรมตั้งข้างล่างนี้ต่อเนื่องกันไป แต่อย่างไรก็ตามโปรแกรมสมบูรณ์ก็สามารถดูได้ที่แผ่น CD-ROM ที่มีมาพร้อมกับรายงานฉบับนี้

โปรแกรมส่วนของตัวแม่วัดรูปคลื่นสัญญาณหัวใจ (ECG)

/*

* Copyright (c) 2015, Majenko Technologies

* All rights reserved.

* อันนี้ใช้ วิธีอาศัย Router WIFI อื่น ไม่สร้าง WIFI เอง

*/

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

```
#include <WiFiClient.h>
```

```
#include <ESP8266WebServer.h>
```

```
#include <ESP8266mDNS.h>
```

```
#define DBG_OUTPUT_PORT Serial
```

```
const char* ssid = "ICU_2P";
```

```
const char* password = "12345678";
```

```
const char* host = "ECG8266";
```

```
int data[]={94, 94, 94, 94, 94, 94, 94, 94, 95, 95, 95, 96, 97, 97, 98, 98, 99, 99, 100, 100, 101, 102,
103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 112, 113, 113, 114, 114, 115, 115, 116, 117, 118,
118, 119, 120, 121, 121, 122, 123, 123, 124, 125, 125, 126, 126, 127, 127, 127, 128, 128, 128,
128, 128, 128, 128, 127, 127, 127, 127, 126, 126, 126, 126, 125, 125, 125, 124, 124, 123, 123,
122, 122, 122, 121, 121, 120, 120, 119, 119, 118, 118, 117, 116, 116, 115, 114, 114, 113,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

int in_sw = 12; // (D6) for switch ECG/TEST_ECG
int in_P = 4; // L+ (D2)
int in_M = 5; // L- (D1)
unsigned long pulsePeriod;
unsigned long heart_rate[4];
unsigned long heart_rate_mean;
void bubbleSort(unsigned long arr[], int n)
{
bool swapped = true;
int j = 0;
unsigned long tmp;
while (swapped)
{
swapped = false;
j++;
for (int i = 0; i < n - j; i++)
{
if (arr[i] > arr[i + 1])
{
tmp = arr[i];
arr[i] = arr[i + 1];
arr[i + 1] = tmp;
swapped = true;
}
}
}
}
void handleRoot() {

```

```

    digitalWrite ( led, 1 );

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

char temp[400];
int sec = millis() / 1000;
int min = sec / 60;
int hr = min / 60;
sprintf ( temp, 400,
"<html>\
<head>\
<meta http-equiv='refresh' content='5'/>\
<title>ESP8266 Demo</title>\
<style>\
body { background-color: #cccccc; font-family: Arial, Helvetica, Sans-Serif; Color: #000088;
}
</style>\
</head>\
<body>\
<h1> ___EKG Waveform webserver___!</h1>\
<p>Uptime: %02d:%02d:%02d</p>\
<p> Hart Rate: %02d </p>\
<img src=\"/test.svg\" />\
</body>\
</html>",
        hr, min % 60, sec % 60, HR
);
server.send ( 200, "text/html", temp );
digitalWrite ( led, 0 );
}
void handleNotFound() {
    digitalWrite ( led, 1 );
    String message = "File Not Found\n\n";

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

message += "URI: ";
message += server.uri();
message += "\nMethod: ";
message += ( server.method() == HTTP_GET ) ? "GET" : "POST";
message += "\nArguments: ";
message += server.args();
message += "\n";
for ( uint8_t i = 0; i < server.args(); i++ ) {
    message += " " + server.argName ( i ) + ": " + server.arg ( i ) + "\n";
}
server.send ( 404, "text/plain", message );
digitalWrite ( led, 0 );
}
void setup ( void ) {
    pinMode(in_P,INPUT);
    pinMode(in_M,INPUT);
    pinMode ( led, OUTPUT );
    digitalWrite ( led, 1 ); //OFF LED
    Serial.begin ( 115200 );
WiFi.begin(ssid, password);
DBG_OUTPUT_PORT.print("Connecting to ");
DBG_OUTPUT_PORT.println(ssid);
// Wait for connection
uint8_t i = 0;
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && i++ < 20) { //wait 10 seconds
    delay(500);
}
if(i == 21){
    DBG_OUTPUT_PORT.print("Could not connect to");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DBG_OUTPUT_PORT.println(ssid);
while(1) delay(500);
}
DBG_OUTPUT_PORT.print("Connected! IP address: ");
DBG_OUTPUT_PORT.println(WiFi.localIP());
if (MDNS.begin(host)) {
  MDNS.addService("http", "tcp", 80);
  DBG_OUTPUT_PORT.println("MDNS responder started");
  DBG_OUTPUT_PORT.print("You can now connect to http://");
  DBG_OUTPUT_PORT.print(host);
  DBG_OUTPUT_PORT.println(".local");
  server.on ( "/", handleRoot );
  server.on ( "/test.svg", drawGraph );
  server.on ( "/inline", []() {
    server.send ( 200, "text/plain", "this works as well" );
  });
  server.onNotFound ( handleNotFound );
  server.begin();
  Serial.println ( "HTTP server started" );
}
}
void loop ( void ) {
  server.handleClient();
}
void drawGraph() {
  String out = "";
  int ii=0;
  char temp[100];
  out += "<svg xmlns=\\"http://www.w3.org/2000/svg\\" version=\\"1.1\\" width=\\"800\\"
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

