ระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม

นางสาวปิยะพร สายแสง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการพลังงาน

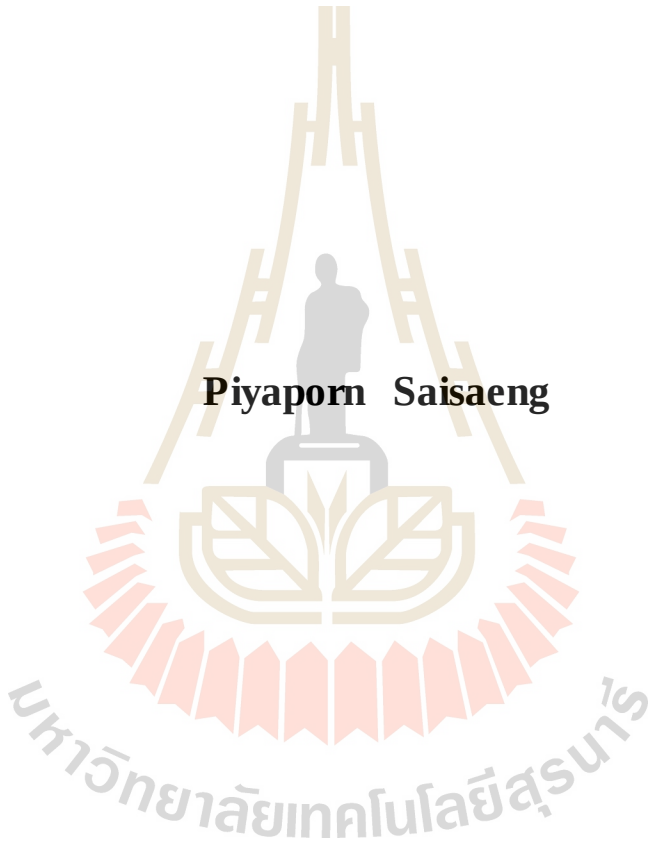
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2559

SMART SYSTEM FOR ENERGY CONTROL

IN A METTING ROOM

Piyaporn Saisaeng



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Degree of Master of Engineering in Energy Management Engineering

Suranaree University of Technology

Academic Year 2016

ระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อ. ดร.สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์)
ประธานกรรมการ

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(อ. ดร. โศรฎา แข็งการ)
กรรมการ

(อ. ดร.สุรเดช ตัญตรัยรัตน์)
กรรมการ

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปีจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปิยะพร สายแสง : ระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม (SMART SYSTEM FOR ENERGY CONTROL IN A MEETING ROOM) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์, 96 หน้า.

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานภายในห้องประชุม โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบนี้ผ่านทางอินเตอร์เน็ต เนื่องจากในปัจจุบันทั่วโลกนั้นมีปัญหาทางด้านภาวะโลกร้อนและวิกฤตการณ์เกี่ยวกับน้ำมัน จึงต้องมีการบริหารจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งการใช้ปริมาณพลังงานให้เหมาะสมกับช่วงเวลาเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยให้จัดสรรพลังงานที่มีอยู่นำมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากที่สุด จึงเป็นที่มาของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงาน ในงานวิจัยนี้จะทำการผนวกชุดอุปกรณ์โดยใช้ Raspberry pi ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตเพื่อควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในห้องประชุม ชุดอุปกรณ์นี้จะสามารถสั่งการให้เครื่องใช้ไฟฟ้า เปิด หรือ ปิดโดยอัตโนมัติ ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ที่อยู่ภายในห้องประชุม ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบเพื่อทำการจองห้องประชุมตามวันและเวลาที่ต้องการผ่านทางอินเตอร์เน็ต และหลังจากนั้นระบบอัจฉริยะจะควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดภายในห้องให้เป็นไปตามเงื่อนไขตามที่ผู้จัดทำได้ออกแบบไว้ งานวิจัยนี้สามารถช่วยเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งานและช่วยลดค่าไฟฟ้าได้อีกด้วย เพื่อให้สามารถเป็นแนวทางในการวางมาตรการด้านการควบคุมการใช้พลังงานในอนาคตอีกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนักศึกษา ปิยะพร สายแสง

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

PIYAPORN SAISAENG : SMART SYSTEM FOR ENERGY CONTROL IN A MEETING ROOM. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. FLT. LT. KONTORN CHAMNIPRASART, Ph.D., 96 PP.

SMART ENERGY MANAGEMENT SYSTEM/WEBAPPLICATION/AUTOMATE MEETING ROOM/RASPBERRY PI

This research presents a smart system for energy control in a meeting room that users can access the system via internet. Smart energy management systems are now global concern due to global warming and petroleum crisis. That needs to manage the energy efficiency. This research will combine the design control device by using Raspberry Pi which is connected to the internet to control the electrical equipment in the meeting room. The device will be controlled to turn electrical equipment on or off automatically. These include air conditioning, lighting, and television in the room. The users can access the system via internet to reserve the meeting room. The smart system then will control all electrical equipment to meet the energy efficiency criteria. This system will make the room user more comfortable and can reduce electricity cost. The prototype shows that this system is reliable and can be applied to the real world use.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Energy Management Engineering Student's Signature ปิยาพร สายแสง

Academic Year 2016 Advisor's Signature Kont Cham

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัย จากบุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ได้แก่

รองศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์ คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้โอกาสทางการศึกษา อบรม สั่งสอน ชี้แนะ ช่วยเหลือในการทำการศึกษาวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำปรึกษา ช่วยแก้ปัญหาและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

อาจารย์ วิชัย ศรีสุรักษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านวิชาการ และให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบุคคลอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือ ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าสำหรับวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง ทำให้ได้รับความรู้ ประสบการณ์ และทักษะต่าง ๆ ในการดำเนินงานวิจัยเพื่อประโยชน์ในการทำงานต่อไป

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอุปการะ อบรมเลี้ยงดู ตลอดจนส่งเสริมการศึกษา และให้กำลังใจเป็นอย่างดีเสมอมา ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ

ปิยะพร สายแสง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ช

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ปริทัศน์วรรณกรรม 3

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6

2.2.1 PHP 6

2.2.2 Raspberry Pi 8

2.2.3 เซนเซอร์ (Sensor) 19

2.2.4 รีเลย์ (Relay) 21

2.2.5 แอพพลิเคชั่น (Application) 25

3 แนวทางและวิธีการดำเนินงาน 27

3.1 การศึกษาข้อมูลและปัญหาการทำงานแบบเดิม 27

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 27

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 การออกแบบระบบ 28
3.3.1 ระบบจองห้องประชุมผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น 28
3.3.2 การออกแบบระบบอัจฉริยะ 31
3.3.3 การออกแบบกล่องควบคุม 31
3.3.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบ 33
3.4 การทดสอบระบบ 33
4 ผลการดำเนินงาน 35
4.1 การทดสอบระบบจองห้องประชุมออนไลน์ 35
4.2 การทดสอบระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงาน 37
4.3 การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังติดตั้งระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม 39
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 42
5.1 สรุปผลการทดลอง 42
5.2 ข้อเสนอแนะ 44
รายการอ้างอิง 45
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก วัสดุอุปกรณ์สำหรับวิทยานิพนธ์ 47
ภาคผนวก ข โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ 49
ภาคผนวก ค โปรแกรมเขียนเว็บไซต์ 53
ภาคผนวก ง ข้อมูลห้องประชุมภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 82
ภาคผนวก จ เอกสารทางเทคนิค 84
ภาคผนวก ฉ บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา 89
ประวัติผู้เขียน 96

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางคุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด Raspberry Pi 9

3.1 ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุม
การใช้พลังงานในห้องประชุม 33

4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบระบบอัจฉริยะควบคุม
การใช้พลังงานในห้องประชุม 37

4.2 ผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศก่อนและหลัง
การติดตั้งระบบอัจฉริยะ 39

5.1 ตารางแสดงค่าพลังงานของเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังการติดตั้งระบบ 44

ก.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์ 48

ง.1 จำนวนห้องประชุมในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 83

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ตัวอย่างการเขียนโค้ดในรูปแบบภาษา SGML 7
2.2 ตัวอย่างการเขียนโค้ดเพื่อใช้ร่วมกับภาษา XHTML หรือ XML 7
2.3 ตัวอย่างการเขียนโค้ดในรูปแบบ JavaScript 8
2.4 ตัวอย่างการเขียนโค้ดในรูปแบบ ASP 8
2.5 ตัวอย่างโครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi 10
2.6 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B) 10
2.7 ความแตกต่างของพอร์ต GPIO ในโมเดล A และ B (Revision 1) กับโมเดล B (Revision 2) 11
2.8 สายที่เชื่อมต่อใน Raspberry Pi 11
2.9 LED แสดงสถานะของบอร์ด 12
2.10 พอร์ต CSI สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้อง 12
2.11 พอร์ต HDMI และตัวแปลง HDMI to VGA 13
2.12 SD Card ของ SanDisk 13
2.13 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม SD Formatter Version 4.0 14
2.14 ตัวอย่างโปรแกรม Win32 Disk Imager 15
2.15 ขั้นตอนการ Browse ไฟล์ Image ระบบปฏิบัติการ Raspbain 15
2.16 SD Card เสียบที่บอร์ด Raspberry Pi 16
2.17 บอร์ด Raspberry Pi เริ่ม Boot ระบบ 16
2.18 เมนูในระบบปฏิบัติการเพื่อตั้งค่าระบบ และ Reboot ระบบใหม่ 17
2.19 หน้า Desktop หลังจากระบบ Reboot ใหม่เสร็จเรียบร้อยของ Raspbian 17
2.20 สัญลักษณ์ Wifi Config 18
2.21 โมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหว 20

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.22 จุดเชื่อมต่อการใช้งานของ PIR sensor 20
2.23 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น 21
2.24 แสดงจุดต่อใช้งานมาตรฐาน 22
2.25 โมดูลรีเลย์ 4 ช่อง 23
2.26 Coil Power Relay 8 Pin 24
2.27 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ 24
2.28 แบบจำลอง Web Application 26
3.1 แผนผังการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม 28
3.2 แผนภาพกระแสข้อมูลของระบบอัจฉริยะควบคุม
การใช้พลังงานในห้องประชุม 29
3.3 ตัวอย่างโค้ดที่ใช้ในการออกแบบระบบจองห้องประชุมออนไลน์ 30
3.4 ตัวอย่างหน้าจอในการจองห้องประชุมออนไลน์ 30
3.5 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงาน 31
3.6 แผนผังการต่อวงจรภายในกล่องควบคุม 32
3.7 แผนภาพการทำงานทั้งหมดของระบบอัจฉริยะ 32
4.1 หน้าจอล็อคอินเพื่อเข้าสู่ระบบ 35
4.2 แสดงหน้าจอในการจองห้องประชุม 36
4.3 แสดงหน้าจอหลังจากจองห้องประชุม 36
4.4 แสดงหน้าจอการยกเลิกห้องประชุม 37
4.5 กราฟแสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ
ก่อนติดตั้งระบบอัจฉริยะ 41
4.6 กราฟแสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ
หลังติดตั้งระบบอัจฉริยะ 41

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

จ.1 ส่วนประกอบ Raspberry Pi 3 Model B 85

จ.2 AM2303 Temperature-Humidity Sensor 85

จ.3 Motion Sensor 86

จ.4 4 Channel Relay Module 87

จ.5 Magnetic Contactors S-T10 Coil 220V 87

จ.6 Relay Coil 220V 8 Pin 88

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันโลกของเรามีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านเทคโนโลยี อุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ รวมถึงคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และสิ่งที่ก่อให้เกิดการพัฒนาขึ้นนั้นก็คือความต้องการของมนุษย์ที่ต้องการเพิ่มความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต และในชีวิตประจำวันเราสามารถนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการอำนวยความสะดวกสบายได้มากยิ่งขึ้น เช่น อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน หรือสำนักงานที่ถูกควบคุมการเปิด-ปิดจากผู้ใช้งาน เช่น การเปิด-ปิดไฟ การเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ การเปิด-ปิดพัดลม เป็นต้น ซึ่งภายในสำนักงานก็จะมีห้องทำงานมากมายรวมไปถึงห้องประชุมภายในสำนักงานด้วย ในการใช้งานของห้องประชุมนั้นโดยทั่วไปผู้ใช้งานสามารถจองห้องประชุมผ่านบุคคลที่เป็นผู้รับผิดชอบในการดูแลห้องประชุม เพื่อขออนุญาตใช้ห้องประชุมตามวันและเวลาที่ต้องการ หรือบางครั้งอาจเกิดความผิดพลาดในการขอจองใช้ห้องประชุม ซึ่งทำให้ผู้ที่ต้องการใช้ห้องประชุมอาจจองในช่วงวันและเวลาเดียวกันได้ รวมถึงการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องประชุม เช่น เครื่องปรับอากาศ ไฟ หรือ ทีวี ที่ผู้ใช้งานจำเป็นต้องรับผิดชอบในการเปิด และปิดอุปกรณ์เหล่านั้นด้วยตนเอง ซึ่งบางครั้งอาจเกิดการลืมปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลังจากใช้งานเสร็จสิ้นแล้ว เป็นสาเหตุทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน หรืออาจเกิดความเสียหายขึ้นได้ เช่น การเกิดอัคคีภัย เป็นต้น

ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการทำวิจัย ระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม เข้ามาช่วยในการบริการผู้ที่ต้องการใช้ห้องประชุม โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบได้ว่าห้องประชุมที่ต้องการจองนั้นว่างผ่านเว็บแอพพลิเคชัน (Web Application) ได้ล่วงหน้า จากนั้นผู้ใช้งานสามารถทำการจองห้องประชุมผ่านเว็บแอพพลิเคชันได้ทันที และสามารถยืนยันตัวตนได้โดยการใช้ระบบสมัครสมาชิก (Register) โดยไม่ต้องเสียเวลาในการเดินทางมาสอบถามกับผู้รับผิดชอบในการจองห้องประชุมเพื่อตรวจสอบห้องประชุมว่าง และได้ทำการผนวกชุดอุปกรณ์ภายในห้องประชุมที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตเข้ากับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ ไฟ และโทรทัศน์ โดยมีระบบอัจฉริยะที่ควบคุมการเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องภายในห้องประชุม ซึ่งจะเป็นระบบที่สามารถเปิด-ปิดได้เองโดยอัตโนมัติ ซึ่งทำให้เราสามารถประหยัดพลังงาน ลดค่าใช้จ่าย และสามารถเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งานอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อออกแบบระบบการจองห้องประชุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
2. เพื่อสร้างระบบควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องประชุม
3. เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งานห้องประชุม
4. เพื่อนำนวัตกรรมนี้ไปใช้งานจริงในห้องประชุมของสำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในห้องประชุมของสำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
2. ออกแบบเว็บแอพพลิเคชั่นที่ผู้ใช้งานสามารถจองห้องประชุมได้เอง
3. ควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องประชุมโดยผ่านราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นำระบบที่ได้จากการวิจัยไปใช้ในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าให้สะดวกต่อผู้ใช้งานมากขึ้น
3. สามารถตรวจสอบสถานะและจองห้องประชุมผ่านเว็บแอพพลิเคชันได้
4. สามารถประหยัดพลังงาน และลดค่าใช้จ่าย

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปริทัศน์วรรณกรรม

2.1.1 งานวิจัยเรื่องระบบบริหารจัดการจองห้องออนไลน์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น นำเสนอโดย ปิติ โง้วธนสุวรรณ, กานดา รุณนะพงศา สายแก้ว, กรชวัล ชายผา, สราภัส คนล้ำ และอนัตต์ เจ่าสกุล ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2556) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้ประโยชน์จากอินเทอร์เน็ตที่สามารถใช้งานได้ในทุกที่ทุกเวลา นำมาพัฒนาระบบบริหารในการจองห้องผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน และโมบายแอปพลิเคชัน โดยระบบนี้ได้ใช้เทคโนโลยีต่างๆ ได้แก่ 1) เอแจ็กซ์ (AJAX) ซึ่งทำหน้าที่ในการแปลงส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน และติดต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ 2) ระบบแอนดรอยด์ (Android) ทำหน้าที่รวมระบบปฏิบัติการมิดเดิลแวร์และแอปพลิเคชันที่สำคัญไว้ด้วยกัน เพื่อนำมาใช้กับโทรศัพท์มือถือ 3) เอกซ์เอ็มแอล (XML) ทำหน้าที่จัดการข้อมูลหรือเรียกใช้ข้อมูลมาแสดงผล และ 4) เว็บเซอร์วิส (Web Service) เป็นแอปพลิเคชันที่ให้บริการข้อมูลกับอุปกรณ์โมบายในการใช้บริการห้องไปแสดงผลให้กับผู้ใช้เพื่อความสะดวกในการค้นหาห้องว่าง ในงานวิจัยนี้เป็นการจองการใช้ห้องภายในศูนย์คอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้แก่ การจองห้องประชุมเพื่อการเรียนการสอน ประชุม สัมมนา หรืออบรม โดยที่ระบบนี้จะอำนวยความสะดวกสบายให้กับผู้ที่ต้องการใช้ห้องด้วยการให้ผู้ใช้งานสามารถจองห้องและค้นหาดูห้องว่างผ่านระบบได้เลย และยังอำนวยความสะดวกให้กับผู้จัดการห้องที่ดูแลเปิดปิดห้องเพื่อให้บริการกับผู้ใช้งาน

2.1.2 งานวิจัยเรื่องระบบควบคุมแสงสว่างผ่านอินเตอร์เน็ต (LIGHTING CONTROL SYSTEM VIA INTERNET) นำเสนอโดยสุริยา คูณเลสา และภูวนัย ไชยสิงห์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (2555) ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ประโยชน์จากอินเตอร์เน็ตมาประยุกต์ในการควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ โดยใช้เครื่องแม่ข่าย (Server) มาบริหารจัดการควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟผ่านอินเตอร์เน็ต โดยจะทำการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องแม่ข่าย (Server) จะมีหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลในการใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟแต่ละดวง และส่วนควบคุมรอง (Slave) จะมีหน้าที่รับคำสั่งในการเปิด-ปิดหลอดไฟ และสามารถสั่งเปิด-ปิดหลอดไฟแต่ละหลอดได้ โดยสามารถควบคุมหลอดไฟได้สูงสุดถึง 8 ดวง และมีการเช็คสถานะการทำงานของหลอดไฟ และส่งผลสถานะการทำงานของหลอดไฟไปยังเครื่องแม่ข่าย (Server) โดยการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องควบคุมรอง ด้วย Module X bee

เมื่อทดสอบแล้วจะช่วยลดการใช้ทรัพยากรไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น สามารถควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และง่ายต่อการควบคุม

2.1.3 งานวิจัยเรื่องระบบการจัดการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านอินเตอร์เน็ต (THE MANAGEMENT SYSTEM OF ELECTRIC APPLIANCES VIA INTERNET) นำเสนอโดยชาริณี ชาญดนตรีกิจ และณัฐการ สืบบุก ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2553) ได้นำอินเตอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ในการควบคุม ซึ่งจะมีการทำงานอยู่ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศผ่านหน้าเว็บเพจ สามารถเปิด-ปิด และควบคุมความแรงของพัดลมได้ ผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ และสามารถบันทึกวันที่ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศได้อีกด้วย 2) ระบบควบคุมแสงสว่างผ่านหน้าเว็บเพจ เป็นระบบที่ควบคุมอุปกรณ์ที่ให้แสงสว่างภายในบ้าน โดยสามารถเปิด-ปิด หลอดไฟผ่านหน้าเว็บเพจได้ และ 3) ระบบรักษาความปลอดภัย จะมีระบบ Login เพื่อให้ผู้ใช้งานที่เป็นสมาชิกใส่ USER NAME และ PASSWORD ซึ่งจะสามารถควบคุมเครื่องปรับอากาศและระบบควบคุมแสงสว่างผ่านอินเตอร์เน็ตได้ โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ Net burner MOD 5270 เพื่อควบคุมระบบทั้งหมด และเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้า