```

height="\300">\n";
    out += "<rect width=\"800\" height=\"300\" fill=\"rgb(250, 230, 210)\" stroke-width=\"1\"
stroke=\"rgb(0, 250, 0)\" />\n";
    out += "<g stroke=\"green\">\n";
    //==== Select ECG/HR =====
if(digitalRead(se_sw)==LOW){ // selec ECG
    if(digitalRead(in_sw)==HIGH){ //Real ECG
do{
    if((digitalRead(in_P) == 1)||((digitalRead(in_M) == 1)){
        // send the value of analog input 0:
        // Serial.println(analogRead(A0));
        ECG_HR[ii++]=analogRead(A0);
        }delay(20);
    }while(ii<400);
}else{ // TEST_ECG
    for(int i = 0;i<400;i++)
        ECG_HR[i]=data[i];
    }
}else{// select HR
for(int i=0;i<400;i++){
heart_rate_mean = analogRead(PulseSensorPurplePin);
    ECG_HR[i] = heart_rate_mean;
    }
}
int index=0;
    int y = ECG_HR[0];
    for (int x = 2, index=0; x < 798; x+= 2,index++) {
int y2 = map(ECG_HR[index],0,560,0,300); //<=== Map and display data
    sprintf(temp, "<line x1=\"%d\" y1=\"%d\" x2=\"%d\" y2=\"%d\" stroke-width=\"1\" />\n",

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
x, 300-y, x + 2, 300-y2);  
    out += temp;  
    y = y2;  
    }  
    out += "</g>\n</svg>\n";  
    server.send ( 200, "image/svg+xml", out);
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมส่วนของตัวลูก (เครื่องแจ้งเตือน)

//สำหรับเครื่องตัวแจ้งเตือน ทำการอ่าน Webserver ทุก 2 วินาที หากพบ Alarm ก็ส่งเสียงดังประมาณ 7 วินาที

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

```
#include <WiFiClient.h>
```

```
// WiFi information
```

```
const char WIFI_SSID[] = "ICU_2P";
```

```
const char WIFI_PSK[] = "12345678";
```

```
byte http_site[]={192,168,16,101};
```

```
const int http_port = 80;
```

```
// Pin definitions
```

```
const int LED_PIN = 2; //on board LED (D4)
```

```
const int SPEAKER = 0; //Switch (D3)
```

```
// Global variables
```

```
WiFiClient client;
```

```
String req;
```

```
void setup() {
```

```
    // Set up serial console to read web page
```

```
    Serial.begin(115200);
```

```
    Serial.println();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.println("WIFI CONNECTION...");

// Set up LED for debugging

pinMode(LED_PIN, OUTPUT);

pinMode(SPEAKER, OUTPUT);

digitalWrite(SPEAKER,LOW); //OFF SOUND

// Connect to WiFi

connectWiFi();

}

void loop() {

digitalWrite(LED_PIN,LOW); //LED ON

int i=0;

if ( !getPage() ) { Serial.println("GET request failed");}

// If there are incoming bytes, print them

delay(300);

req="";

while ( client.available() ) {

    req = client.readStringUntil('\r');

Serial.println(req);

}

if(req.indexOf("OVER")!=-1) {digitalWrite(SPEAKER,LOW);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.println("SPEAKER...ON");

digitalWrite(SPEAKER,HIGH);

delay(6000);

Serial.println("SPEAKER...OFF");

digitalWrite(SPEAKER,LOW);

}

Serial.println("Start loop agian...");

digitalWrite(LED_PIN,LOW); //LED OFF

delay(5000);

}

//----- SUBROUTINE -----

// Attempt to connect to WiFi

void connectWiFi() {

  byte led_status = 0;

  // Set WiFi mode to station (client)

  WiFi.mode(WIFI_STA);

  // Initiate connection with SSID and PSK

  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PSK);

  // Blink LED while we wait for WiFi connection

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

while ( WiFi.status() != WL_CONNECTED ) {

    digitalWrite(LED_PIN, led_status);

    led_status ^= 0x01;

    delay(100);

}

// Turn LED on when we are connected

digitalWrite(LED_PIN, HIGH);

}

// Perform an HTTP GET request to a remote page
bool getPage() {

    // Attempt to make a connection to the remote server
    if ( !client.connect(http_site, http_port) ) {

        Serial.println(" Can not connect!!! ");

        return false;

    }

    // Make an HTTP GET request

    client.println("GET /read HTTP/1.1");

    client.print("Host: ");

    client.println("192.168.16.101");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
client.println("Connection: close");  
  
client.println();  
  
Serial.println(" connection OK!!! ");  
  
return true;  
  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมส่วนของกรวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

```
#include <ESP8266WiFi.h>

const char* ssid = "ICU_2P";

const char* password = "12345678";

String s;

// Create an instance of the server

// specify the port to listen on as an argument

WiFiServer server(80);

char temp[400];

int in = 4; //=== D2 WROOM - 02

int in_sw = 14; //=== D5 WROOM - 02

unsigned long pulsePeriod;

unsigned long heart_rate[4];

unsigned long heart_rate_mean;

void bubbleSort(unsigned long arr[], int n)

{

bool swapped = true;

int j = 0;

unsigned long tmp;

while (swapped)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    swapped = false;

    j++;

    for (int i = 0; i < n - j; i++)
    {
        if (arr[i] > arr[i + 1])
        {
            tmp = arr[i];
            arr[i] = arr[i + 1];
            arr[i + 1] = tmp;
            swapped = true;
        }
    }
}

void setup() {
    // prepare GPIO16

    pinMode(16, OUTPUT);

    digitalWrite(16, 1);

    for(int i = 0; i < 5; i++){

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

digitalWrite(16, 0);

delay(500);

digitalWrite(16, 1);

delay(500);

}

delay(1000);

Serial.begin(115200);

pinMode(in, INPUT);

pinMode(in_sw, INPUT);

// Connect to WiFi network

Serial.println();

Serial.println();

Serial.print("Connecting to ");

Serial.println(ssid);

WiFi.mode(WIFI_STA);

WiFi.begin(ssid, password);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

    delay(500);

    Serial.print(".");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

Serial.println("");

Serial.println("WiFi connected");

// Start the server

server.begin();

Serial.println("Server started");

// Print the IP address

Serial.println(WiFi.localIP());

digitalWrite(16,0);
}

void loop() {

// Check if a client has connected

WiFiClient client = server.available();

if (!client) {

return;