2.1.4 งานวิจัยเรื่องระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบไร้สาย (WIRELESS CONTROL SYSTEM) นำเสนอโดยภูริทัต รอนใหม่และวินิจ ขันโพธิ์ สาขาวิศวกรรมอิเล็กโทรนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (2555) ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการนำเทคโนโลยีซอฟแวร์มาประยุกต์ใช้ในการเปิด-ปิดหลอดไฟ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยจะสั่งงานผ่านคลื่นความถี่ย่านสูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) โดยที่คอมพิวเตอร์จะกำหนดรหัสเพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยจะส่งรหัสสัญญาณทางพอร์ตอนุกรม RS-232 ไปยังชุดโมดูล Wireless ET-RF24G V2.0 ซึ่งเป็นชุด Single Converter เพื่อใช้ในการแปลงสัญญาณระหว่าง RS-232 กับ RF-Wireless ในการทำงานของ Transmitter จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม RS-232 จาก RX แล้วแปลงสัญญาณความถี่ส่งออกไป ส่วนการรับจะใช้ชุดโมดูล Wireless ET-RF24G V2.0 ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับการส่ง เนื่องจากสามารถทำงานได้ 2 โหมด ได้แก่ โหมดแบบรับ และโหมดแบบส่ง ส่วน Wireless ET-RF24G V2.0 จะทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับข้อมูลที่มีสัญญาณความถี่ จากด้าน RF แปลงสัญญาณกลับเป็น RS-232 และส่งไปยังขา TX และส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นตัวควบคุมการทำงานของรีเลย์ เพื่อจะสั่งให้เปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยจะแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัว รวมถึงยังสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนได้

2.1.5 งานวิจัยเรื่องระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีเว็บ (HOME APPLIANCE CONTROLLER SYSTEM VIA WEB - TECHNOLOGY) นำเสนอโดยธนวินท์ ทิพย์ธาราไลย สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (2553) งานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบควมคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยนำเทคโนโลยีวงจรไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ มาผสมผสานกับเทคโนโลยีทางด้านเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บบราวเซอร์ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยสร้างบอร์ดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งจะมีชุดสวิตซ์ควบคุมไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ในการสั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า และชุดควบคุมการเปิด-ปิดประตู หน้าต่าง และผ้าม่าน โดยทำหน้าที่ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และ 2) ชุดรักษาความปลอดภัย ซึ่งจะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับติดกับประตู หน้าต่าง และมีเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว และตัวจับอุณหภูมิความร้อนของอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ หากมีการตรวจพบความผิดปกติ ระบบจะเปิดสัญญาณไซเรน ซึ่งระบบที่สร้างขึ้นสามารถติดต่อใช้งานผ่านเว็บบราวเซอร์ สามารถใช้งานจากระยะไกล และมี Interface Module ที่ใช้งานได้ทั้งแบบ Stand Alone หรือแบบถูกควบคุมจากโปรแกรมและระบบนี้สามารถดูจำนวนชั่วโมงในการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้า รวมถึงหากตรวจพบความผิดปกติจากเซ็นเซอร์ต่างๆ จะสามารถดูประวัติความผิดปกติของเซ็นเซอร์ใบบริเวณนั้นย้อนหลังได้

2.1.6 งานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้โพรโทคอลแคนบัสกับการควบคุมตู้ล็อกเกอร์ (Application of CAN Bus in Locker Control System) นำเสนอโดยธวัชชัย สารวงษ์, รุจน์ วังรุ่งอรุณ, ศิริภรณ์ อิ่มพร ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ (2558) งานวิจัยนี้ได้ออกแบบการจองตู้ล็อกเกอร์ผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ทันที และสามารถยืนยันตัวตนได้โดยการใช้ป้ายอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification : RFID) ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการยืนยันตัวตนแทนการใส่รหัสหรือใช้กุญแจแบบปกติ เทคโนโลยีที่ใช้ในระบบ ได้แก่ 1) แคนบัส 2) เว็บเซอร์วิส (Web Service) 3) ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) 4) อาปาเช่ คอร์โดวา (Apache Cordova) และ 5) โนดเจเอส (Node.js) โดยออกแบบให้ระบบควบคุมตู้ล็อกเกอร์ประกอบด้วยหน่วยควบคุมล็อกเกอร์ที่พัฒนาโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ หน่วยอ่านป้ายอาร์เอฟไอดีเพื่อพิสูจน์ตัวตนในการใช้งาน แล้วทำการส่งข้อมูลบนแคนบัส ให้อุปกรณ์ควบคุมตรวจสอบการเข้าใช้บริการที่ทำงานบนบอร์ดราสเบอร์รี่พาย ซึ่งทำหน้าที่ให้บริการเว็บเซอร์วิสและสื่อสารกับหน่วยควบคุมล็อกเกอร์และแอปพลิชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และไอโอเอส ซึ่งระบบนี้ช่วยแก้ปัญหาในการลืมรหัสผ่านและหมายเลขตู้ล็อกเกอร์ของผู้ใช้ และเพิ่มความสะดวกในการบริหารจัดการของเจ้าหน้าที่โดยผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

2.1.7 งานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบการอ่านมิเตอร์โดยอัตโนมัติผ่านคลื่นวิทยุย่านความถี่ 2.4 GHz ตามมาตรฐาน Zigbee/IEEE 802.15.4 นำเสนอโดยกัมปนาท สุวรรนาวุธ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2552) งานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ส่วนแรกคือ มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าทำหน้าที่วัดพลังงานไฟฟ้า โดยใช้มอดูลแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตัลที่มีความละเอียด 12 บิต มีอัตราการชักสัญญาณ 2 ksps และส่วนที่สองคือ การอ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในระบบเครือข่าย โดยส่งข้อมูลที่วัดได้ผ่านคลื่นสัญญาณวิทยุตามมาตรฐาน Zigbee/IEEE 802.15.4 ในย่านความถี่ 2.4 GHz ที่ใช้มอดูล MRF24J40MB ทั้งสองส่วนนี้อาศัยชิป dsPIC33FJ256GP506 ในการประมวลผลพร้อมกับอ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างมิเตอร์กับตัวอ่าน ซึ่งหากระยะห่างระหว่างมิเตอร์กับตัวอ่านเกินรัศมีการสื่อสารกันโดยตรง ข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งไปยังมิเตอร์ตัวอื่นๆ วิธีการส่งสัญญาณนี้ทำให้ครอบคลุมพื้นที่ได้กว้าง และค่าพลังงานไฟฟ้าที่อ่านได้จะถูกส่งไปแสดงผลบนโปรแกรมประสานกราฟิกผู้ใช้ (Graphic User Interface: GUI) และบันทึกลงบนฐานข้อมูลที่ใช้โปรแกรม MySQL บนคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 PHP

PHP ย่อมาจาก PHP: Hypertext Preprocessor เป็นภาษาสำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรมบนเว็บไซต์ สามารถเขียนได้หลากหลายโปรแกรมเช่นเดียวกับภาษาทั่วไป ซึ่งจะแตกต่างกับ HTML โดยที่ HTML เป็นภาษาที่ใช้ในการจัดรูปแบบของเว็บไซต์ จัดตำแหน่งรูป จัดรูปแบบตัวอักษร หรือใส่สีสันให้กับเว็บไซต์ แต่ PHP นั้นเป็นส่วนที่ใช้ในการคำนวณ ประมวลผล เก็บค่าและทำตามคำสั่งต่างๆ เช่น รับค่าจากแบบ form ที่ทำ รับค่าจากช่องคำตอบของเว็บบอร์ด และเก็บไว้เพื่อนำมาแสดงผลต่อไป แม้แต่กระทั่งใช้ในการเขียน CMS ยอดนิยมเช่น Drupal, Joomla นั่นหมายถึงเว็บไซต์จะโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ ต้องมีภาษา PHP ส่วน HTML หรือ JavaScript ใช้เป็นเพียงแค่ตัวควบคุมการแสดงผลเท่านั้น

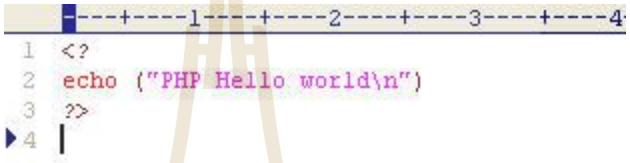
2.2.1.1 หลักการเขียน PHP

PHP นั้นจำเป็นจะต้องมีการประมวลผล ดังนั้นในการใช้งานจะต้องมี Web Server เพื่อให้ตัว PHP สามารถทำงานได้ โดยจำเป็นต้องลงโปรแกรมให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่นั้นทำงานเหมือนกับ Web Server ก่อน ซึ่งโปรแกรมนั้นชื่อว่า Apache หลังจากการทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นเหมือนกับ Web Server แล้วจะเก็บข้อมูลเว็บไซต์ เช่น คำตอบของเว็บบอร์ด จำเป็นต้องมีโปรแกรมฐานข้อมูลอีกตัวเข้ามาช่วย ซึ่งโปรแกรมที่เข้ามาช่วย คือ MySQL

2.2.1.2 รูปแบบการเขียน PHP

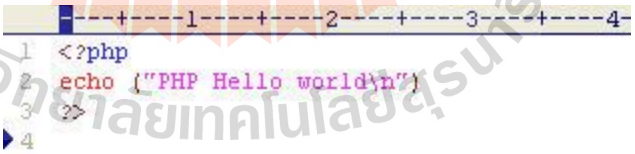
การเขียนโค้ดสามารถเขียนได้จากโปรแกรม Editor ทั่วไป เช่น Notepad หรือ Edit plus และรูปแบบการเขียน PHP เขียนได้ 4 แบบ ดังตัวอย่าง ที่นิยมคือแบบที่ 1 และ 2 แบบที่ 3 ใช้งานคล้ายกับ Java script ส่วนแบบที่ 4 ตัว tag <% จะเหมือนกับ ASP โดยเมื่อรันจะได้ผลลัพธ์เหมือนกัน และสามารถแทรกลงในส่วนของภาษา HTML ส่วนใดก็ได้

1) การเขียนโค้ดในรูปแบบภาษา SGML เปิดด้วยแท็ก <? และ ปิดด้วย ?> ภายใต้แท็ก <?...?> นั้นจะเป็น PHP ทั้งหมด จะมีรูปแบบดังนี้



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการเขียนโค้ดในรูปแบบภาษา SGML

2) การเขียนโค้ดเพื่อใช้ร่วมกับภาษา XHTML หรือ XML (แต่สามารถใช้ใน HTML แบบปกติได้) เปิดด้วยแท็ก <?php และ ปิดด้วย ?> ภายใต้แท็ก <?...?> นั้นจะเป็น PHP ทั้งหมด จะมีรูปแบบดังนี้



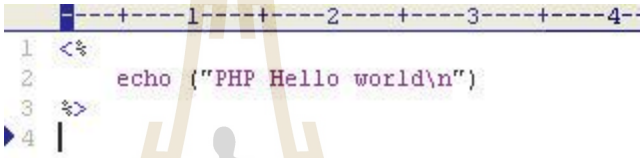
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการเขียนโค้ดเพื่อใช้ร่วมกับภาษา XHTML หรือ XML

3) การเขียนโค้ดในรูปแบบ JavaScript เปิดด้วยแท็ก <script language=”php”> และ ปิดด้วย </script> ภายใต้สคริปต์นั้นจะเป็น PHP ทั้งหมด จะมีรูปแบบดังนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการเขียนโค้ดในรูปแบบ JavaScript

4) การเขียนโค้ดในรูปแบบ ASP เปิดด้วยแท็ก <% และ ปิดด้วย %> ภายใต้สคริปต์นั้นจะเป็น PHP ทั้งหมด จะมีรูปแบบดังนี้



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการเขียนโค้ดในรูปแบบ ASP

สำหรับรูปแบบที่ 4 จะใช้ได้กับ PHP 3.0.4 ขึ้นไป และจะต้องไปแก้ไฟล์ php.ini ในโฟลเดอร์ C:\WINDOWS ก่อน โดยให้ asp_tags มีค่าเป็น On

การเขียนสคริปต์ PHP ในรูปแบบใดก็ตามจะต้องมีเครื่องหมาย semicolon (;) ลงท้ายคำสั่งเสมอเหมือนกับการเขียนภาษา C กับภาษา Perl และคำสั่งหรือฟังก์ชั่นในภาษา PHP จะเขียนด้วยตัวพิมพ์เล็กหรือพิมพ์ใหญ่ก็ได้ (case-insensitive) การจบ statement หรือสิ้นสุด script จะปิดท้ายสคริปต์ด้วยแท็ก (?>) และคำสั่งสุดท้ายในสคริปต์นั้นจะลงท้ายด้วย semicolon (;) หรือไม่ก็ได้ เพราะจะถูกปิดด้วยแท็ก (?>) อยู่แล้ว

2.2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi คือ บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็กได้ ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน Spreadsheet Word Processing ท่องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมลล์ หรือเล่นเกม อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วีดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) ได้อีกด้วย

บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD

Card บอร์ด Raspberry Pi นี้ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้อีกด้วย

2.2.2.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด

บอร์ด Raspberry Pi ปัจจุบันมีด้วยกัน 2 โมเดล คือ โมเดล A และ โมเดล B ซึ่งทั้ง 2 โมเดลมีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเพียงบางส่วน รายละเอียดดังนี้

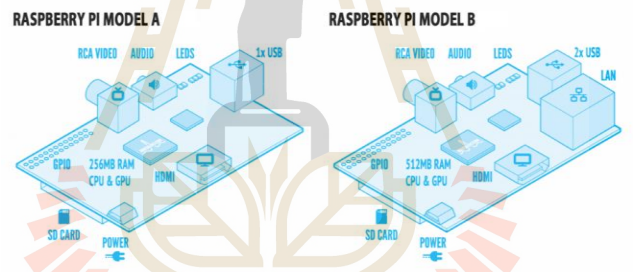
ตารางที่ 2.1 ตารางคุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด Raspberry Pi

	โมเดล A	โมเดล B (Revision 2)
System on a chip (SoC)	Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, SDRAMandSingle USB Port)	
CPU	700MHz ARM1176JZF-S core (ARM11 family, ARMv6 instruction set)	
GPU	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz OpenGL ES 2.0 (24 GFLOPS) MPEG-2 and VC-1, 1080p 30 h.264/MPEG-4 AVC high-profile decoder andencoder	
Memory (SDRAM)	256 MB (Shared with GPU)	512 MB (Shared with GPU)
USB 2.0 Ports	1(direct form BCM2835)	2 (via the build in integrated 3-port USB hub)
Video Input	A CSI input connector allows for the connection of RPF designed camera module (ออกแบบมาให้เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi Camera Module โดยเฉพาะ)	
Video Outputs	Composite RCA (PAL and NTSC), HDMI (rev 1.3 & 1.4), raw LCD Panels via DSI 14 HDMI resolutions from 640x350 to 1920x1200 plus various PAL and NTSC standards. (มีทั้งสองแบบ คือ แบบ RCA และแบบ HDMI)	
Audio Outputs	3.5 mm jack, HDMI, and as of revision 2 boards, I^2S audio (also potentially for audio input)	
Onboard storage	SD/ MMC/ SDIO card slot (3.3V card power support only)	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

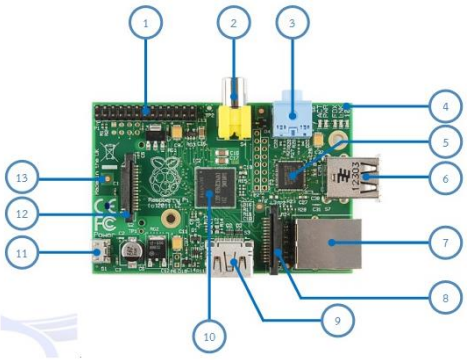
ตารางที่ 2.1 ตารางคุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด Raspberry Pi (ต่อ)

Onboard network	None	10/100 Ethernet (8P8C) USB adapter on the third port of the USB hub
Low-level peripheralsLow-level peripherals	8 x GPIO, UART, I^2C Bus, SPI Bus with two chip selects, I^2S audio +3.3V, +5V, Ground	
Power ratings	300 mA (1.5 W)	700 mA (3.5 W)
Power source	5 Volt via Micro USB or GPIO header	
Size	85.60 mm x 53. Mm (3.370 inch x 2.125 inch)	
Weight	45 g. (1.6 oz.)	



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างโครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi

2.2.2.2 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B)



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B)

1) พอร์ต GPIO ซึ่งในโมเดล A และ B (Revision 1) ทุก Pin จะเหมือนกัน แต่โมเดล B (Revision 2) จะแตกต่างกัน รายละเอียดดังรูป

Raspberry Pi Model A & B (Revision 1)

3.3V	1	2	5V
I2C0 SDA	3	4	DNC
I2C0 SCL	5	6	GROUND
GPIO4	7	8	UART TXD
DNC	9	10	UART RXD
GPIO 17	11	12	GPIO 18
GPIO 21	13	14	DNC
GPIO 22	15	16	GPIO 23
DNC	17	18	GPIO 24
SP10 MOSI	19	20	DNC
SP10 MISO	21	22	GPIO 25
SP10 SCLK	23	24	SP10 CE0 N
DNC	25	26	SP10 CE1 N

Raspberry Pi Model B (Revision 2)

3.3V	1	2	5V
I2C1 SDA	3	4	5V
I2C1 SCL	5	6	GROUND
GPIO4	7	8	UART TXD
GROUND		10	UART RXD
GPIO 17	11	12	GPIO 18
GPIO 27	13	14	GROUND
GPIO 22	15	16	GPIO 23
3.3V	17	18	GPIO 24
SP10 MOSI	19	20	GROUND
SP10 MISO	21	22	GPIO 25
SP10 SCLK	23	24	SP10 CE0 N
GROUND	25	26	SP10 CE1 N

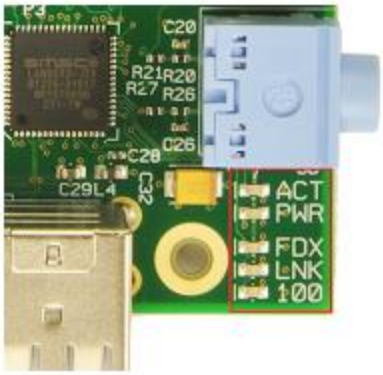
รูปที่ 2.7 ความแตกต่างของพอร์ต GPIO ในโมเดล A และ B (Revision 1) กับโมเดล B (Revision 2)

2) พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA ตัวอย่างของสายที่เชื่อมต่อแสดงดังรูป

รูปที่ 2.8 สายที่เชื่อมต่อใน Raspberry Pi

3) จุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงขนาด 3.5 มิลลิเมตร

4) LED แสดงสถานะของบอร์ด อยู่ภายในบริเวณกรอบสีแดง ดังภาพ



รูปที่ 2.9 LED แสดงสถานะของบอร์ด

- ACT คือ ไฟสถานะ SD Card Access (สีเขียว)
- PWR คือ ไฟสถานะ 3.3V Power (สีแดง)
- FDX คือ ไฟสถานะ Full Duplex LAN Model B (สีเขียว)
- LNK คือ ไฟสถานะ Link/Activity LAN Model B (สีเขียว)
- 100 คือ ไฟสถานะ 10/100 Mbps LAN Model B (สีเหลือง)