}

// Wait until the client sends some data

Serial.println("new client");

while(!client.available()){

delay(1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

// Read the first line of the request

String req = client.readStringUntil('\r');

Serial.println(req);

client.flush();

// Read HR

if(digitalRead(in_sw) == 1){ //if sw == on So.. test LOW HART RATE
for(int n=0;n<4;n++){

while(digitalRead(in)!=0);

pulsePeriod=pulseIn(in,LOW,2000000);

heart_rate[n]+=pulsePeriod;

pulsePeriod=pulseIn(in,HIGH,2000000);

heart_rate[n]+=pulsePeriod;

}

bubbleSort(heart_rate,4);

heart_rate_mean=0;

for (int n=1;n<(4-1);n++)

{

heart_rate_mean+=heart_rate[n];

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

heart_rate_mean/=(4-2);

heart_rate_mean=(60000000)/heart_rate_mean;

heart_rate[0]=0; heart_rate[1]=0; heart_rate[2]=0; heart_rate[3]=0;

Serial.println(heart_rate_mean)

}else{ Serial.println("TEST HR = 40");

    heart_rate_mean = 40;}

if (heart_rate_mean < 50 || heart_rate_mean > 180){

    s = "HTTP/1.1 200 OK\r\nContent-Type: text/html\r\n\r\n<!DOCTYPE HTML>\r\n";

    snprintf ( temp, 400,

"<html>\

<head>\

<meta http-equiv='refresh' content='10'/>\

<title>HartRate</title>\

<style>\

    body { background-color: #cccccc; font-family: Arial, Helvetica, Sans-Serif; Color: #000088;

}\

</style>\

</head>\

<body>\

<h1> ___HART RATE WEBSERVER___!</h1>\

<h1> HAERT RATE: %02d => OVER </h1>\

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

</body>",&heart_rate_mean);
}

else {

    s = "HTTP/1.1 200 OK\r\nContent-Type: text/html\r\n\r\n<!DOCTYPE HTML>\r\n";

snprintf ( temp, 400,

"<html>\

<head>\

<meta http-equiv='refresh' content='10'/>\

<title>HartRate</title>\

<style>\

    body { background-color: #cccccc; font-family: Arial, Helvetica, Sans-Serif; Color: #000088;

}

</style>\

</head>\

<body>\

<h1> ___ HART RATE WEBSERVER ___ !</h1>\

<h1> HAERT RATE: %02d => NORMAL</h1>\

</body>",&heart_rate_mean);

    } /* </body>\

</html>",&heart_rate_mean

);*/

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
s+=temp;

s+="/html>\n";

// Send the response to the client

client.print(s);

delay(1);

Serial.print(" HR = ");

Serial.println(heart_rate_mean);

Serial.println("Client disconnected");

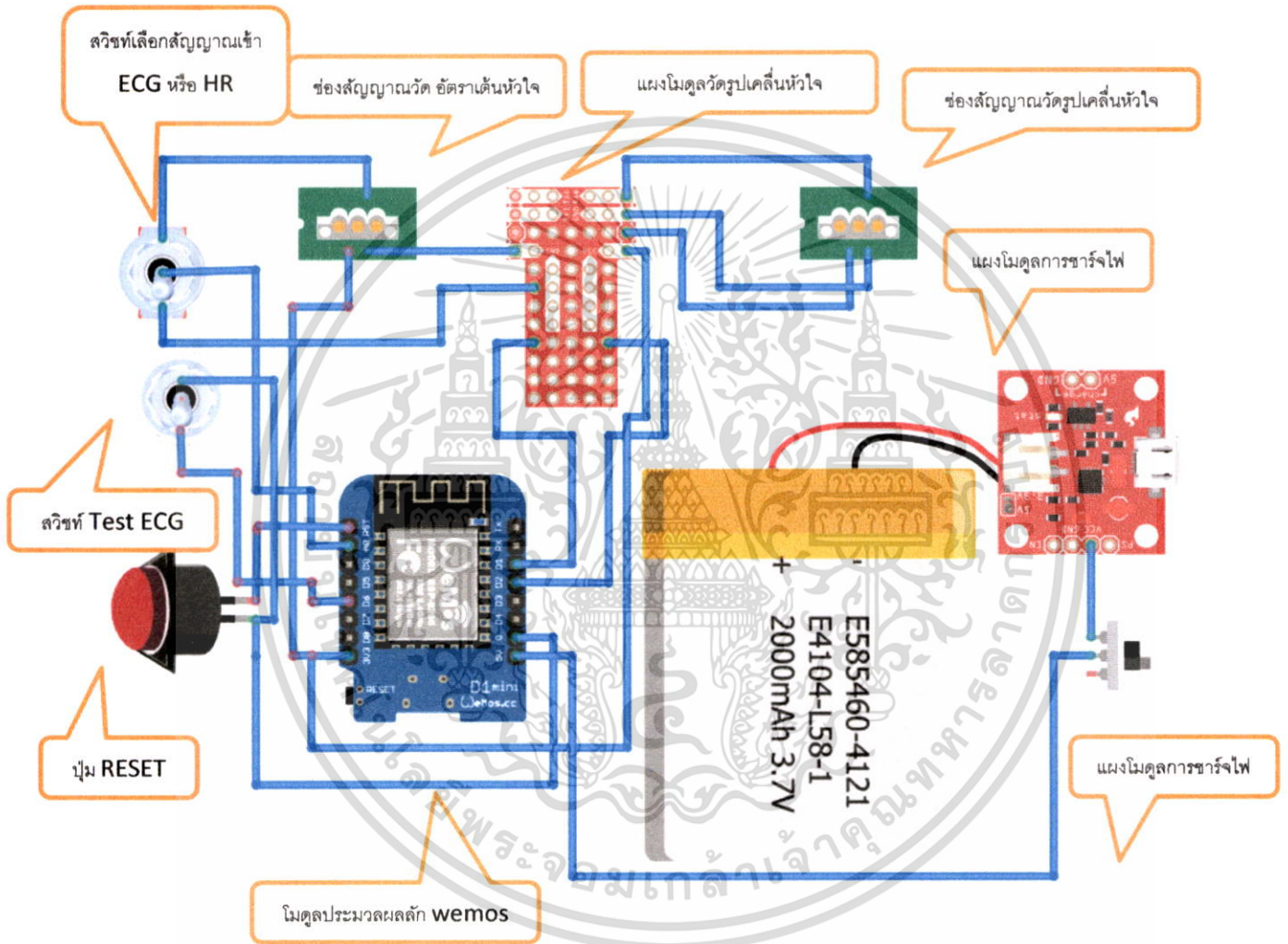
// The client will actually be disconnected
// when the function returns and 'client' object is destroyed
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