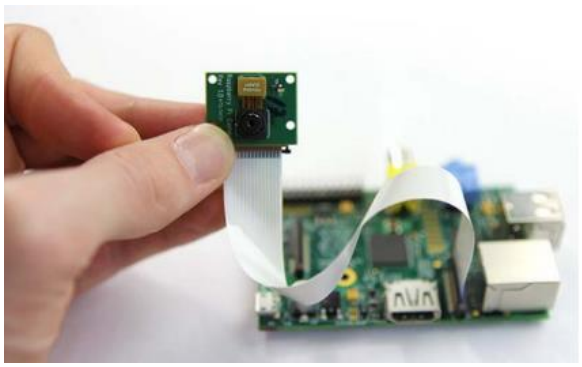
5) ชิปควบคุม LAN (LAN Controller)

6) พอร์ต USB 2.0 จำนวน 2 พอร์ต

7) พอร์ต RJ-45 Ethernet LAN 10/100Mbps

8) พอร์ต CSI (Camera Serial Interface) สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้อง

ดังภาพ แสดงตัวอย่างโมดูลกล้อง



รูปที่ 2.10 พอร์ต CSI สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้อง

9) พอร์ต HDMI สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง ตัวอย่างสาย HDMI และตัวแปลง HDMI to VGA แสดงดังรูปด้านล่าง

รูปที่ 2.11 พอร์ต HDMI และตัวแปลง HDMI to VGA

10) ชิพ Broadcom BCM2835 ARM11 700MHz

11) พอร์ต Micro USB Power สำหรับเป็นไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Raspberry Pi

12) พอร์ต DSI (Display Serial Interface) ใช้สำหรับต่อจอแสดงผล เช่น จอแสดงผลแบบ TFT Touch Screen เป็นต้น

13) ช่องเสียบ SD Card อยู่บริเวณด้านล่างของบอร์ด

2.2.2.3 การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ให้กับ Raspberry Pi

เริ่มต้นการติดตั้งระบบปฏิบัติการ

ก่อนเริ่มต้นการใช้งานบอร์ด Raspberry Pi จำเป็นที่จะต้องติดตั้งระบบปฏิบัติการให้กับบอร์ดก่อนเนื่องจากบอร์ดไม่มีหน่วยความจำแบบแฟลชเมมโมรี่มาบนบอร์ดด้วย ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อมเพื่อให้สามารถใช้งานบอร์ดได้ ซึ่งมีรายละเอียดอุปกรณ์ดังนี้

1) บอร์ด Raspberry Pi

2) SD Card สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux ต้องมีความจุมากกว่า 2GB ขึ้นไป หรือจะใช้ขนาด 8GB ควรเลือกใช้การ์ดที่มีความเร็วสูงอย่าง Class 10 เพื่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยรวม

รูปที่ 2.12 SD Card ของ SanDisk

3) เมาส์และคีย์บอร์ดแบบ USB

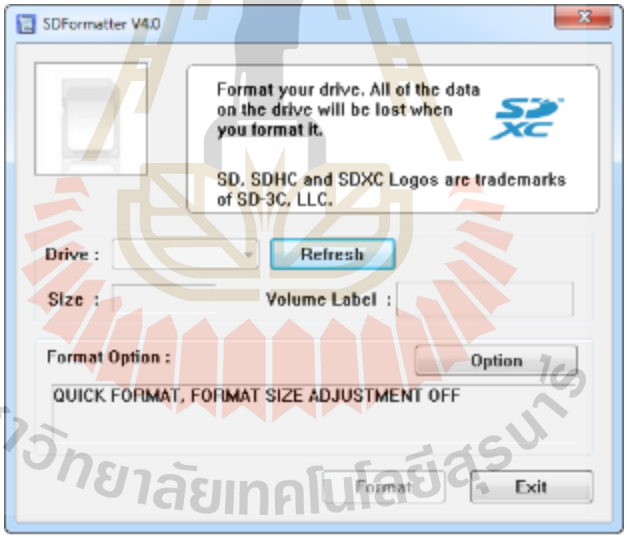
4) สาย Micro USB เพื่อจ่ายไฟเลี้ยงวงจร สามารถเลือกใช้แหล่งจ่ายไฟจากพอร์ต USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

5) สาย HDMI เพื่อเชื่อมต่อกับจอแสดงผล หากเลือกใช้จอ Monitor ที่ไม่มีพอร์ต HDMI รองรับต้องใช้ตัวแปลง HDMI to VGA ด้วย หรือเชื่อมต่อสายวีดีโอ RCA ก็ได้เช่นเดียวกัน (เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง)

เตรียม Software สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux

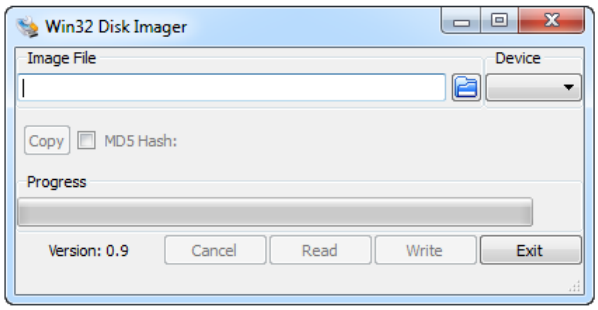
เตรียมซอฟต์แวร์ที่รองรับระบบปฏิบัติการ Windows 7 เป็นหลัก และต้องติดตั้งลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ดังนี้

1) โปรแกรม SD Formatter 4.0 ใช้สำหรับ Format Disk สามารถดาวน์โหลดได้จากลิงค์ https://www.sdcard.org/downloads/formatter_4/eula_windows/



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม SD Formatter Version 4.0

2) โปรแกรม Win32 Disk Imager ใช้สำหรับเขียนไฟล์ระบบปฏิบัติการที่เป็นไฟล์ Image (*.img) ลงบน SD Card



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างโปรแกรม Win32 Disk Imager

3) ระบบปฏิบัติการ Raspbian เป็นระบบปฏิบัติการ Debian Wheezy ที่ถูกปรับแต่งให้ใช้สำหรับบอร์ด Raspberry Pi โดยเฉพาะ เป็น Linux ที่ให้ใช้งานได้ฟรี สามารถดาวน์โหลดได้จากลิงค์ http://www.raspberrypi.org/downloads

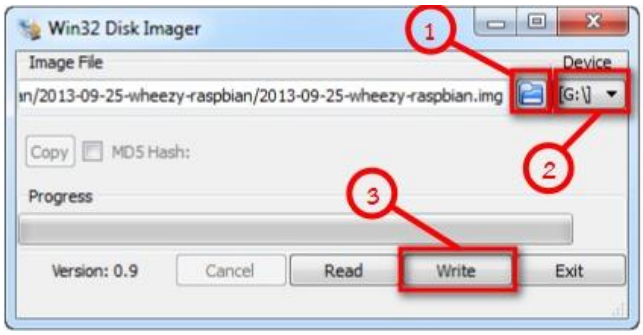
ขั้นตอนการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspbian ให้กับบอร์ด Raspberry Pi

1) หากมีข้อมูลอยู่ใน SD Card ให้ทำการ Format ด้วยโปรแกรม SD Formatter 4.0 หรือโปรแกรมอื่นๆ ถ้าหาก Format แล้วให้ข้ามขั้นตอนนี้ได้เลย

2) เมื่อดาวน์โหลดไฟล์ระบบปฏิบัติการ Raspbian มาแล้วจะได้เป็นไฟล์ Zip ให้แตกไฟล์จะได้เป็นไฟล์ Image (*img)

3) เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรม Win32 Disk Imager มาแล้วจะได้เป็นไฟล์ Zip ให้แตกไฟล์และรันโปรแกรม

4) ให้ Browse ไฟล์ Image ระบบปฏิบัติการ Raspbain (*img) และเลือก Device ให้ถูกต้อง แล้วคลิกปุ่ม Write แสดงดังรูป และจะปรากฏหน้าต่างยืนยัน ให้คลิกปุ่ม Yes



รูปที่ 2.15 ขั้นตอนการ Browse ไฟล์ Image ระบบปฏิบัติการ Raspbain

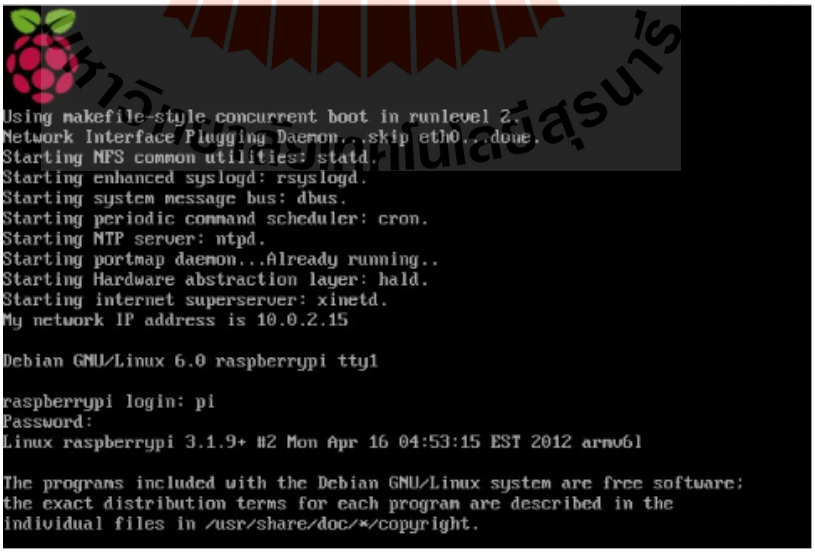
5) หากเชื่อมต่อบอร์ด Raspberry Pi กับจอคอมพิวเตอร์ผ่านอุปกรณ์แปลง HDMI-to-VGA ให้แก้ไขไฟล์ config.txt

6) จากนั้นถอด SD Card ออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วนำไปเสียบที่บอร์ด Raspberry Pi

รูปที่ 2.16 SD Card เสียบที่บอร์ด Raspberry Pi

7) หลังจากเสียบ SD Card เรียบร้อยแล้ว ให้เสียบเมาส์ คีย์บอร์ด สายต่อจอแสดงผล HDMI หรือ RCA สายไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Micro USB และอื่นๆ

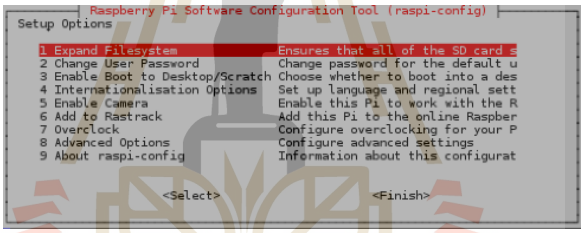
8) หลังจากนั้นบอร์ด Raspberry Pi ก็จะเริ่มทำงาน และเริ่ม Boot ระบบดังรูป



รูปที่ 2.17 บอร์ด Raspberry Pi เริ่ม Boot ระบบ

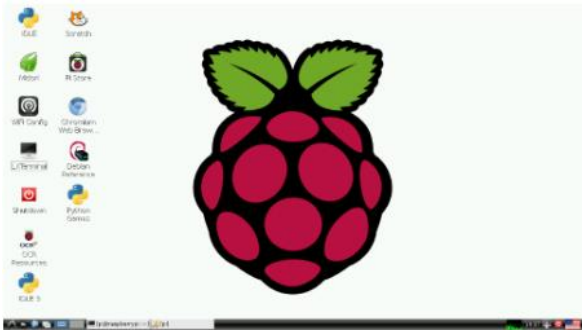
9) หลังจากระบบปฏิบัติการ Boot เสร็จเรียบร้อยจะปรากฏหน้าต่างแสดงดังรูป ให้เลือกเมนู

- ขยายพื้นที่บน SD Card ให้ใช้งานได้เต็มความจุ ให้เลือกเมนู 1 Expand Filesystem เลือกด้วยลูกศรขึ้นลงแล้วกด Enter
- กำหนดรูปแบบการใช้งานระบบปฏิบัติการให้ใช้งานในโหมด Graphic ให้เลือกเมนู 3 Enable Boot to Desktop/Scratch แล้วกดแป้นพิมพ์ Enter
- หากต้องการใช้งานโมดูลกล้อง (Raspberry Pi Camera Module) ต้องเปิดฟังก์ชันการใช้งานนี้ด้วย โดยเลือกเมนู 5 Enable Camera แล้วกด Enter แต่ถ้าหากไม่ต้องการใช้ให้ข้ามขั้นตอนนี้ไป
- สุดท้ายให้เลื่อนไปที่ Finish แล้วกด Enter เพื่อจบการตั้งค่าระบบและ Reboot ระบบใหม่



รูปที่ 2.18 เมนูในระบบปฏิบัติการเพื่อตั้งค่าระบบ และ Reboot ระบบใหม่

10) หลังจากที่ระบบ Reboot ใหม่เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะแสดงหน้า Desktop ของ Raspbian ดังรูป



รูปที่ 2.19 หน้า Desktop หลังจากระบบ Reboot ใหม่เสร็จเรียบร้อยของ Raspbian

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2.2.4 การเชื่อมต่อ Raspberry Pi เข้ากับระบบเครือข่าย

1) ต่อผ่านสาย LAN

หากจุดที่จะใช้งาน Raspberry Pi มีระบบเครือข่ายผ่านทางสาย LAN (หรือ Ethernet) อยู่แล้วก็สามารถเสียบสายเข้ากับพอร์ท LAN ของ Raspberry Pi แล้วใช้งานได้ทันที ระบบปฏิบัติการ Raspbian จะตั้งค่ามาตรฐานให้ Raspberry Pi กำหนดค่าที่จำเป็นต่างๆ เองอัตโนมัติ (เป็น DHCP Client)

2) ต่อผ่าน Wifi

ปัจจุบัน Wifi เป็นทางเลือกในการต่ออินเตอร์เน็ตที่ได้รับความนิยม แม้ตัว Raspberry Pi เองจะไม่มี Wifi มาให้ในตัว แต่ก็สามารถซื้ออุปกรณ์ Wifi แบบ USB เพิ่มเติมได้ในราคาที่ไม่แพง โดยเมื่อเสียบอุปกรณ์แล้ว ก็จะสามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายได้ผ่านทางโปรแกรม “Wifi Config” ซึ่งเรียกใช้งานได้ผ่านทาง Desktop

รูปที่ 2.20 สัญลักษณ์ Wifi Config

หลักการทำงานโดยรวมของ Wifi Config คือ โปรแกรมนี้จะอนุญาตให้เลือกเครือข่าย Wifi ที่จะเชื่อมต่อ รวมทั้งใส่รหัสผ่านสำหรับเครือข่ายที่ต้องใช้รหัส

3) การเชื่อมต่อผ่านคอมพิวเตอร์ Notebook

วิธีนี้ Raspberry Pi จะต่ออินเตอร์เน็ตผ่านทางสาย LAN ที่เชื่อมเข้ากับคอมพิวเตอร์ Notebook ที่ต่อ Wifi อยู่ กล่าวอีกอย่างหนึ่ง คือ Raspberry Pi จะขอเข้าถึงอินเตอร์เน็ตผ่านทาง Notebook นั่นเอง วิธีนี้เหมาะสำหรับกรณีที่ Raspberry Pi ไม่มีอุปกรณ์ Wifi หรือต่อ Wifi ไม่ติด แต่มี notebook ที่ต่อ Wifi อยู่

ข้อดีของ Raspberry Pi

- มีความเล็กกะทัดรัด เคลื่อนย้ายสะดวก
- ประหยัดพลังงาน
- ใช้ซอฟท์แวร์ที่เป็น open source ทั้งหมด
- เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วที่เหมาะกับการเริ่มต้นเขียนโปรแกรม
- สามารถทำเป็น Server เพื่อรองรับการร้องขอจากเครื่อง Client ได้

- มี GPIO สามารถสามารถเชื่อมต่อกันกับเซ็นเซอร์ต่างๆ หรือบอร์ดคอนโทรลอื่นๆ ได้อย่างอิสระ
- มีทั้ง หน้าจอ GUI และ Command Line (Terminal)
- สามารถ SSH (Secure Shell) เข้าไปสั่งงานได้โดยใช้ โปรแกรม Putty เป็นต้น
- ราคาประหยัดและสามารถหาอุปกรณ์เสริมอื่นๆ ได้ง่าย

ข้อจำกัดของ Raspberry Pi

- มีความเร็วค่อนข้างต่ำ (แต่ไม่ช้ามาก)
- รากฐานเป็น Linux OS ซึ่งอาจจะยากแก่ผู้ที่ไม่คุ้นเคย
- การ config บางอย่างจำเป็นต้องใช้คำสั่ง command line ซึ่งอาจจะยากแก่ผู้ที่ไม่คุ้นเคยเช่นกัน

2.2.3 เซนเซอร์ (Sensor)

เซนเซอร์ คือ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง และการสัมผัส ปัจจุบันมีการนำระบบเซนเซอร์มาใช้บนโทรศัพท์มือถือหลายรูปแบบ เช่น G-sensor ระบบตรวจจับความเคลื่อนไหว ระบบหมุนภาพอัตโนมัติ เซนเซอร์ปรับมุมมองหน้าจอ เซนเซอร์ตรวจวัดระดับเสียง เซนเซอร์ตรวจวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก เซนเซอร์ตรวจจับแสงสว่าง และ เซนเซอร์ระบบเปิด/ปิดหน้าจออัตโนมัติขณะสนทนาแนบหู เป็นต้น ซึ่งสามารถพบคุณสมบัติเหล่านี้ได้กับโทรศัพท์มือถือแบบ smartphone ทั้งในระบบ iOs และAndroid OS

2.2.3.1 เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Sensor)

เป็นอุปกรณ์ที่แปลงการตรวจจับความเคลื่อนไหวเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยทั่วไปเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวมี 3 ประเภทคือ

1) Passive infrared sensors (PIR) เป็นเซนเซอร์ที่รับความร้อนจากร่างกายเมื่อเคลื่อนที่ ไม่มีการปล่อยพลังงานออกมาจากเซนเซอร์

2) Ultrasonic เป็นเซนเซอร์ที่มีการปล่อยคลื่นอัลตร้าโซนิกออกมาและตรวจวัดการสะท้อนของคลื่นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่

3) Microwave เป็นเซนเซอร์ที่มีการปล่อยคลื่นไมโครเวฟออกมาและตรวจวัดการสะท้อนของคลื่นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่

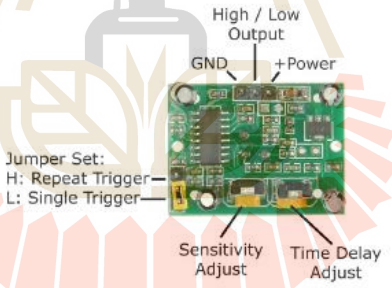
Passive infrared sensors (PIR sensor) เป็นอุปกรณ์ที่ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วยการตรวจวัดความร้อนในพื้นที่ที่ต้องการ ความร้อนวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงระดับรังสีอินฟราเรดที่ปล่อยออกมาจากวัตถุ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ จึงทำให้สามารถตรวจจับสัญญาณลอจิกที่เปลี่ยนแปลงที่ขาเอาต์พุตได้

รูปที่ 2.21 โมดูลตรวจจับความเคลื่อนไหว

โหมดสัญญาณเอาต์พุต สามารถเลือกใช้งานได้ 2 แบบ คือ

1) สัญลักษณ์ H (HIGH) หมายถึง เอาต์พุตเป็นลอจิก 0 เมื่ออยู่ในสภาวะปกติ และเอาต์พุตเป็นลอจิก 1 เมื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวได้

2) สัญลักษณ์ L (LOW) หมายถึง เอาต์พุตเป็นลอจิก 0 เมื่ออยู่ในสภาวะปกติ และเอาต์พุตเป็นลูกคลื่นลอจิก 1 สลับกับ 0 อย่างต่อเนื่อง (pulse) เมื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวได้