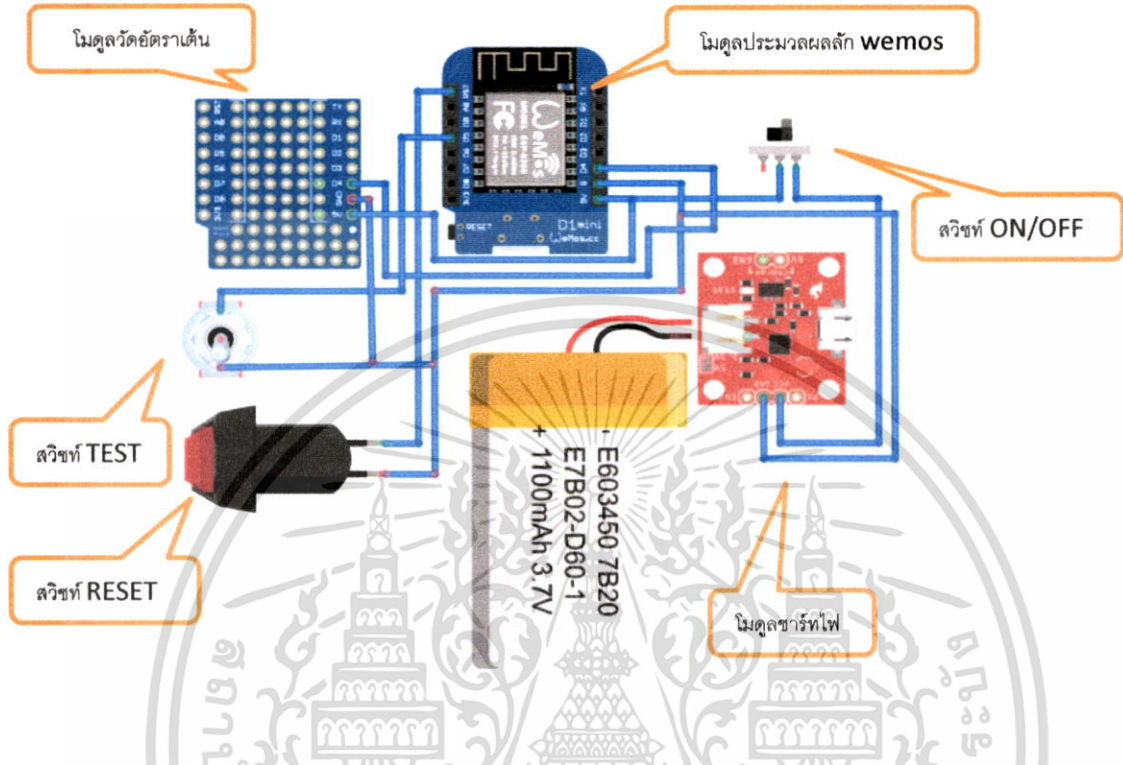
รูปการณืเชื่อมต่อวงจรของทั้งสามอุปกรณ์

การเชื่อมต่ออุปกรณ์วัด ECG และ อัตราการเต้นหัวใจ (ตัวแม่)

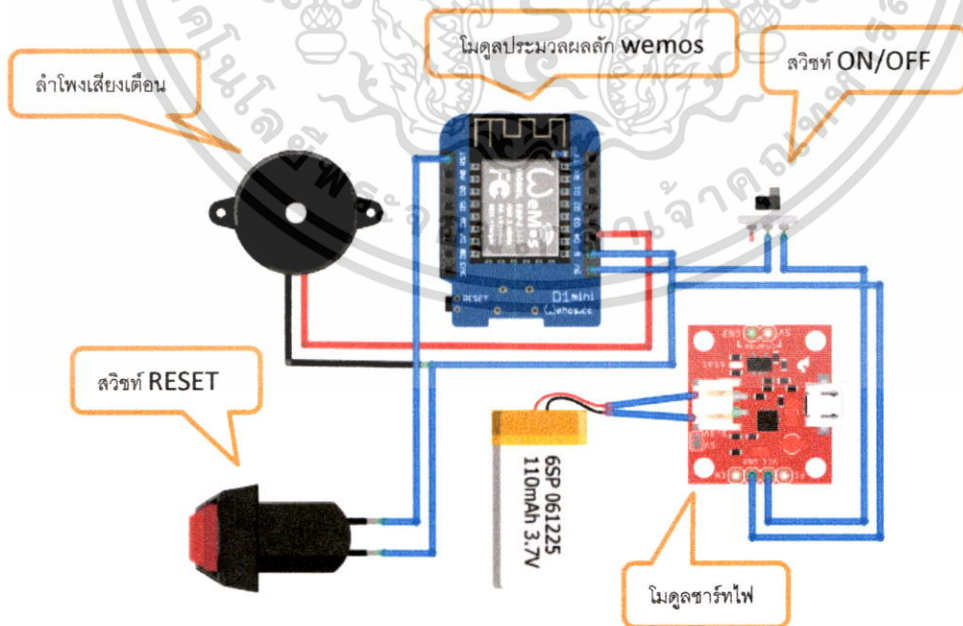


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจ (ตัวลูก)