รูปที่ 2.22 จุดเชื่อมต่อการใช้งานของ PIR sensor

จุดเชื่อมต่อการใช้งานของ PIR sensor สำหรับใช้งานมีทั้งหมด 3 จุด

1) ขาไฟเลี้ยง (+) สำหรับต่อไฟเลี้ยงแรงดัน +3.3 ถึง +5 โวลต์

2) ขาเอาต์พุต (OUT) สำหรับต่อเข้ากับขาอินพุตของไมโครคอนโทรเลอร์

3) ขากราวน์ (-) สำหรับต่อกราวด์ 0 โวลต์

2.2.3.2 เซนเซอร์แบบอุณหภูมิ หรือ อาร์ทีดี

เป็นอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของลวดโลหะไปตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ลวดโลหะที่นำมาผลิตอาร์ทีดีมีหลายชนิด เช่น ทองแดง ทังสเตน นิเกิล แพรทินัม อาร์ทีดีแบบแพรทินัม 100 โอห์มเป็นที่นิยมสูงสุด เนื่องจาก

ความเป็นลิเนียร์ลิตี้ที่ดี จึงถูกกำหนดให้เป็นแบบมาตรฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไป อาร์ทีดีแบบแพรทินัม 100 โอห์ม จะเปลี่ยนค่าความต้านทาน โดยเฉลี่ย 0.385 โอห์มต่อ 1 องศาเซลเซียส การใช้งานปกติจะมีแหล่งจ่ายกระแสคงที่ 1 mA ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศา แรงดันจะเปลี่ยนไป 0.385 mV เหมาะสำหรับวัดค่าอุณหภูมิที่ต้องการความละเอียดสูงและอุณหภูมิต่ำจนถึงติดลบ

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

เป็นเซนเซอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส และองศาฟาเรนไฮ และยังสามารถวัดความชื้นได้อีกด้วย มีไลบารี่พร้อมใช่งานกับ Arduino สามารถใช้วัดค่าได้เที่ยงตรงกว่า NTC หรือ PTC มาก เพราะให้เอาต์พุตออกมาในรูปของดิจิตอล ใช้วัดอุณหภูมิอากาศโดยรอบ

รูปที่ 2.23 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น

คุณสมบัติของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

1) วัดความชื้นในอากาศ (Humidity) ได้ตั้งแต่ 0-100%RH มีโอกาสคลาดเคลื่อน ±2%RH
2) วัดอุณหภูมิ (Temperature) ได้ตั้งแต่ -40-80 °C มีโอกาสคลาดเคลื่อน ±0.5 °C
3) ขนาดของตัวเซนเซอร์ 1.5 x 2.5 x 0.7 cm
4) ใช้ไฟ DC ที่มีแรงดันไฟตั้งแต่ 3.3-6V

2.2.4 รีเลย์ (Relay)

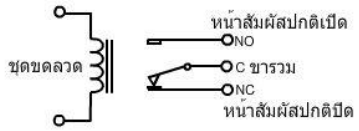
เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ตัด-ต่อวงจรโดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้าและการทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้ตามที่กำหนด เมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์จะทำให้หน้าสัมผัสติดกันกลายเป็นวงจรปิด และเมื่อไม่ได้จ่ายไฟจะกลายเป็นวงจรเปิด

ส่วนประกอบของรีเลย์

1) ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อม

ที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2) ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการ



รูปที่ 2.24 แสดงจุดต่อใช้งานมาตรฐาน

จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

1) จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close คือ ปกติดปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

2) จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open คือ ปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด เช่น โคมไฟสนาม หรือหน้าบ้าน

3) จุดต่อ C ย่อมากจาก common คือ จุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

ประเภทของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ มีหลักการทำงานคล้ายกับขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

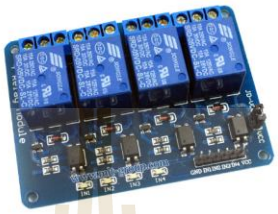
1) รีเลย์กำลัง (power relay) หรือคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2) รีเลย์ควบคุม (control Relay) หรือรีเลย์ มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่

2.2.4.1 โมดูลรีเลย์ 4 ช่อง 5V (4 Channel Relay Module)

เป็นโมดูลที่ใช้ควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า DC และ AC ซึ่งโหลดสูงสุด (Maximum Load) คือ AC 250V/10A, DC 30V/10A โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการ

ทำงานด้วยสัญญาณโลจิก TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ Active Low, กระแสขับรีเลย์ (Drive Current) 15-20 mA., มีการออกแบบให้เป็น Isolate ด้วย Optocoupler, มี LED แสดงสถานะ สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับบอร์ด Raspberry Pi, Arduino, ARM, MCS-51, AVR, PIC, 8051, DSP, MSP430, TTL logic



รูปที่ 2.25 โมดูลรีเลย์ 4 ช่อง

คุณสมบัติของโมดูลรีเลย์ 4 ช่อง

1) ไฟเลี้ยงโมดูลรีเลย์ VCC = 5VDC.

2) ควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า AC ได้สูงสุด 250VAC 10A หรือ แรงดันไฟฟ้า DC ได้สูงสุด 30VDC 10A (Maximum Load)

3) ระดับสัญญาณอินพุทควบคุมแบบ TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ Active Low

4) กระแสขับรีเลย์ (Drive Current) 15-20 mA.

5) มีการออกแบบให้เป็น Isolate ด้วย Optocoupler

6) มี LED แสดงสถานะ Relay

7) โมดูลขนาด 5.3cm. (กว้าง) x 7.0cm. (ยาว) x 1.7cm. (สูง)

2.2.4.2 Coil Power Relay

เป็นรีเลย์ขาแบน (Spade-Terminal Relays) ง่ายต่อการติดตั้งและดูแลรักษา ใช้ Silver Alloy เป็นหน้าสัมผัส ข้อดีของรีเลย์ขาแบน คือ สามารถสังเกตเทอร์มินัลได้ง่าย ปกติจะเป็น ใกล้ NO และ ไกล NC ต่างกับรีเลย์ขากลมที่ต้องดูตามหมายเลขบนรีเลย์ ซึ่งรีเลย์ขาแบนสามารถเสียบบน Relay Socket ที่คู่กัน หรือสามารถใช้การเชื่อมโลหะ (Solder) กับลวดเชื่อมได้โดยตรงกับเทอร์มินัลของรีเลย์ได้ มีปุ่มกดเพื่อทดสอบรีเลย์โดยไม่ต้องจ่ายไฟให้คอยล์ มี Mechanical Indicator สีส้มเพื่อโชว์สถานะของคอยล์ และใช้แรงสปริงในการดึงหน้าสัมผัสให้สู่

ภาวะปกติเมื่อตัดไฟให้กับคอยล์ มี Mechanical life 10,000,000 รอบ ขนาดเท่ากันทั้ง DPDT และ 4PDT ที่ 20 x 27 x 34 mm อุณหภูมิทำงาน -40 C ถึง 60 C, CE approved และ TÜV certified

รูปที่ 2.26 Coil Power Relay 8 Pin

2.2.4.3 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor)

อุปกรณ์สวิทช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อการเปิด-ปิดของหน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิดการทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ ซึ่งนิยมในวงจรของระบบเครื่องปรับอากาศ ระบบควบคุมมอเตอร์ หรือ ใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่างๆ โดย แมกเนติกคอนแทคเตอร์จะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงาน ได้แก่ แกนเหล็ก (Core), ขดลวด (Coil) และหน้าสัมผัส (Contact)

รูปที่ 2.27 แมกเนติกคอนแทคเตอร์

หลักการทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กที่อยู่ขากลางของแกนเหล็ก ขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กที่แรงสนามแม่เหล็กชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้ (ON) คอนแทคทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงาน คือ คอนแทคปกติปิดจะเปิดวงจรจุดสัมผัสออก และคอนแทคปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยังขดลวด สนามแม่เหล็กคอนแทคทั้งสองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม

หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อการทำงานให้ดี จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการทำงานด้วย เช่น วิธีการเลือกใช้ Magnetic Contactors หรือควรเลือกใช้ Magnetic Contactors ให้เหมาะกับงาน รวมไปถึงเรื่องอุปกรณ์เสริมของ Magnetic Contactors ที่จำเป็นต้องรู้ เพราะสิ่งเหล่านี้คือข้อมูลสำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ในการทำงาน

2.2.5 แอพพลิเคชั่น (Application)

Application คือ Software ที่ใช้เพื่อช่วยการทำงานของผู้ใช้ (User) ดังนั้น Application จะต้องมีสิ่งที่เรียกว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) นอกจากนี้ยังสามารถแบ่ง Application ออกเป็นประเภทย่อยๆ ตามสภาพแวดล้อมการทำงาน (Environment หรือ Platform) ได้แก่

- Desktop Application คือ Application ที่ทำงานบนเครื่อง Desktop Computer เช่น PC หรือ Mac เป็นต้น
- Mobile Application คือ Application ที่ทำงานบน Mobile Device เช่น โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น
- Web Application คือ Application ที่ทำงานบน Web เช่น Gmail

โดย Web App อาจแบ่งออกไปอีกเป็น Intranet Application กับ Internet Application โดย Intranet หมายถึงมีการใช้งานแต่ภายในองค์กร ซึ่งตรงข้ามกับ Internet ที่เป็น World Wide Web นั่นเอง ในยุค Web 2.0 อาจได้ยินคำที่พัฒนาต่อมาจาก Internet Application คือ RIA ที่ย่อมาจาก Rich Internet Application โดยหลักการแล้ว RIA คือ Application ที่ยังใช้ Web Technologies แต่มีการพัฒนาให้มี UI ในฝั่ง Client ที่ดีเหมือนๆ กับการใช้ Desktop Application เพื่อสร้างประสบการณ์ที่ดีให้กับผู้ใช้ (User Experience หรือ UX) เช่น ไม่มีการ Refresh หน้าจอ มีลูกเล่น Dynamic ในการแสดงผลมากมายกว่า Internet Application แบบเดิมๆ

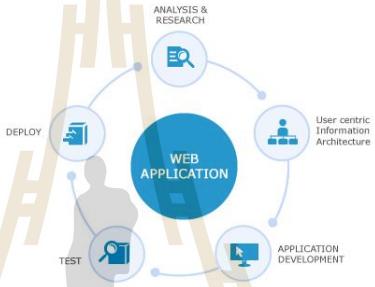
นอกจากนี้อาจเคยได้ยินคำที่เกี่ยวของกับ Application ตามมามากมาย เช่น

- IPhone Application คือ Application ที่ทำงานอยู่บน iPhone OS
- Facebook Application คือ Application ที่ทำงานอยู่บน Facebook Platform
- Google App Engine คือ ระบบ Cloud ของ Google เพื่อรัน Web Application

2.2.5.1 Web Application

คือ การพัฒนาระบบงานบนเว็บ ซึ่งมีข้อดี คือ ข้อมูลต่างๆ ในระบบมีการไหลเวียนในแบบ Online ทั้งแบบ Local (ภายในวง LAN) และ Global (ออกไปยังเครือข่ายอินเตอร์เน็ต) ทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการข้อมูลแบบ Real Time ระบบมีประสิทธิภาพและใช้

งานง่าย ระบบงานที่พัฒนาขึ้นมาจะ ไม่เหมือนกับโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไปที่มักจะจัดทำระบบในแบบกว้างๆ ซึ่งมักจะ ไม่ตรงกับความต้องการที่แท้จริง ระบบสามารถโต้ตอบกับลูกค้าหรือผู้ใช้บริการแบบ Real Time ทำให้เกิดความประทับใจ ไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมใดๆ เพิ่มเติม ตัวอย่างระบบงานที่เหมาะกับเว็บแอพพลิเคชั่น เช่น ระบบการจองสินค้าหรือบริการต่างๆ เช่น การจองที่พัก การจองโปรแกรมทัวร์ การจองแผ่น CD-DVD ระบบงานบุคลากร ระบบงานแผนการตลาด ระบบการสั่งซื้อแบบพิเศษ ระบบงานในโรงเรียน เช่น ระบบงานวัดและประเมินผล ระบบงานปกครอง ระบบงานห้องสมุด ระบบการลงทะเบียน เช็คเกรด ฯลฯ ระบบงานอื่นๆ ที่ต้องการนำข้อมูลมา Online



รูปที่ 2.28 แบบจำลอง Web Application

2.2.5.2 ลักษณะการทำงานของ Web Application

โปรแกรมส่วนหนึ่งจะ วางตัวอยู่บน Rendering Engine จะทำหน้าที่หลักๆ คือ นำเอาชุดคำสั่งหรือรูปแบบโครงสร้างข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล นำมาแสดงผลบนพื้นที่ส่วนหนึ่งในจอภาพ โปรแกรมส่วนที่วางตัวอยู่บน Rendering Engine คือ การเปลี่ยนแปลงแก้ไขสิ่งที่แสดงผล จัดการตรวจสอบข้อมูลที่รับเข้ามาเบื้องต้น และการประมวลบางส่วน แต่ส่วนการทำงานหลักๆ จะวางตัวอยู่บนเซิร์ฟเวอร์ (server) ในลักษณะ Web Application แบบเบื้องต้น

ส่วนเซิร์ฟเวอร์จะประกอบไปด้วยเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อกับไคลเอนต์ตามโปรโตคอล HTTP/HTTPS โดยนอกจากเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ส่งไฟล์ที่เกี่ยวเนื่องกับการแสดงผลตามมาตรฐาน HTTP ตามปกติทั่วไปแล้ว เว็บเซิร์ฟเวอร์จะมีส่วนประมวลผล ซึ่งอาจจะเป็นตัวแปลภาษา เช่น Script Engine ของภาษา PHP หรืออาจจะมีการติดตั้ง .NET Framework ซึ่งมีส่วนแปลภาษา CLR (Common Language Runtime) ที่ใช้แปลภาษา intermediate จากโค้ดที่เขียนด้วย VB.NET หรือ C#.NET หรืออาจจะเป็น J2EE ที่มีส่วนแปลไบต์โค้ดของคลาสที่ได้จากโปรแกรมภาษาจาวา

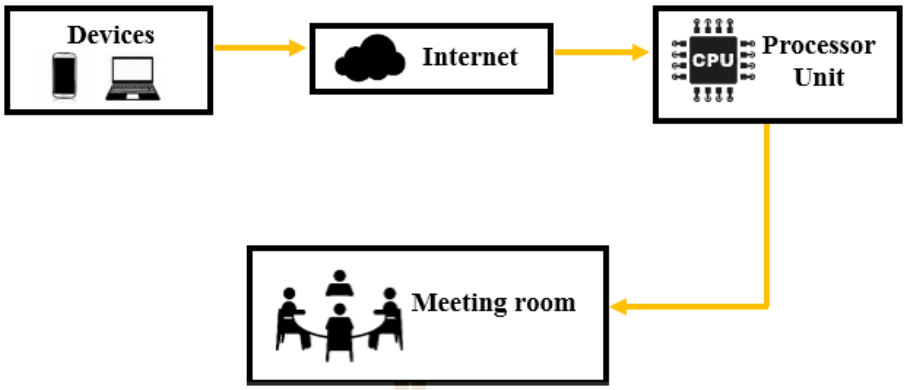
บทที่ 3
แนวทางและวิธีการดำเนินงาน

3.1 การศึกษาข้อมูลและปัญหาการทำงานแบบเดิม

การทำงานของระบบเดิมในการจองห้องประชุมภายในสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนั้น ผู้ที่ต้องการใช้งานห้องประชุมจะต้องติดต่อขอจองใช้ห้องประชุมโดยตรงกับบุคคลที่เป็นผู้รับผิดชอบในการดูแลห้องประชุม เพื่อสอบถามว่าห้องที่ต้องการใช้ในวันและเวลาที่ต้องการว่างหรือไม่และเมื่อจองห้องประชุมได้แล้ว ผู้ที่ขอจองใช้ห้องประชุมจะเป็นผู้เปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในห้องประชุมด้วยตนเอง เช่น เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ หรือ โทรทัศน์ เป็นต้น ซึ่งบางครั้งอาจเกิดความผิดพลาดในการขอจองใช้ห้องประชุม อาจทำให้ผู้ที่ต้องการใช้ห้องประชุมจองในช่วงวันและเวลาเดียวกันได้ รวมถึงการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องประชุม เช่น เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ หรือโทรทัศน์ ที่ผู้ใช้งานจำเป็นต้องรับผิดชอบในการเปิด และปิดอุปกรณ์เหล่านั้นด้วยตนเอง ซึ่งบางครั้งอาจเกิดการลืมปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลังจากใช้งานเสร็จสิ้นแล้ว เป็นสาเหตุทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน หรืออาจเกิดความเสียหายขึ้นได้

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

จากการศึกษาปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม ซึ่งผู้ใช้งานสามารถจองห้องประชุมออนไลน์ผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น และสามารถยืนยันตัวตนได้โดยการใช้ระบบสมัครสมาชิก (Register) และได้ทำการผนวกชุดอุปกรณ์ภายในห้องประชุมที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตเข้ากับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ โดยการสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เปิด-ปิด โดยมีระบบอัจฉริยะที่ควบคุมการเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องภายในห้องประชุม ซึ่งจะเป็นระบบที่สามารถเปิด-ปิดได้เองโดยอัตโนมัติ สามารถประหยัดพลังงาน ลดค่าใช้จ่าย และสามารถเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งานอีกด้วย

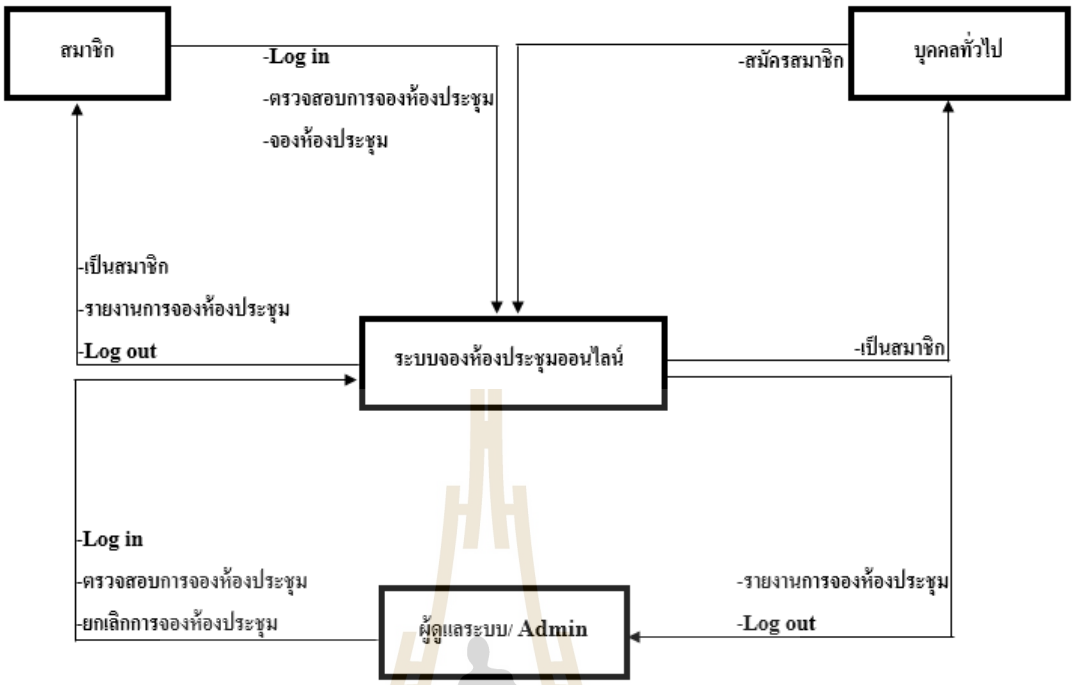


รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม

3.3 การออกแบบระบบ

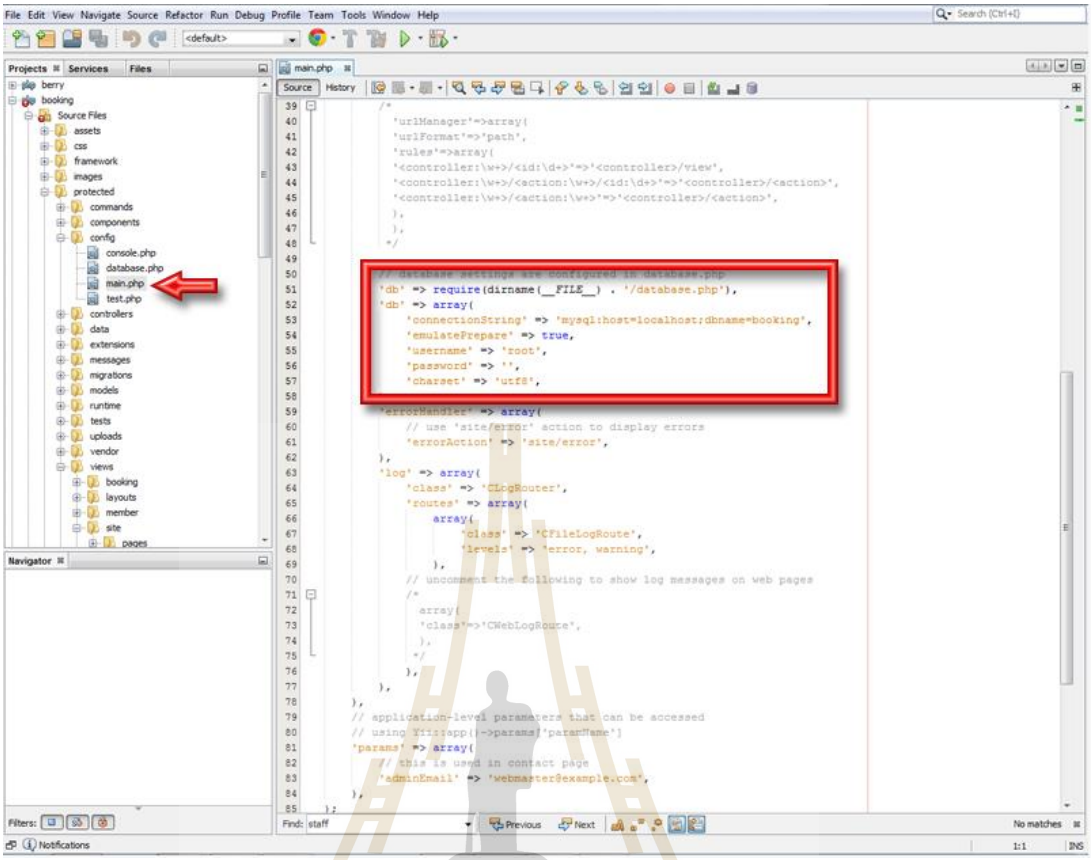
3.3.1 ระบบจองห้องประชุมผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น

การจัดทำระบบจองห้องประชุม ในการดำเนินงานของวิทยานิพนธ์ให้บรรลุวัตถุประสงค์ ผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบโดยใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) ทำให้ทราบถึงกระบวนการระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทำงานและข้อมูลที่เข้าและออกจากกระบวนการทำงานโดยแบ่งออกเป็นระดับต่างๆ ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ (Admin), สมาชิก และบุคคลทั่วไป โดยในการจองห้องประชุมจะมีการตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าใช้งาน และเมื่อเข้าระบบได้แล้วจะสามารถทำการจองห้องประชุมหรือแก้ไขได้ หากผู้ใช้งานต้องการยกเลิกการจองห้องจะต้องแจ้งผู้ดูแลระบบเพื่อทำการยกเลิกการจองห้อง

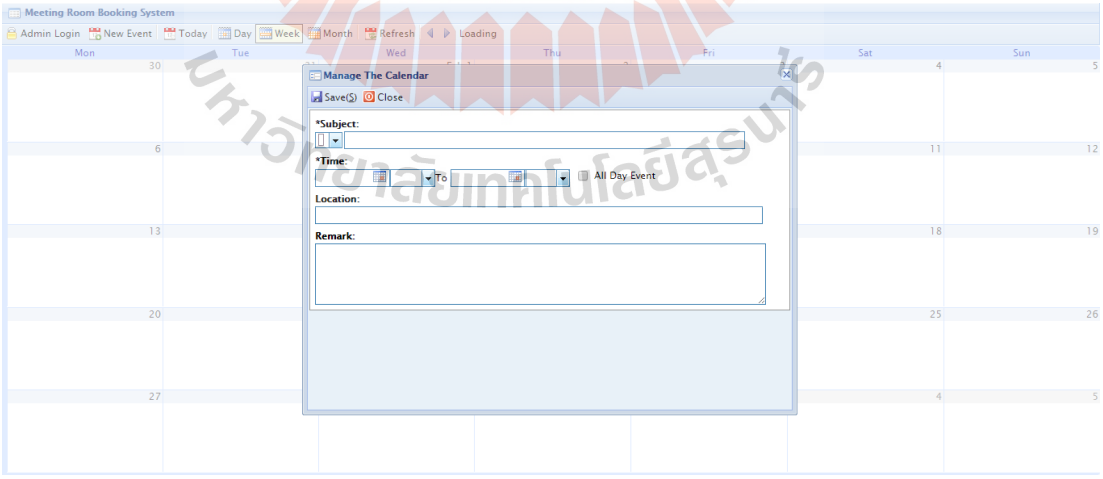


รูปที่ 3.2 แผนภาพกระแสข้อมูลของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม

เพื่อให้การทำงานในส่วนนี้มีความเป็นระบบ ลดความยุ่งยากในการจองห้องประชุมที่อาจเกิดความซ้ำซ้อนกันได้ โดยนำเอา Software เข้ามาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นระบบ ซึ่งภาษาที่จะนำมาพัฒนาคือ PHP เชื่อมต่อฐานข้อมูลที่พัฒนาจาก MySQL ใช้ในการจัดเก็บฐานข้อมูล ช่วยในการจัดระบบจองห้องประชุมและนำมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ โดยผู้ใช้งานจำเป็นต้องสมัครสมาชิก (Register) ก่อน จึงจะสามารถจองห้องประชุมตามวันและเวลาที่ต้องการได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังมีส่วนการแสดงปฏิทินในการใช้ห้องแบบรายเดือน รายสัปดาห์ และรายวัน เพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้งานในการตรวจสอบสถานะของห้องประชุม



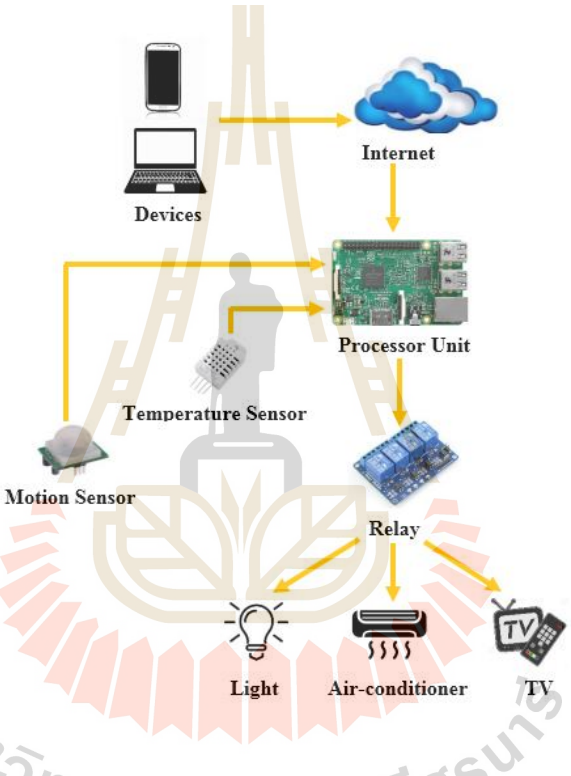
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างโค้ดที่ใช้ในการออกแบบระบบจองห้องประชุมออนไลน์



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างหน้าจอในการจองห้องประชุมออนไลน์

3.3.2 การออกแบบระบบอัจฉริยะ

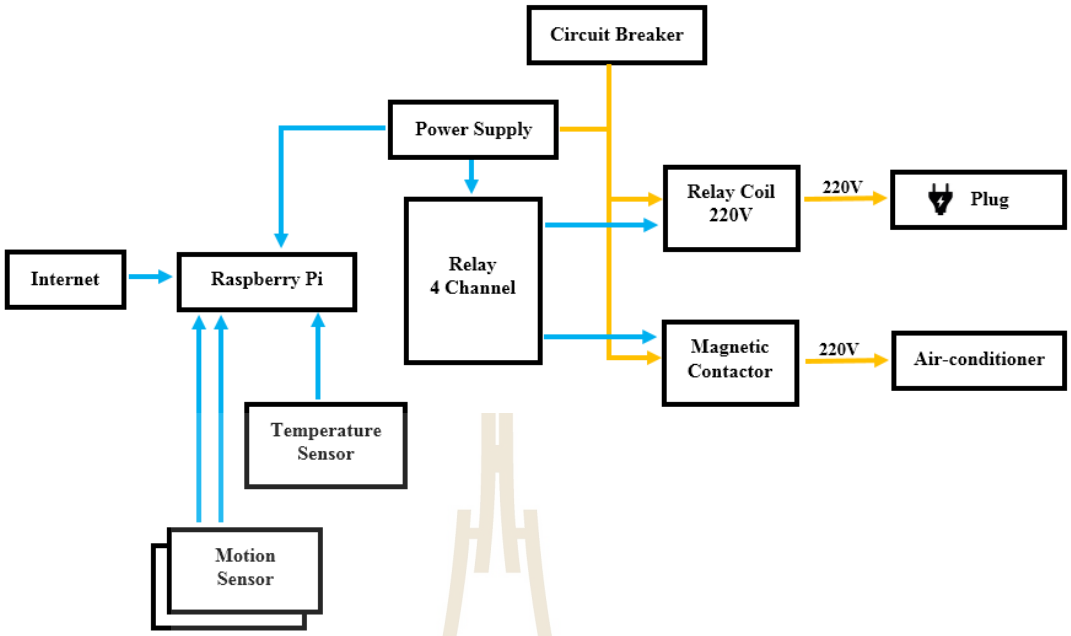
ในการออกแบบระบบอัจฉริยะเพื่อควบคุมการใช้พลังงานภายในห้องประชุม โดยใช้อุปกรณ์เหล่านี้ในการควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องประชุม ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ได้อย่างอัตโนมัติ ตามที่ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบระบบขึ้นมาประกอบด้วย Raspberry pi 3 Model B, SD card, Relay Module, Magnetic Contactors, Relay Coil 220V, Temperature Sensor และ Motion Sensor



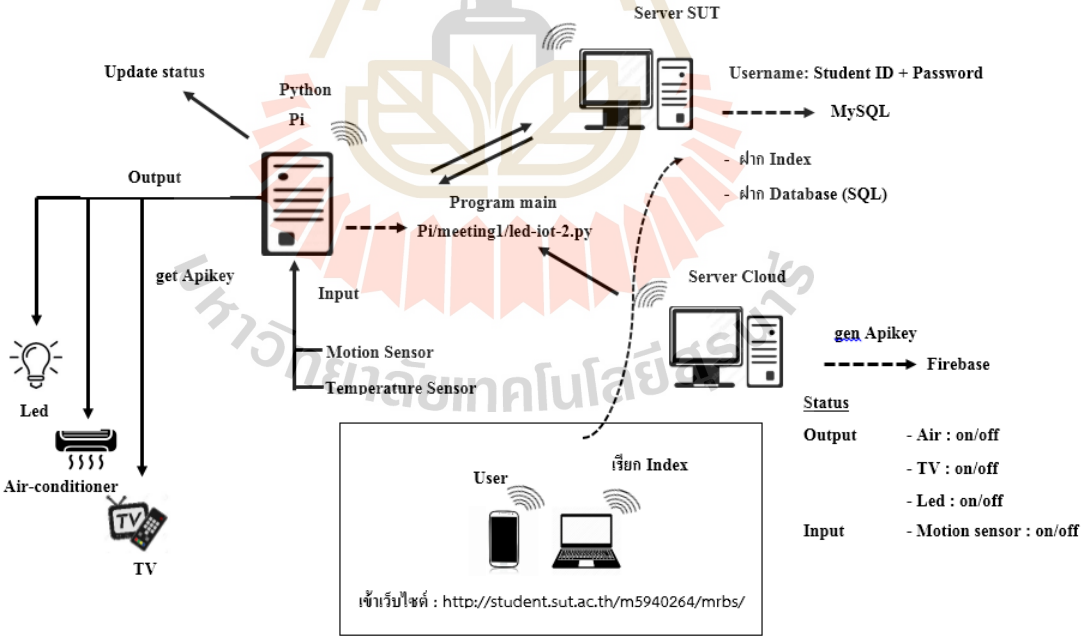
รูปที่ 3.5 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงาน

3.3.3 การออกแบบกล่องควบคุม

ในการออกแบบกล่องควบคุมของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม ภายในโครงสร้างของกล่องควบคุมจะประกอบไปด้วย Magnetic Contactors, Relay Coil 220V 8 Pin, Raspberry Pi 3 Model B ที่ทำหน้าที่เป็นระบบประมวลผลภายในกล่องควบคุมที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อส่งคำสั่งไปยัง Relay Module เพื่อสั่งการอุปกรณ์ไฟฟ้าเครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ โดยการสั่งอุปกรณ์เปิด หรือ ปิดโดยอัตโนมัติ และ Raspberry Pi ภายในกล่องควบคุมยังรับข้อมูลจาก Temperature Sensor และ PIR Motion Sensor เพื่อส่งคำสั่งไปยัง Relay Module อีกด้วย



รูปที่ 3.6 แผนผังการต่อวงจรภายในกล่องควบคุม



รูปที่ 3.7 แผนภาพการทำงานทั้งหมดของระบบอัจฉริยะ

3.3.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

1) ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปจองห้องประชุมได้ด้วยตนเองผ่านทางสมาร์ทโฟน หรือคอมพิวเตอร์ ที่เชื่อมต่อกับ Internet โดยใช้ username และ password ในการยืนยันตัวตน

2) ในการจองห้องประชุม ผู้ใช้ต้องระบุ ชื่อผู้จอง, วันเวลาที่ต้องการใช้ห้องประชุม, หัวข้อเรื่องในการประชุม

3) เมื่อถึงเวลาประชุม ระบบอัจฉริยะจะทำการเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องประชุมโดยอัตโนมัติ ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ ตามเงื่อนไขของกรณีทดสอบในข้อ 3.4 (การทดสอบระบบ)

4) เมื่อผู้ใช้งานประชุมเสร็จเรียบร้อย ระบบจะปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องประชุมโดยอัตโนมัติ ตามเงื่อนไขของกรณีทดสอบในข้อ 3.4 (การทดสอบระบบ)

3.4 การทดสอบระบบ

กระบวนการทดสอบระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของห้องประชุม

โดยผู้จัดทำได้กำหนดเงื่อนไขการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม ซึ่งแบ่งเป็น 5 กรณี ดังตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม

ลำดับ	เงื่อนไขการทำงานของระบบ
1	-ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ -ระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง -ก่อนเวลาเลิกประชุม 10 นาที เครื่องปรับอากาศจะปิดก่อนโดยอัตโนมัติ -หลอดไฟ และโทรทัศน์ จะปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง
2	-ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมในเวลาที่ติดต่อกัน -ระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานคนแรกจองห้องประชุม -ระบบจะทำงานต่อโดยไม่มีการปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจนกว่าจะถึงเวลาที่คนสุดท้ายจองการใช้ห้องประชุม

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงเงื่อนไขการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม (ต่อ)

ลำดับ	เงื่อนไขการทำงานของระบบ
	-ก่อนเวลาเลิกประชุม 10 นาที เครื่องปรับอากาศจะปิดก่อน โดยอัตโนมัติ -หลอดไฟ และโทรทัศน์จะปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานคนสุดท้ายได้จองห้องประชุม
3	-ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ แต่ผู้ใช้งานเลิกประชุมก่อนเวลาที่ได้จองไว้ -ระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง -อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดจะปิดโดยอัตโนมัติหลังจากที่ตรวจจับบุคคลในห้องประชุมไม่ได้ภายใน 10 นาที
4	-ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ แต่ผู้ใช้งานต้องการใช้ห้องประชุมเพิ่มจากที่ทำการจองไว้ -ระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง -ผู้ใช้งานต้องเข้าระบบการจองห้องประชุมออนไลน์เพื่อขอใช้ห้องเพิ่มก่อนเวลาเลิกประชุมตามที่จองไว้ 10 นาที -ระบบจะทำงานต่อโดยไม่มีการปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจนกว่าจะถึงเวลาที่ผู้ใช้งานจองห้องประชุม -ก่อนเวลาเลิกประชุม 10 นาที เครื่องปรับอากาศจะปิดก่อน โดยอัตโนมัติ -หลอดไฟ และโทรทัศน์ จะปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง
5	-ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ แต่ผู้ใช้งานไม่มาใช้ห้องประชุม -ระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง -อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดจะปิดโดยอัตโนมัติ หลังจากที่ตรวจจับบุคคลในห้องประชุมไม่ได้ภายใน 10 นาที

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

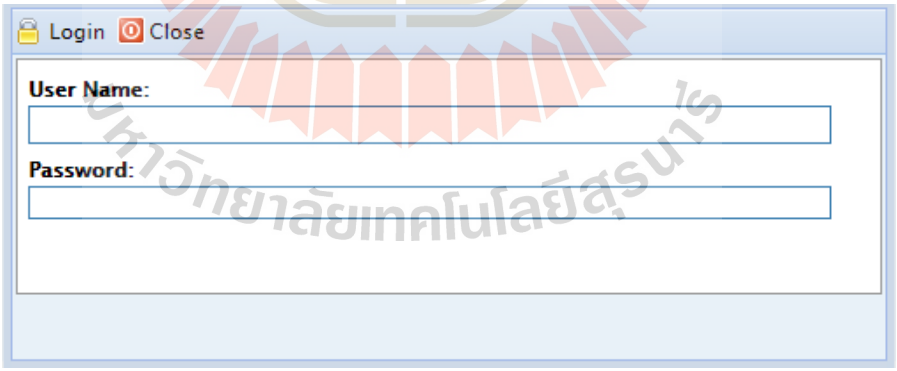
ผลที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยในการสร้างระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม (SMART SYSTEM FOR ENERGY CONTROL IN A MEETING ROOM) ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. การทดสอบระบบจองห้องประชุมออนไลน์
2. การทดสอบระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงาน
3. การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังติดตั้งระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม