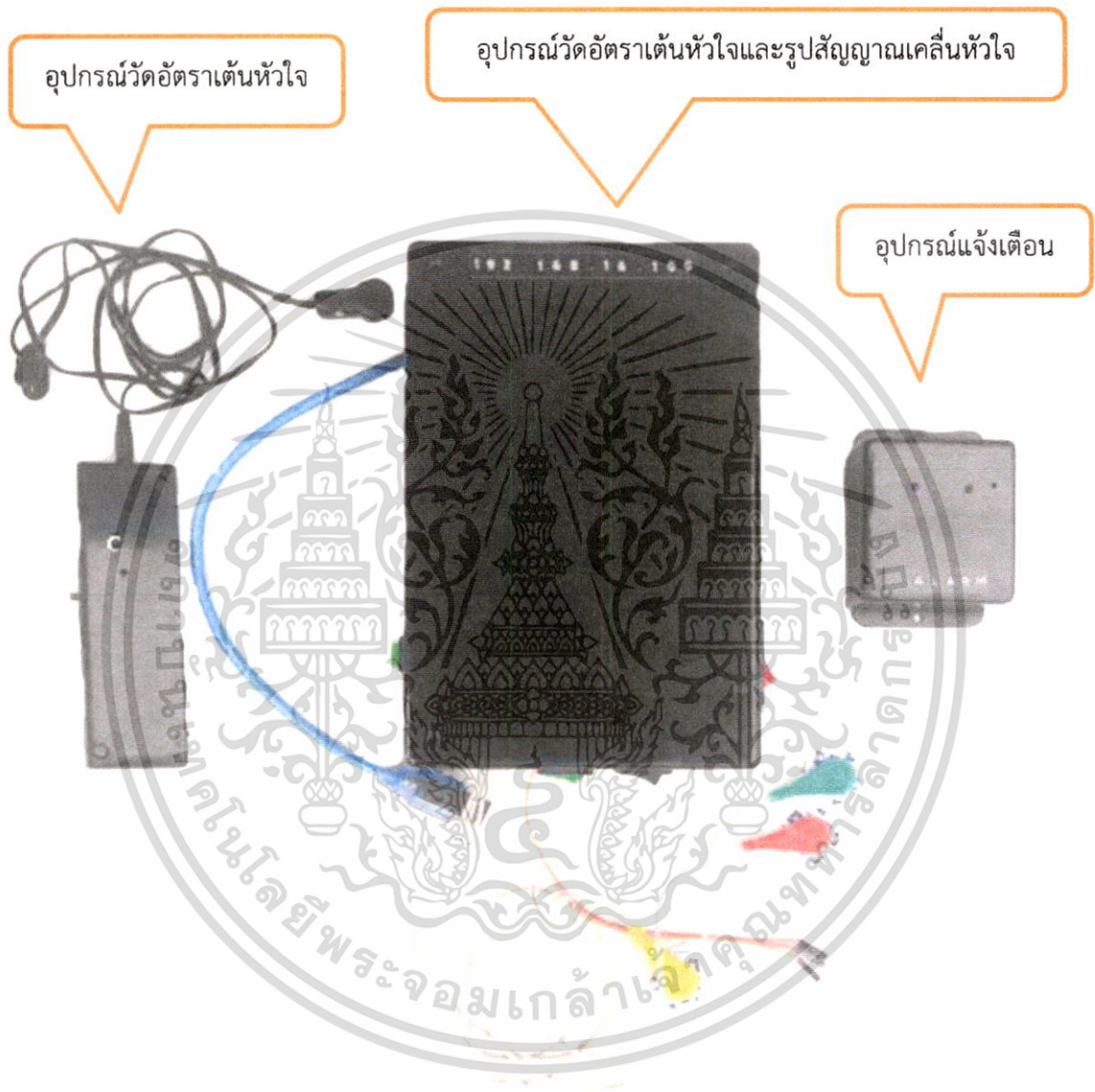


การเชื่อมต่ออุปกรณ์แจ้งเตือนอัตราการเต้นหัวใจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปผลผลิตของงานวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสที่ 2									
12 บ ย 60	semihexa LED ขย.ต่าง ๆ	No.6010300							55,000.00
12 ก ย 60	Software set with accessories	No.6011310							44,000.95
19 ก ย 60	Printic set ขย.ต่าง ๆ ทำให้อินเตอร์เน็ต, ทีวี	No.608858							34,340.50
30 ก ย 60	LED ขย.ต่าง ๆ สลักของขย.ต่าง ๆ	No.45543							8,350.80
18 ก ย 60	SOCKET RELAY / Microswitch and Connector	No.0594							94,575.00
1 บ ย 60	ปุ่มขย.ต่าง ๆ, รีเลย์, รีเลย์, TRANSISTOR	No.6010232							15,685.08
5 บ ย 60	CONNECTOR ขย.ต่าง ๆ	No.0374							67,945.00
9 ก ย 60	Flash drive ขย.ต่าง ๆ ของต่าง ๆ	No.17016423							4,599.80
9 ก ย 60	อุปกรณ์ต่อพ่วง	No.17010900							14,400.00
2 ก ย 60	อุปกรณ์ต่อพ่วงขย.ต่าง ๆ ขย.ต่าง ๆ	No.82823							15,900.00
15 ก ย 60	Transistor, Mobile sensor	No.30489							12,000.00
8 ก ย 60	อุปกรณ์ต่อพ่วง, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์	No.6010430							66,597.57
12 ก ย 60	อุปกรณ์ต่อพ่วง, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์	No.237080							10,300.50
11 ก ย 60	อุปกรณ์ต่อพ่วง, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์	No.813714							77,000.00
23 ก ย 60	Transistor, Resistor, Capacitor และสายไฟ	No.89716							1,499.53
5 บ ย 60	Lead Battery Module with charger board	#85927							81,198.00
6 ก ย 60	Wireless DI Pro, Battery Charger, Transceiver	No.62896000							12015.00
30 ก ย 60	การ์ดรีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์	REC-1711-16							3,400.00
2 ก ย 60	การ์ดรีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์	การ์ดรีเลย์, รีเลย์							45,597.00
8 ก ย 60	Module WIFI, Module รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์, รีเลย์								590,385.75