4.1 การทดสอบระบบจองห้องประชุมออนไลน์

4.1.1 ล็อคอินเข้าสู่ระบบเพื่อจองห้องประชุม

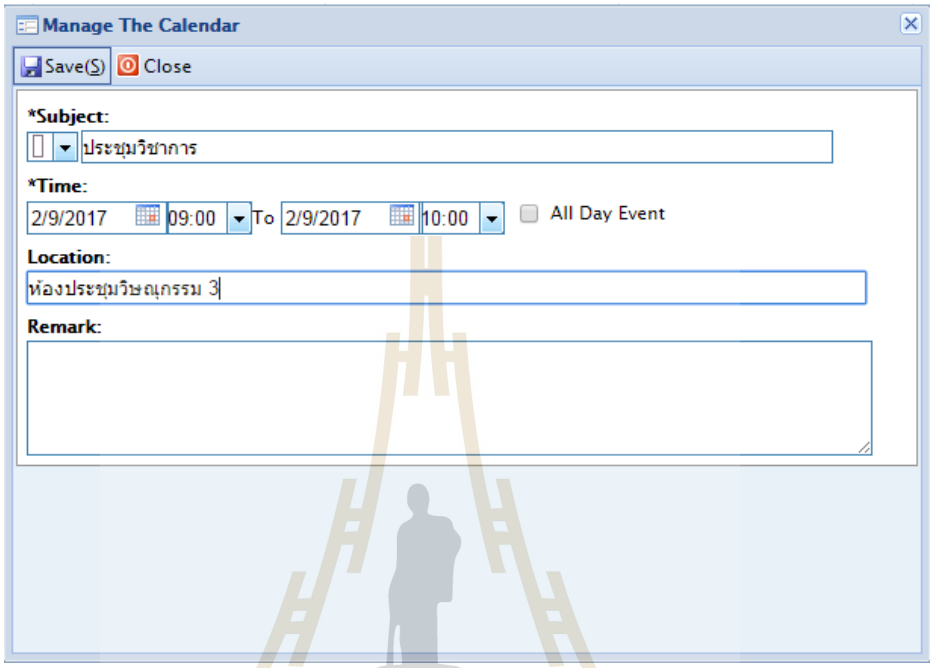
ในการจองห้องประชุมผู้ใช้งานสามารถเข้าจองผ่านทางเว็บแอพพลิเคชั่น ได้จากเว็บไซต์ http://student.sut.ac.th/m5940264/mrbs/ โดยผู้ใช้งานต้องกรอก User Name และ Password ลงไปก่อนทำการจองห้องประชุม



รูปที่ 4.1 หน้าจอล็อคอินเพื่อเข้าสู่ระบบ

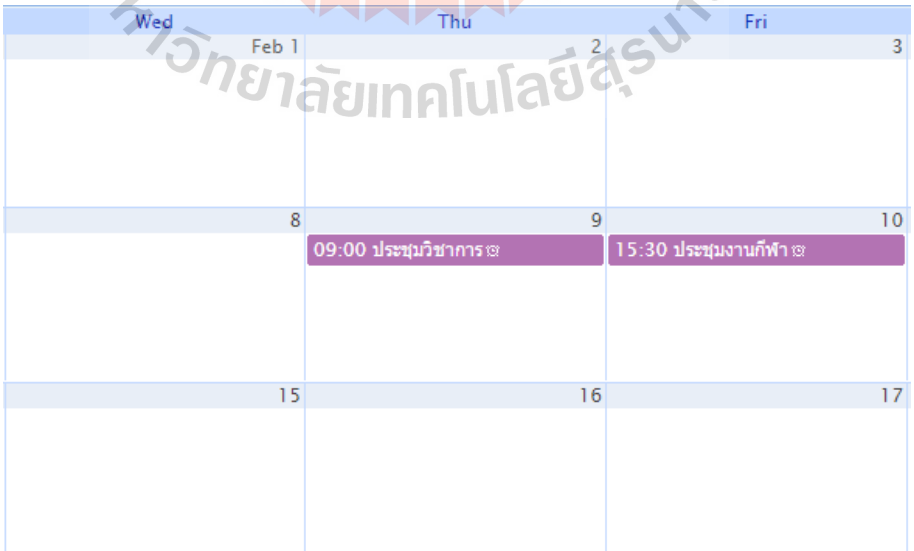
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.2 กรอกข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการจองห้องประชุม ได้แก่ หัวข้อเรื่องในการประชุม วันและเวลาที่ต้องการใช้ห้องประชุม ห้องประชุมที่ต้องการใช้ รวมถึงข้อความเพิ่มเติม



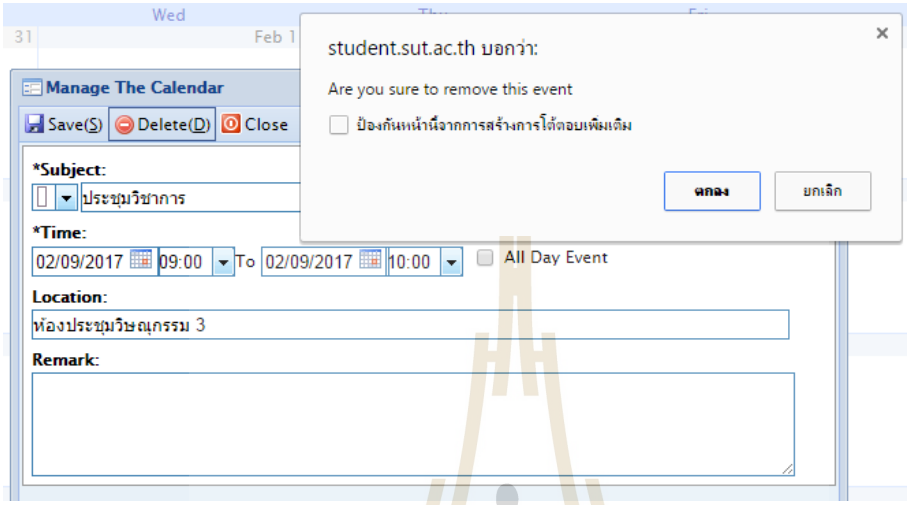
รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอในการจองห้องประชุม

4.1.3 เมื่อผู้ใช้งานจองเสร็จเรียบร้อย ระบบจะขึ้นหน้าจอสรุปวันและเวลาที่จองไว้



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอหลังจากจองห้องประชุม

4.1.4 หากผู้ใช้งานต้องการยกเลิกการจองห้องประชุม ต้องแจ้งต่อผู้ดูแลระบบ เพื่อทำการยกเลิก จึงจะสามารถยกเลิกการจองห้องประชุมในวันและเวลานั้นได้



รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอการยกเลิกห้องประชุม

4.2 การทดสอบระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงาน

ในการทดสอบระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานนั้น ได้ทดสอบตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ตามตารางที่ 3.1 ซึ่งผลการทดสอบแสดงตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม

ลำดับ	เงื่อนไขการทำงานของระบบ	ผลการทดสอบ
1	-ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ -ระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง -ก่อนเวลาเลิกประชุม 10 นาที เครื่องปรับอากาศจะปิดก่อนโดยอัตโนมัติ -หลอดไฟ และโทรทัศน์ จะปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง	สามารถใช้งานได้ถูกต้อง
2	-ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมในเวลาที่ติดต่อกัน	สามารถใช้งานได้ถูกต้อง

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม (ต่อ)

ลำดับ	เงื่อนไขการทำงานของระบบ	ผลการทดสอบ
	-ระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานคนแรกจองห้องประชุม -ระบบจะทำงานต่อโดยไม่มีการปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจนกว่าจะถึงเวลาที่คนสุดท้ายจองการใช้ห้องประชุม -ก่อนเวลาเลิกประชุม 10 นาที เครื่องปรับอากาศจะปิดก่อนโดยอัตโนมัติ -หลอดไฟ และโทรทัศน์จะปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานคนสุดท้ายได้จองห้องประชุม	
3	-ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ แต่ผู้ใช้งานเลิกประชุมก่อนเวลาที่ได้จองไว้ -ระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง -อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดจะปิดโดยอัตโนมัติหลังจากที่ตรวจจับบุคคลในห้องประชุมไม่ได้ภายใน 10 นาที	สามารถใช้งานได้ถูกต้อง
4	-ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ แต่ผู้ใช้งานต้องการใช้ห้องประชุมเพิ่มจากที่ทำการจองไว้ -ระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง -ผู้ใช้งานต้องเข้าระบบการจองห้องประชุมออนไลน์เพื่อขอใช้ห้องเพิ่ม ก่อนเวลาเลิกประชุมตามที่จองไว้ 10 นาที -ระบบจะทำงานต่อโดยไม่มีการปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจนกว่าจะถึงเวลาที่ผู้ใช้งานจองห้องประชุม -ก่อนเวลาเลิกประชุม 10 นาที เครื่องปรับอากาศจะปิดก่อนโดยอัตโนมัติ -หลอดไฟ และโทรทัศน์ จะปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง	สามารถใช้งานได้ถูกต้อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม (ต่อ)

ลำดับ	เงื่อนไขการทำงานของระบบ	ผลการทดสอบ
5	-ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ แต่ผู้ใช้งานไม่มาใช้ห้องประชุม -ระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง -อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดจะปิดโดยอัตโนมัติ หลังจากที่ตรวจจับบุคคลในห้องประชุมไม่ได้ภายใน 10 นาที	สามารถใช้งานได้ถูกต้อง

จากผลการทดสอบระบบในตารางที่ 4.1 เป็นการทดสอบตามเงื่อนไขการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุมตามที่ผู้จัดทำได้ออกแบบไว้ โดยทำการการจองห้องประชุมผ่านคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานอินเตอร์เน็ตได้ ผลที่ได้คือ เงื่อนไขการทำงานของระบบตามที่ผู้จัดทำได้ออกแบบสามารถใช้งานได้และถูกต้อง

4.3 การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังติดตั้งระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม

การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ SAIJO DENKI รุ่น SSU-18B ขนาด 18,159.35 บีทียู/ชั่วโมง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้งระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม โดยตรวจวัดกำลังไฟฟ้าด้วย power meter ในวันที่ 28-29 มีนาคม 2560 เวลา 13.00 น. – 14.00 น. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และตรวจวัดกำลังไฟฟ้าทุก 2 นาที ซึ่งมีอุณหภูมิภายนอก 30°C และอุณหภูมิที่ตั้งภายในห้อง 25°C กระแสไฟฟ้า 220 V. ซึ่งผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าแสดงตามตารางที่ 4.2

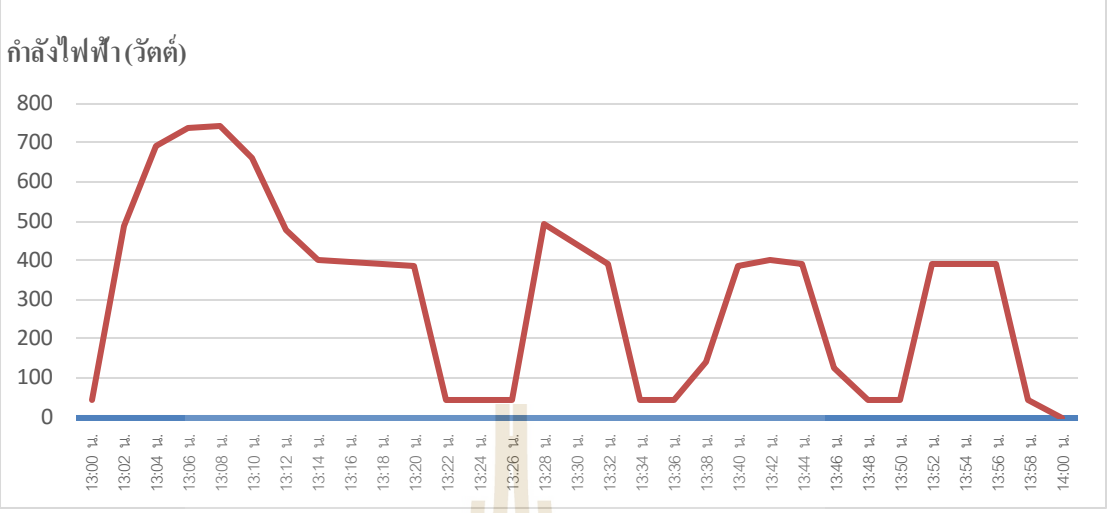
ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังการติดตั้งระบบอัจฉริยะ

ก่อนติดตั้งระบบอัจฉริยะ		หลังติดตั้งระบบอัจฉริยะ	
เวลา (น.)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	เวลา (น.)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
13.00	43.4	13.00	41.2
13.02	487.3	13.02	487.9
13.04	690.0	13.04	671.5
13.06	735.1	13.06	722.4

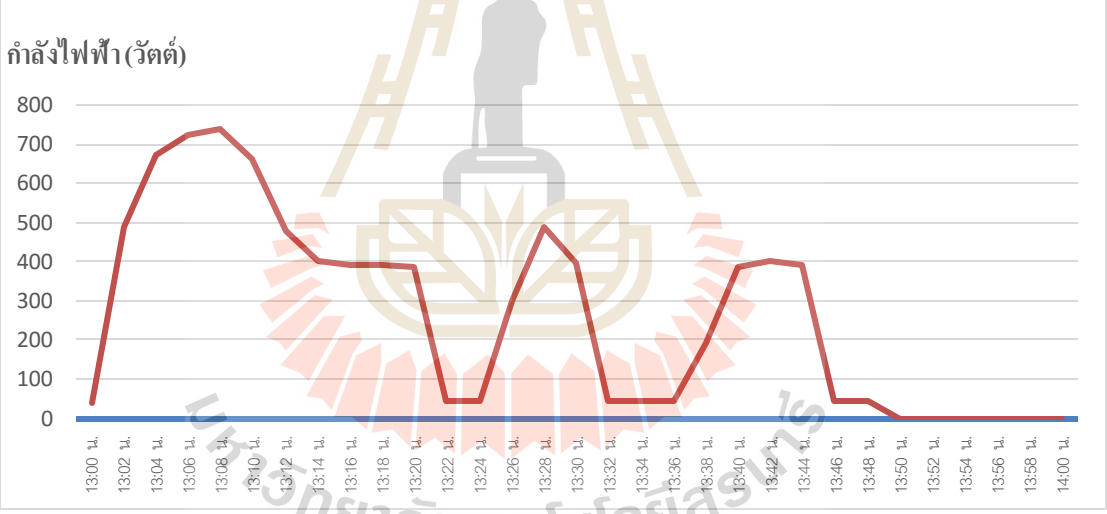
ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังการติดตั้งระบบอัจฉริยะ (ต่อ)

ก่อนติดตั้งระบบอัจฉริยะ		หลังติดตั้งระบบอัจฉริยะ	
เวลา (น.)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	เวลา (น.)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
13.08	742.5	13.08	739.6
13.10	661.9	13.10	651.3
13.12	478.5	13.12	497.5
13.14	402.4	13.14	402.1
13.16	393.8	13.16	383.8
13.18	389.4	13.18	389.3
13.20	385.7	13.20	387.7
13.22	43.7	13.22	43.9
13.24	43.7	13.24	43.8
13.26	43.5	13.26	298.7
13.28	490.3	13.28	489.3
13.30	443.5	13.30	395.3
13.32	388	13.32	45.2
13.34	44.2	13.34	44.5
13.36	44.1	13.36	44.3
13.38	139.7	13.38	189.9
13.40	384.4	13.40	384.7
13.42	400.2	13.42	401.2
13.44	391.1	13.44	389.1
13.46	125.0	13.46	43.3
13.48	44.3	13.48	44.3
13.50	44.3	13.50	0
13.52	388.2	13.52	0
13.54	389.8	13.54	0
13.56	391.0	13.56	0
13.58	44.1	13.58	0
14.00	0	14.00	0

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศก่อนติดตั้งระบบอัจฉริยะ



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศหลังติดตั้งระบบอัจฉริยะ

จากการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศในเวลา 13.00 – 14.00 น. จะพบว่าก่อนการติดตั้งระบบอัจฉริยะ ใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 312.68 วัตต์ คิดเป็น 0.313 กิโลวัตต์ชั่วโมง และหลังการติดตั้งระบบอัจฉริยะจะเห็นได้ว่าใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 265.59 วัตต์ คิดเป็น 0.266 กิโลวัตต์ชั่วโมง

บทที่ 5

สรุปและข้อแสนอแนะ

การทำงานวิจัยเรื่องระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อออกแบบระบบการจองห้องประชุมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน
2. เพื่อสร้างระบบควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องประชุม
3. เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งานห้องประชุม
4. เพื่อนำนวัตกรรมนี้ไปใช้งานจริงในห้องประชุมของสำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจาก การเลือกห้องประชุมเพื่อทำการทดลอง การเก็บข้อมูลจำนวนการใช้ห้องประชุม การกำหนดรูปแบบในการทำงานของระบบ การเลือกอุปกรณ์ที่มาใช้ในงานวิจัย รวมไปถึงเงื่อนไขการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุมที่ได้แบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน พบว่า

การทดสอบส่วนที่ 1 : เป็นการทดสอบระบบจองห้องประชุมออนไลน์ ที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบผ่านอินเตอร์เน็ตเพื่อทำการจองห้องประชุม โดยระบบการจองห้องประชุมออนไลน์จะสามารถให้ผู้ใช้งานสมัครสมาชิกเพื่อเข้าสู่ระบบ โดยใช้ User Name และ Password ในการจองห้องประชุม และกรอกข้อมูลต่างๆ เพื่อทำการจอง รวมไปถึงหากผู้ใช้งานต้องการยกเลิกห้องประชุมจะต้องแจ้งต่อผู้ดูแลระบบ เพื่อให้ทำการยกเลิกการจองนั้นให้ จะพบว่าระบบการจองห้องประชุมสามารถทำตามเงื่อนไขที่ผู้จัดทำได้กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้อง

การทดสอบส่วนที่ 2 : เป็นการทดสอบระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงาน โดยระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเปิด หรือปิด โดยอัตโนมัติ ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และโทรทัศน์ ซึ่งได้แบ่งเงื่อนไขการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุมออกเป็น 5 เงื่อนไข ได้แก่

5.1.1 ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ จากนั้นระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง และก่อนเวลาเลิกประชุม 10 นาที เครื่องปรับอากาศจะปิดก่อนโดยอัตโนมัติ ส่วนหลอดไฟ และโทรทัศน์ จะปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง จะพบว่าระบบสามารถทำตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ได้อย่างถูกต้อง

5.1.2 ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมในเวลาที่ติดต่อกัน จากนั้นระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานคนแรกจองห้องประชุม หลังจากนั้นระบบจะทำงานต่อโดยไม่มีการปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจนกว่าจะถึงเวลาที่คนสุดท้ายจองการใช้ห้องประชุม และก่อนเวลาเลิกประชุม 10 นาที เครื่องปรับอากาศจะปิดก่อนโดยอัตโนมัติ ส่วนหลอดไฟ และโทรทัศน์จะปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานคนสุดท้ายได้จองห้องประชุม จะพบว่าระบบสามารถทำตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ได้อย่างถูกต้อง

5.1.3 ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ แต่ผู้ใช้งานเลิกประชุมก่อนเวลาที่ได้จองไว้ จากนั้นระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดจะปิดโดยอัตโนมัติหลังจากที่ตรวจจับบุคคลในห้องประชุมไม่ได้ภายใน 10 นาที จะพบว่าระบบสามารถทำตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ได้อย่างถูกต้อง

5.1.4 ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ แต่ผู้ใช้งานต้องการใช้ห้องประชุมเพิ่มจากที่ทำการจองไว้ จากนั้นระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง หลังจากนั้นผู้ใช้งานต้องเข้าระบบการจองห้องประชุมออนไลน์เพื่อขอใช้ห้องเพิ่ม ก่อนเวลาเลิกประชุมตามที่จองไว้ 10 นาที และระบบจะทำงานต่อโดยไม่มีการปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจนกว่าจะถึงเวลาที่ผู้ใช้งานจองห้องประชุม ก่อนเวลาเลิกประชุม 10 นาที เครื่องปรับอากาศจะปิดก่อนโดยอัตโนมัติ ส่วนหลอดไฟ และโทรทัศน์ จะปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง จะพบว่าระบบสามารถทำตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ได้อย่างถูกต้อง

5.1.5 ทดสอบการจองห้องประชุม เมื่อมีผู้ใช้งานจองห้องประชุมตามเวลาที่ต้องการ แต่ผู้ใช้งานไม่มาใช้ห้องประชุม จากนั้นระบบจะสั่งการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเปิดตามเวลาที่ผู้ใช้งานจอง และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดจะปิดโดยอัตโนมัติ หลังจากที่ตรวจจับบุคคลในห้องประชุมไม่ได้ภายใน 10 นาที จะพบว่าระบบสามารถทำตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ได้อย่างถูกต้อง

การทดสอบในส่วนที่ 3 : เป็นการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังติดตั้งระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม

จากการทดสอบเงื่อนไขการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุมจะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องประชุมได้ เนื่องจากมีการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกประชุม 10 นาที ส่วนหลอดไฟ และโทรทัศน์ได้เปิดและปิดตรงตามเวลาที่ผู้ใช้งานทำการจองห้องประชุม จึงไม่มีผลทั้งก่อนและหลังการติดตั้งระบบ

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงค่าพลังงานของเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังการติดตั้งระบบ

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า	ก่อนติดตั้ง (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	หลังติดตั้ง (กิโลวัตต์ชั่วโมง)
เครื่องปรับอากาศ	0.313	0.266

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าหลังการติดตั้งระบบอัจฉริยะจะมีค่าพลังงานของเครื่องปรับอากาศลดลง 0.047 กิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งสามารถใช้พลังงานลดลงถึง 15.02 เปอร์เซ็นต์ ต่อการใช้ห้องประชุม 1 ชั่วโมง จากการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ห้องประชุมภายในมหาวิทยาลัยที่มีในระบบทั้งหมด 57 ห้องตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2559 พบว่ามีการใช้งานทั้งหมด 4,585 ครั้ง หากมีการติดตั้งระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุมในทุกห้องจะสามารถช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศลดลง 215.50 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 อุปกรณ์ที่ทำการควบคุมสั่งการอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจำเป็นต้องเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต หากอินเตอร์เน็ตขัดข้อง ระบบจำเป็นต้องรันโปรแกรมใหม่โดยผู้ดูแลระบบก่อนการใช้งานระบบอัจฉริยะ

5.2.2 การใช้ motion sensor ชนิดนี้ไม่เหมาะกับห้องประชุมที่มีขนาดใหญ่ จำเป็นต้องใช้ motion sensor ให้เหมาะกับขนาดของห้องประชุม

5.2.3 การกำหนดเงื่อนไขการทำงานของระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม ในส่วนของการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกประชุม สามารถปรับหรือลดเวลาตามขนาดของห้อง หรือจำนวนคนที่เข้าประชุม

5.2.4 ควรมีการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยในด้านการสร้างระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานเพื่อสามารถใช้งานได้ไม่จำกัดสถานที่

รายการอ้างอิง

ปิติ โง้วธนสุวรรณ, กานดา รุณนะ, พงศา สายแก้ว, กรชวัล ชายผา, สราภัส คนล้ำ และอนัตต์ เจ่าสกุล (2556). **ระบบบริหารจัดการจองห้องออนไลน์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** Thai Academic Reference Database (TAR). 6 น.

สุริยา คูณเลสา และ ภูวนัย ไชยสิงห์ (2555). **ระบบควบคุมแสงสว่างผ่านอินเตอร์เน็ต**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.: 12-54.

ชาริณี ชาญดนตรีกิจ และณัฐการ สืบบุก (2553). **ระบบการจัดการเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านอินเตอร์เน็ต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.: 15-20.

ภูริทัต รอนใหม่และวินิจ ขันโพธิ์ (2555). **ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบไร้สาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.: 26-29.

ธนวินท์ ทิพย์ธาราไลย (2553). **ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีเว็บ.** สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.: 12-59.

ธวัชชัย สารวงษ์, รุจน์ วังรุ่งอรุณ และศิริภรณ์ อิ่มพร (2558). **การประยุกต์ใช้โพรโทคอลแคนบัสกับการควบคุมตู้ล็อกเกอร์.** การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 11 (NCCIT 2015) ณ โรงแรมอโนมา กรุงเทพฯ วันที่ 2-3 กรกฎาคม.: 547-552.

กัมปนาท สุวรรนาวุธ (2552). **การพัฒนาระบบการอ่านมิเตอร์โดยอัตโนมัติผ่านคลื่นวิทยุย่านความถี่ 2.4 GHz ตามมาตรฐาน Zigbee/IEEE 802.15.4.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.: 13-32.

ศุภกฤษ นาคป้อมฉิน, สุรวิทย์ สารสมจริง และกันต์ฎิวรรณ เทียนจ่าง (2558). **ระบบเชื่อมต่อเครือข่ายอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีราสเบอร์รี่พาย.** การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติครั้งที่ 6 ณ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่ วันที่ 26 มิถุนายน.: 927-936.

บทความการเริ่มต้นใช้งานบอร์ด Raspberry Pi 3 เบื้องต้น (2559). ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Sripan M., Lin X., Petchlorlean P., and Ketcham M. (2012). **Research and Thinking of Smart Home Technology.** International Conference on Systems and Electronic Engineering (ICSEE'2012): 61-64.

Cheah Wai Zhao, Jayanand Jegatheesan, and Son Chee Loon (2015). **Exploring IOT Application Using Raspberry Pi.** International Journal of Computer Networks and Applications. 2(1): 27-34.

Harry Chen, Filip Perich, Dipanjan Chakraborty, Tim Finin, and Anupam Joshi (2004). **Intelligent Agents Meet Semantic Web in a Smart Meeting Room.** Proceedings of the Third International Joint Conference on Autonomous Agents & Multi Agent Systems (AAMAS 2004). (2): 854-861.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก

วัสดุอุปกรณ์สำหรับวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง ก.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	จำนวนเงิน (บาท)	
			หน่วยละ	รวม
1	Raspberry Pi 3 Model B	1	1,750	1,750
2	MicroSD Ultra Class 10 48MB/S - 32GB	1	279	279
3	AM2303 Temperature-Humidity Sensor	1	485	485
4	HC-SR501 PIR Motion Sensor	2	70	140
5	4 Channel Relay Module with OPTOCOUPLER Protection	1	160	160
6	Magnetic Contactors S-T10 Coil 220V	1	364	364
7	Relay Coil 220V 8 Pin พร้อม Socket ติดราง	3	250	750
			รวม	**3,928**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข

โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Code ที่ใช้ในการควบคุมระบบของอุปกรณ์ใน Raspberry Pi (Python code)

```
#import Libraries
import RPi.GPIO as GPIO
import time
import pyrebase
import requests
#Firebase Configuration
config = {
 "apiKey": "AIzaSyBjvQhYAoMDaFm2At3wPqs4Z9EyK9724kg",
 "authDomain": "smartroom-1185d.firebaseapp.com",
 "databaseURL": "https://smartroom-1185d.firebaseio.com",
 "storageBucket": "smartroom-1185d.appspot.com"
}
firebase = pyrebase.initialize_app(config)
#GPIO Setup
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setup(2, GPIO.OUT)
GPIO.setup(3, GPIO.OUT)
GPIO.setup(4, GPIO.OUT)
GPIO.setup(14, GPIO.IN)

#Firebase Database Intialization
db = firebase.database()
#motionsensor
motion=1
motion1=GPIO.input(14)
count=0
#While loop to run until user kills program
while(True):
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
motion1=GPIO.input(14)
 #Get value of LED
led = db.child("led").get()


 #Sort through children of LED(we only have one)
for user in led.each():
    #Check value of child(which is 'state')
    if(user.val() == "OFF"):
        #If value is ON, turn LED on
        GPIO.output(2, True)
    else:
        #If value is not on(implies it's on), turn LED off
        GPIO.output(2, False)
    #0.1 Second Delay
    #time.sleep(0.1)


#Get value of LED
 tv = db.child("TV").get()


 #Sort through children of LED(we only have one)
for userb in tv.each():
    #Check value of child(which is 'state')
    if(userb.val() == "OFF"):
        #If value is ON, turn LED on
        GPIO.output(3, True)
    else:
        #If value is not on(implies it's on), turn LED off
        GPIO.output(3, False)
    #0.1 Second Delay
    #time.sleep(0.1)
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
#Get value of LED
 air = db.child("air").get()


 #Sort through children of LED(we only have one)
 for userc in air.each():
    #Check value of child(which is 'state')
    if(userc.val() == "OFF"):
       #If value is ON, turn LED on
       GPIO.output(4, True)
    else:
       #If value is not on(implies it's on), turn LED off
       GPIO.output(4, False)
    #0.1 Second Delay
    #time.sleep(2)


#Get value of LED
 #Check value of child(which is 'state')
 if(motion1 == GPIO.LOW):
       #If value is ON, turn LED on
    db.child("motion").update({"state":"OFF"})
 else:
       #If value is not on(implies it's on), turn LED off
    db.child("motion").update({"state":"ON"})
 #2 Second Delay
 time.sleep(0.1)
 if(count%3==0):
 #r=requests.get('https//student.sut.ac.th/m5940264/mrbs/firebase/show.php')
    r=requests.get('http://student.sut.ac.th/m5940264/mrbs/firebase/firebase.2.php')
    print r.status_code
 count=count+1
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค

โปรแกรมเขียนเว็บไซต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Code ที่ใช้เขียน Website

Home

```
<?php
session_start();
include_once("php/dbconfig.php");
include_once("php/functions.php");

if(!empty($_GET["id"])){
   function getCalendarByRange($id){
     try{
       $db = new DBConnection();
       $db->getConnection();
       $sql = "select * from `jqcalendar` where `id` = " . $id;
       $handle = mysql_query($sql);
       //echo $sql;
       $row = mysql_fetch_object($handle);
            }catch(Exception $e){
     }
     return $row;
   }
   if($_GET["id"]){
     $event = getCalendarByRange($_GET["id"]);
   }
}
?>
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" >
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;charset=UTF-8">
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
<title>Calendar Details</title>
<link href="css/main.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
<link href="css/dp.css" rel="stylesheet" />
<link href="css/dropdown.css" rel="stylesheet" />
<link href="css/colorselect.css" rel="stylesheet" />

<script src="src/jquery.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/Common.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/jquery.form.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/jquery.validate.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/datepicker_lang_US.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/jquery.datepicker.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/jquery.dropdown.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/jquery.colorselect.js" type="text/javascript"></script>
<script type="text/javascript">
   if (!DateAdd || typeof (DateDiff) != "function") {
      var DateAdd = function(interval, number, idate) {
         number = parseInt(number);
         var date;
         if (typeof (idate) == "string") {
            date = idate.split(/\D/);
            eval("var date = new Date(" + date.join(",") + ")");
         }
         if (typeof (idate) == "object") {
            date = new Date(idate.toString());
         }
         switch (interval) {
            case "y": date.setFullYear(date.getFullYear() + number); break;
            case "m": date.setMonth(date.getMonth() + number); break;
            case "d": date.setDate(date.getDate() + number); break;
```

```
                case "w": date.setDate(date.getDate()  + 7 * number); break;
                case "h": date.setHours(date.getHours()  + number); break;
                case "n": date.setMinutes(date.getMinutes()  + number); break;
                case "s": date.setSeconds(date.getSeconds()  + number); break;
                case "l": date.setMilliseconds(date.getMilliseconds()  + number); break;
            }
            return date;
        }
    }
    function getHM(date)
    {
        var hour =date.getHours();
        var minute= date.getMinutes();
        var ret= (hour>9?hour:"0"+hour)+":"+(minute>9?minute:"0"+minute) ;
        return ret;
    }
    $(document).ready(function() {
        //debugger;
        var DATA_FEED_URL = "php/datafeed.db.php";
        var arrT = [];
        var tt = "{0}:{1}";
        for (var i = 0; i < 24; i++) {
            arrT.push({ text: StrFormat(tt, [i >= 10 ? i : "0" + i, "00"]) }, { text: StrFormat(tt, [i
>= 10 ? i : "0" + i, "30"]) });
        }
        $("#timezone").val(new Date().getTimezoneOffset()/60 * -1);
        $("#stparttime").dropdown({
            dropheight: 200,
            dropwidth:60,
            selectedchange: function() { },
```

```
    items: arrT
});
$("#etparttime").dropdown({
    dropheight: 200,
    dropwidth:60,
    selectedchange:  function() { },
    items: arrT
});
var check = $("#IsAllDayEvent").click(function(e)  {
    if (this.checked)  {
        $("#stparttime").val("00:00").hide();
        $("#etparttime").val("00:00").hide();
    }
    else  {
        var d = new Date();
        var p = 60 - d.getMinutes();
        if (p > 30) p = p - 30;
        d = DateAdd("n", p, d);
        $("#stparttime").val(getHM(d)).show();
        $("#etparttime").val(getHM(DateAdd("h",  1, d))).show();
    }
});
if (check[0].checked)  {
    $("#stparttime").val("00:00").hide();
    $("#etparttime").val("00:00").hide();
}
$("#Savebtn").click(function()  { $("#fmEdit").submit(); });
$("#Closebtn").click(function()  { CloseModelWindow();  });
$("#Deletebtn").click(function()  {
     if (confirm("Are you sure to remove this event")) {
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
            var param = [{ "name": "calendarId", value: $("#id").val()}];
            $.post(DATA_FEED_URL  + "?method=remove",
                param,
                function(data){
                    if (data.IsSuccess) {
                        alert(data.Msg);
                        CloseModelWindow(null,true);
                    }
                    else {
                        alert("Error occurs.\r\n" + data.Msg);
                    }
                }
            ,"json");
        }
    });
    $("#stpartdate,#etpartdate").datepicker({ picker: "<button class='calpick'></button>"});
    var cv =$("#colorvalue").val() ;
    if(cv=="")
    {
        cv="-1";
    }
    $("#calendarcolor").colorselect({ title: "Color", index: cv, hiddenid: "colorvalue" });
    //to define parameters of ajaxform
    var options = {
        beforeSubmit: function() {
            return true;
        },
        dataType: "json",
        success: function(data) {
            alert(data.Msg);
```

```
            if (data.IsSuccess) {
                CloseModelWindow(null,true);
            }
        }
    };
    $.validator.addMethod("date", function(value, element) {
        var arrs = value.split(i18n.datepicker.dateformat.separator);
        var year = arrs[i18n.datepicker.dateformat.year_index];
        var month = arrs[i18n.datepicker.dateformat.month_index];
        var day = arrs[i18n.datepicker.dateformat.day_index];
        var standvalue = [year,month,day].join("-");
        return this.optional(element) || /^(?:(?:1[6-9]|[2-9]\d)?\d{2}[\/\-\.](?:0?[1,3-9]|1[0-
2])[\/\-\.](?:29|30))(?: (?:0?\d|1\d|2[0-3])\:(?:0?\d|[1-5]\d)\:(?:0?\d|[1-5]\d)(?:
\d{1,3})?)?$|^(?:(?:1[6-9]|[2-9]\d)?\d{2}[\/\-\.](?:0?[1,3,5,7,8]|1[02])[\/\-\.]31)(?:
(?:0?\d|1\d|2[0-3])\:(?:0?\d|[1-5]\d)\:(?:0?\d|[1-5]\d)(?: \d{1,3})?)?$|^(?:(?:1[6-9]|[2-
9]\d)?(?:0[48]|[2468][048]|[13579][26])[\/\-\.]0?2[\/\-\.]29)(?: (?:0?\d|1\d|2[0-3])\:(?:0?\d|[1-
5]\d)\:(?:0?\d|[1-5]\d)(?: \d{1,3})?)?$|^(?:(?:16|[2468][048]|[3579][26])00[\/\-\.]0?2[\/\-\.]29)(?:
(?:0?\d|1\d|2[0-3])\:(?:0?\d|[1-5]\d)\:(?:0?\d|[1-5]\d)(?: \d{1,3})?)?$|^(?:(?:1[6-9]|[2-
9]\d)?\d{2}[\/\-\.](?:0?[1-9]|1[0-2])[\/\-\.](?:0?[1-9]|1\d|2[0-8]))(?: (?:0?\d|1\d|2[0-
3])\:(?:0?\d|[1-5]\d)\:(?:0?\d|[1-5]\d)(?:\d{1,3})?)?$/.test(standvalue);
    }, "Invalid date format");
    $.validator.addMethod("time", function(value, element) {
        return this.optional(element) || /^([0-1]?[0-9]|2[0-3]):([0-5][0-9])$/.test(value);
    }, "Invalid time format");
    $.validator.addMethod("safe", function(value, element) {
        return this.optional(element) || /^[^$\<\>]+$/.test(value);
    }, "$<> not allowed");
    $("#fmEdit").validate({
        submitHandler: function(form) { $("#fmEdit").ajaxSubmit(options); },
        errorElement: "div",
```

```
            errorClass: "cusErrorPanel",
            errorPlacement: function(error, element) {
                showerror(error, element);
            }
        });
        function showerror(error, target) {
            var pos = target.position();
            var height = target.height();
            var newpos = { left: pos.left, top: pos.top + height + 2 }
            var form = $("#fmEdit");
            error.appendTo(form).css(newpos);
        }
    });
</script>
<style type="text/css">
.calpick    {
    width:16px;
    height:16px;
    border:none;
    cursor:pointer;
    background:url("sample-css/cal.gif") no-repeat center 2px;
    margin-left:-22px;
}
</style>
</head>
<body>
 <div>
  <div class="toolBotton">
   <a id="Savebtn" class="imgbtn" href="javascript:void(0);">
    <span class="Save" title="Save the calendar">Save(<u>S</u>)
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        </span>
      </a>
      <?php if(isset($event) and !empty($_SESSION['userid'])){ ?>
      <a id="Deletebtn" class="imgbtn" href="javascript:void(0);">
        <span class="Delete" title="Cancel the calendar">Delete(<u>D</u>)
        </span>
      </a>
      <?php } ?>
      <a id="Closebtn" class="imgbtn" href="javascript:void(0);">
        <span class="Close" title="Close the window" >Close
        </span></a>
      </a>
    </div>
    <div style="clear: both">
    </div>
    <div class="infocontainer">
      <form action="php/datafeed.db.php?method=adddetails<?php echo
isset($event)?"&id=".$event->Id:""; ?>" class="fform" id="fmEdit" method="post">
        <label>
          <span>                *Subject:
          </span>
          <div id="calendarcolor">
          </div>
          <input MaxLength="200" class="required safe" id="Subject" name="Subject"
style="width:85%;" type="text" value="<?php echo isset($event)?$event->Subject:"" ?>" />
          <input id="colorvalue" name="colorvalue" type="hidden" value="<?php echo
isset($event)?$event->Color:"" ?>" />
        </label>
        <label>
          <span>*Time:
```

```
        </span>
        <div>
         <?php if(isset($event)){
            $sarr = explode(" ", php2JsTime(mySql2PhpTime($event->StartTime)));
            $earr = explode(" ", php2JsTime(mySql2PhpTime($event->EndTime)));
         }?>
         <input MaxLength="10" class="required date" id="stpartdate" name="stpartdate"
style="padding-left:2px;width:90px;" type="text" value="<?php echo
isset($event)?$sarr[0]:""; ?>" />
         <input MaxLength="5" class="required time" id="stparttime" name="stparttime"
style="width:40px;" type="text" value="<?php echo isset($event)?$sarr[1]:""; ?>" />To
         <input MaxLength="10" class="required date" id="etpartdate" name="etpartdate"
style="padding-left:2px;width:90px;" type="text" value="<?php echo
isset($event)?$earr[0]:""; ?>" />
         <input MaxLength="50" class="required time" id="etparttime" name="etparttime"
style="width:40px;" type="text" value="<?php echo isset($event)?$earr[1]:""; ?>" />
         <label class="checkp">
          <input id="IsAllDayEvent" name="IsAllDayEvent" type="checkbox" value="1"
<?php if(isset($event)&&$event->IsAllDayEvent!=0) {echo "checked";} ?>/>        All Day
Event
         </label>
        </div>
       </label>
       <label>
        <span>                  Location:
        </span>
        <input MaxLength="200" id="Location" name="Location" style="width:95%;"
type="text" value="<?php echo isset($event)?$event->Location:""; ?>" />
       </label>
       <label>
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        <span>                  Remark:
        </span>
<textarea cols="20" id="Description" name="Description" rows="2" style="width:95%;
height:70px">
<?php echo isset($event)?$event->Description:""; ?>
</textarea>
        </label>
        <?php // echo "Client ip: ".$_SERVER['SERVER_ADDR']." User
ID:".$_SESSION['userid']; ?>
        <input id="id" name="id" type="hidden" value="<?php echo $event->Id ?>" />
        <input id="timezone" name="timezone" type="hidden" value="" />
      </form>
    </div>
  </div>
 </body>
</html>
```

Index