รวมรหัสที่ 2									

รหัสตรวจใบแจ้งการ

วันที่

23 ก.ย. 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล.....

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)ATTASIT LASAKUL.....

ตำแหน่งทางวิชาการ.....รองศาสตราจารย์.....สัดส่วนการวิจัย.....100%

ภาควิชาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... คณะวิศวกรรมศาสตร์.....

โทรศัพท์ ...0840270185..... โทรสาร

E-mailklattasi@kmitl.ac.th.....

ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	ปี ค.ศ. ที่สำเร็จ	สถาบันการศึกษา	วิชาเอก	ชื่อปริญญา
ปริญญาตรี	1987	KMITL	อิเล็กทรอนิกส์	B.Ind.Tech
ปริญญาโท	1990	KMITL	ไฟฟ้า	M.Eng
ปริญญาเอก	2000	Tokai University	ไฟฟ้า	D.Eng

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

.....การออกแบบวงจรดิจิทัลและการใช้งาน, ระบบดิจิทัล อัตโนมัติ เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์.....

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2544	“เครื่องควบคุมสวิตช์แบบหลายช่องพร้อมกัน”	สกว.
2551	“อุปกรณ์เสริมคีย์บอร์ดสำหรับผู้พิการทางสายตา”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2552	“เครื่องวัดระยะไกลผ่านวิทยุสื่อสาร”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2553	“เครื่องติดตามยานพาหนะแสดงผลภาษาไทย”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2554	“เครื่องบันทึกการสอน”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2554	“เครื่องวัดสิ่งแวดล้อมระยะไกลผ่านวิทยุสื่อสาร”	วช.
2555	“เครื่องวัดสิ่งแวดล้อมระยะไกลอัจฉริยะ”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2556	“อุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำสำหรับระบบเตือนภัยน้ำท่วม”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2556	“ระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยแบบไร้สาย”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้