```
<?php
session_start();
?>
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head id="Head1">
  <title> MRBS </title>
  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;charset=UTF-8">
  <link href="css/dailog.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
  <link href="css/calendar.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
  <link href="css/dp.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
<link href="css/alert.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
<link href="css/main.css" rel="stylesheet" type="text/css" />

<script src="src/jquery.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/Common.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/datepicker_lang_US.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/jquery.datepicker.js" type="text/javascript"></script>

<script src="src/Plugins/jquery.alert.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/jquery.ifrmdailog.js" defer="defer" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/wdCalendar_lang_US.js" type="text/javascript"></script>
<script src="src/Plugins/jquery.calendar.js" type="text/javascript"></script>
<script type="text/javascript">
   $(document).ready(function() {
      var view="month";  //set default view : week ,month, day
       var DATA_FEED_URL = "php/datafeed.db.php";
       var op = {
          view: view,
          theme:3,
          showday: new Date(),
          EditCmdhandler:Edit,
          DeleteCmdhandler:Delete,
          ViewCmdhandler:View,
          onWeekOrMonthToDay:wtd,
          onBeforeRequestData: cal_beforerequest,
          onAfterRequestData: cal_afterrequest,
          onRequestDataError: cal_onerror,
          autoload:true,
          url: DATA_FEED_URL + "?method=list",
          quickAddUrl: DATA_FEED_URL + "?method=add",
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
            quickUpdateUrl:  DATA_FEED_URL  + "?method=update",
            quickDeleteUrl:  DATA_FEED_URL  + "?method=remove"
        };
        var $dv = $("#calhead");
        var _MH = document.documentElement.clientHeight;
        var dvH = $dv.height() + 2;
        op.height  = _MH - dvH;
        op.eventItems =[];

        var p = $("#gridcontainer").bcalendar(op).BcalGetOp();
        if (p && p.datestrshow)  {
            $("#txtdatetimeshow").text(p.datestrshow);
        }
        $("#caltoolbar").noSelect();

        $("#hdtxtshow").datepicker({ picker:  "#txtdatetimeshow", showtarget:
$("#txtdatetimeshow"),
        onReturn:function(r){
                    var p = $("#gridcontainer").gotoDate(r).BcalGetOp();
                    if (p && p.datestrshow)  {
                        $("#txtdatetimeshow").text(p.datestrshow);
                    }
                }
        });
        function cal_beforerequest(type)
        {
            var t="Loading data...";
            switch(type)
            {
                case 1:
```

```
            t="Loading data...";
            break;
        case 2:
        case 3:
        case 4:
            t="The request is being processed ...";
            break;
    }
    $("#errorpannel").hide();
    $("#loadingpannel").html(t).show();
}
function cal_afterrequest(type)
{
    switch(type)
    {
        case 1:
            $("#loadingpannel").hide();
            break;
        case 2:
        case 3:
        case 4:
            $("#loadingpannel").html("Success!");
            window.setTimeout(function(){  $("#loadingpannel").hide();},2000);
        break;
    }
}
function cal_onerror(type,data)
{
    $("#errorpannel").show();
}
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        function Edit(data)
        {
          var eurl="edit.db.php?id={0}&start={2}&end={3}&isallday={4}&title={1}";
          if(data)
          {
            var url = StrFormat(eurl,data);
            OpenModelWindow(url,{ width: 600, height: 400, caption:"Manage The
Calendar",onclose:function(){
              $("#gridcontainer").reload();
            }});
          }
        }
        function View(data)
        {
          var str = "";
          $.each(data, function(i, item){
            str += "[" + i + "]: " + item + "\n";
          });
          alert(str);
        }
        function Delete(data,callback)
        {
          $.alerts.okButton="Ok";
          $.alerts.cancelButton="Cancel";
          hiConfirm("Are You Sure to Delete this Event", 'Confirm',function(r){ r &&
callback(0);});
        }
        function wtd(p)
        {
          if (p && p.datestrshow) {
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
            $("#txtdatetimeshow").text(p.datestrshow);
        }
        $("#caltoolbar div.fcurrent").each(function() {
            $(this).removeClass("fcurrent");
        })
        $("#showdaybtn").addClass("fcurrent");
    }
    //to show day view
    $("#showdaybtn").click(function(e) {
        //document.location.href="#day";
        $("#caltoolbar div.fcurrent").each(function() {
            $(this).removeClass("fcurrent");
        })
        $(this).addClass("fcurrent");
        var p = $("#gridcontainer").swtichView("day").BcalGetOp();
        if (p && p.datestrshow) {
            $("#txtdatetimeshow").text(p.datestrshow);
        }
    });
    //to show week view
    $("#showweekbtn").click(function(e) {
        //document.location.href="#week";
        $("#caltoolbar div.fcurrent").each(function() {
            $(this).removeClass("fcurrent");
        })
        $(this).addClass("fcurrent");
        var p = $("#gridcontainer").swtichView("week").BcalGetOp();
        if (p && p.datestrshow) {
            $("#txtdatetimeshow").text(p.datestrshow);
        }
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        });
        //to show month view
        $("#showmonthbtn").click(function(e)  {
            //document.location.href="#month";
            $("#caltoolbar  div.fcurrent").each(function() {
                $(this).removeClass("fcurrent");
            })
            $(this).addClass("fcurrent");
            var p = $("#gridcontainer").swtichView("month").BcalGetOp();
            if (p && p.datestrshow)  {
                $("#txtdatetimeshow").text(p.datestrshow);
            }
        });
        $("#showreflashbtn").click(function(e){
            $("#gridcontainer").reload();
        });
         //login  form
        $("#admlogin").click(function(e)  {
            var url ="login.php";
            OpenModelWindow(url,{  width: 500, height: 200, caption: "Admin Login"});
        });
        //Add a new event
        $("#faddbtn").click(function(e)  {
            var url ="edit.db.php";
            OpenModelWindow(url,{  width: 500, height: 400, caption: "Create New
Calendar"});
        });
        //go to today
        $("#showtodaybtn").click(function(e)  {
            var p = $("#gridcontainer").gotoDate().BcalGetOp();
```

```
            if (p && p.datestrshow) {
                $("#txtdatetimeshow").text(p.datestrshow);
            }
        });
        //previous date range
        $("#sfprevbtn").click(function(e) {
            var p = $("#gridcontainer").previousRange().BcalGetOp();
            if (p && p.datestrshow) {
                $("#txtdatetimeshow").text(p.datestrshow);
            }
        });
        //next date range
        $("#sfnextbtn").click(function(e) {
            var p = $("#gridcontainer").nextRange().BcalGetOp();
            if (p && p.datestrshow) {
                $("#txtdatetimeshow").text(p.datestrshow);
            }
        });
    });
  </script>
</head>
<body>
  <div>
    <div id="calhead" style="padding-left:1px;padding-right:1px;">
        <div class="cHead"><div class="ftitle">Meeting Room Booking System</div>
        <div id="loadingpannel" class="ptogtitle loadicon" style="display: none;">Loading data...</div>
        <div id="errorpannel" class="ptogtitle loaderror" style="display: none;">Sorry, could not load your data, please try again later</div>
        </div>
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        <div id="caltoolbar" class="ctoolbar">
        <div id="admlogin" class="fbutton">
          <div><span title='Admin Login' class="login" id="text_login">
            <?php if(empty($_SESSION['userid'])){ echo"Admin Login " ; }else{ echo"Sign
Out";} ?>
          </span></div>
        </div>
         <div id="faddbtn" class="fbutton">
          <div><span title='Click to Create New Event' class="addcal">
          New Event
          </span></div>
        </div>
        <div class="btnseparator"></div>
         <div id="showtodaybtn" class="fbutton">
          <div><span title='Click to back to today ' class="showtoday">
          Today</span></div>
        </div>
         <div class="btnseparator"></div>
        <div id="showdaybtn" class="fbutton">
          <div><span title='Day' class="showdayview">Day</span></div>
        </div>
         <div id="showweekbtn" class="fbutton fcurrent">
          <div><span title='Week' class="showweekview">Week</span></div>
        </div>
         <div id="showmonthbtn" class="fbutton">
          <div><span title='Month' class="showmonthview">Month</span></div>
        </div>
        <div class="btnseparator"></div>
         <div id="showreflashbtn" class="fbutton">
          <div><span title='Refresh view' class="showdayflash">Refresh</span></div>
```

```
        </div>
      <div class="btnseparator"></div>
     <div id="sfprevbtn" title="Prev"  class="fbutton">
      <span class="fprev"></span>
     </div>
     <div id="sfnextbtn" title="Next" class="fbutton">
        <span class="fnext"></span>
     </div>
     <div class="fshowdatep fbutton">
          <div>
             <input type="hidden" name="txtshow" id="hdtxtshow" />
             <span id="txtdatetimeshow">Loading</span>
          </div>
     </div>
     <div class="clear"></div>
     </div>
</div>
<div style="padding:1px;">
  <div class="t1 chromeColor">
      </div>
  <div class="t2 chromeColor">
      </div>
  <div id="dvCalMain" class="calmain printborder">
     <div id="gridcontainer" style="overflow-y: visible;">
     </div>
  </div>
  <div class="t2 chromeColor">
      </div>
  <div class="t1 chromeColor">
      
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        </div>
        </div>
  </div>
</body>
</html>
```

Login

```
<?php
session_start();
?>
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<meta charset="utf-8">
<title>Admin Login</title>
    <link href="css/main.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
    <link href="css/dp.css" rel="stylesheet" />
    <link href="css/dropdown.css" rel="stylesheet" />
    <link href="css/colorselect.css" rel="stylesheet" />
    <script src="src/jquery.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="src/Plugins/Common.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="src/Plugins/jquery.form.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="src/Plugins/jquery.validate.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="src/Plugins/datepicker_lang_US.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="src/Plugins/jquery.datepicker.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="src/Plugins/jquery.dropdown.js" type="text/javascript"></script>
    <script src="src/Plugins/jquery.colorselect.js" type="text/javascript"></script>
<script type="text/javascript">
$(document).ready(function () {
    $("#login").click(function() {
```

```
    $.post("php/loginResponse.php?method=check_login",
        { "user_name": $("#UserName").val(), "password": $("#Password").val()},
        function(data){
            if (data.IsSuccess) {
                alert(data.Msg);
                parent.location.reload();
                CloseModelWindow(null,true);
            }
            else {
                alert("Error occurs.\r\n" + data.Msg);
            }
        }
    ,"json");
    //CloseModelWindow();
    });
$("#Closebtn").click(function() { CloseModelWindow(); });
$("#signout").click(function() {
    $.post("php/loginResponse.php?method=signout",
        function(data){
            if (data.IsSuccess) {
                alert(data.Msg);
                parent.location.reload();
                CloseModelWindow(null,true);
            }
            else {
                alert("Error occurs.\r\n" + data.Msg);
            }
        }
    ,"json");
    });
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
});
</script>
</head>
<body>
<?php
if(!empty($_SESSION['userid'])){
   echo"<div align='center'><h4>ท่านต้องการออกจากระบบใช่หรือไม่?</h4>";
   echo"<button id='signout'>Yes</button>  <button id='Closebtn'>No</button></div>";
   exit();
}
?>
<div class="toolBotton">
      <a id="login"  class="imgbtn"  href="javascript:void(0);">
       <span class="login"   title="Login">Login
       </span>
      </a>
      <a id="Closebtn"  class="imgbtn"  href="javascript:void(0);">
       <span class="Close"  title="Close  the window" >Close
       </span></a>
      </a>
    </div>
    <div style="clear:  both">
    </div>
<div class="infocontainer">
   <form action="php/loginResponse.php"  class="fform" id="fmLogin"  method="post">
       <label>
         <span>User Name:</span>
         <input MaxLength="200" id="UserName" name="UserName" style="width:95%;"
type="text" value="" />
       </label>
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        <label>
          <span>Password:</span>
          <input MaxLength="200" id="Password" name="Password" style="width:95%;"
type="password" value="" />
        </label>
        <?php if(!empty($_SESSION['userid'])){ echo $_SESSION['userid']; } ?>
        <br/>
        <br/>
    </form>
</div>
</body>
</html>
```

Sensor

```
<?php
include_once("../php/dbconfig.php");
require '../libs/firebase-php/firebaseLib.php';
$url = 'https://smartroom-1185d.firebaseio.com';
$token = 'cKeIf9XfIpyOckrGSpt8PjrDtWmhaEEiLlsczHmz';
$firebase = new \Firebase\FirebaseLib($url,  $token);
//echo $firebase->get('led/state');
//$firebase->set('/led/state','ON');
//$firebase->set('/TV/state','OFF');
//$firebase->set('/air/state','OFF');
          //$time15 = new DataTime(900);
          //$nowtime15= date_format($time15, 'h:i');
          //echo "nowtime15=?".$nowtime15."<br>";
echo 'motion= '.$firebase->get('motion/state');
if(!strcmp($firebase->get('motion/state'),""."OFF".'')){
    $tmotionoff=new DateTime("now");
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
        $nowoff= $tmotionoff->format('d/m/Y');
}
                echo '<br>';
        $db = new DBConnection();
        $db->getConnection();
        $sql = "select StartTime, EndTime from jqcalendar where deleted = 0";
        $r = mysql_query($sql);
        $num = mysql_num_rows($r);
        $resultArray = array();
        for ($i = 0;$i<$num;$i++) {

                $result = mysql_fetch_row($r);
                array_push($resultArray,$result);
        }
        for ($i = 0;$i<$num;$i++) {
           print '<br>i='.$i.'<br>';
         $date2 = new DateTime("now");
         $now= $date2->format('d/m/Y');
         //$nowt= $date2->format('h:i');

         $datatime=date_create($resultArray[$i][0]);
        $date= date_format($datatime, 'd/m/Y');
        $date234= date_format($datatime, "h:i");
        //$datet= date_format($datatime, 'h:i');
           $time = new DateTime("now");
           $nowtime= $time->format("h:i");
           $time = new DateTime($nowtime);
           $dteStart = date_create($resultArray[$i][0]);
           $dteStart2 = date_create($resultArray[$i+1][0]);
           $dteEnd   = date_create($resultArray[$i][1]);
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
$dteEnd1 = new DateTime($dteEnd->format("h:i"));
$dteStart1 = new DateTime($dteStart->format("h:i"));
//echo '<br>motion==off : '.strcmp($firebase->get('motion/state'),'"."OFF"."').'<br>';
if($date==$now ){
if($date2>=$dteStart&&$date2<=$dteEnd)
{
   $diffnow=$dteStart->diff($date2);
$diff1=$diffnow->format("%H:%I");
echo "diffnow-start=?".$diff1."<br>";
$diffboolnow=strcmp($diff1,"00:15");

$dteDiff  = $date2->diff($dteEnd);
$diff=$dteDiff->format("%H:%I");
$diffbool=strcmp($diff,"00:15");
   echo $now;
   echo "=?".$date."<br>";
   echo 'now='.$date2->format("h:i");
   echo '<br>start= '.$dteStart->format("h:i");
   echo '<br>end= '.$dteEnd->format("h:i");
   //echo '<br>15minnow= now-start= '.$diffboolnow.'<br>';
   //echo '<br>15min= end-now= '.$diffbool.'<br>';
   if($dteStart1==$time){
      $firebase->set('/led/state','ON');
      $firebase->set('/TV/state','ON');
      $firebase->set('/air/state','ON');
      echo '<br>=ON 1=<br>';
      echo 'motion= '.$firebase->get('motion/state');
      echo '<br>';
   }
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
            if($dteStart2->format("h:i")!=$dteEnd->format("h:i") && $dteEnd-
>format("h:i")==date('h:i',time()+120)&& !(strcmp($firebase-
>get('motion/state'),""."OFF"."")){
                $firebase->set('/air/state','OFF');
                echo '<br>OFF air-->1<br>';
                echo 'motion= '.$firebase->get('motion/state');
                echo '<br>';
                //$firebase->set('/motion/state','OFF');
            }
            if($dteEnd->format("h:i")==date('h:i',time()) && !(strcmp($firebase-
>get('motion/state'),""."OFF"."")){
                $firebase->set('/led/state','OFF');
                $firebase->set('/TV/state','OFF');
                echo '<br>OFF TV led-->1<br>';
                echo 'motion= '.$firebase->get('motion/state');
                echo '<br>';
                if($firebase->get('air/state')!=""."OFF"."")
                    $firebase->set('/air/state','OFF');
            }
        //  if($nowoff>$dteEnd->format("h:i") && !strcmp($firebase-
>get('motion/state'),""."OFF"."")){
          //       $firebase->set('/air/state','OFF');
            //     $firebase->set('/led/state','OFF');
              //   $firebase->set('/TV/state','OFF');
               //  echo '<br>OFF TV led';
               //  echo 'motion= '.$firebase->get('motion/state');
                //  echo '<br>';
          //   }
           ///  if(!strcmp($firebase->get('motion/state'),""."OFF"."")&& $diffboolnow&&
$dteStart2!=$dteEnd){
```

```
            if(!strcmp($firebase->get('motion/state'),""."OFF"."")&& $dteStart-
>format("h:i")==date('h:i',time()-120)&& $dteStart2->format("h:i")!=$dteEnd-
>format("h:i")){
                echo $firebase->get('motion/state')=="OFF" ;
                echo '<br>';
                $firebase->set('/led/state','OFF');
                $firebase->set('/TV/state','OFF');
                $firebase->set('/air/state','OFF');
                echo '<br>OFF-->2<br>';

                echo 'motion= '.$firebase->get('motion/state');
                echo '<br>';
            }
            if($dteStart2->format("h:i")!=$dteEnd->format("h:i") && $dteEnd-
>format("h:i")==date('h:i',time()))
            {
                echo '<br>OFF led TV-->3<br>';
                $firebase->set('/led/state','OFF');
                $firebase->set('/TV/state','OFF');
            }
            if($dteStart2->format("h:i")!=$dteEnd->format("h:i") && $dteEnd-
>format("h:i")==date('h:i',time()+120))
            {
                echo '<br>OFF air--4<br>';
                $firebase->set('/air/state','OFF');
                //$firebase->set('/motion/state','OFF');
            }else if($dteStart2->format("h:i")!=$dteEnd->format("h:i") &&$dteEnd-
>format("h:i")==date('h:i',time())){
                $firebase->set('/motion/state','OFF');
            }
```

```
            if($dteStart2->format("h:i")!=$dteEnd->format("h:i") &&!strcmp($firebase-
>get('motion/state'),""."ON".'')){
                if( $dteEnd1==$time){
                    echo '<br>OFF led TV--5<br>';
                $firebase->set('/led/state','OFF');
                $firebase->set('/TV/state','OFF');
                }
              }
         if(!strcmp($firebase->get('air/state'),""."OFF".'')&&$dteEnd-
>format("h:i")==date('h:i',time())){
              if(!strcmp($firebase->get('led/state'),""."ON".'')&&!strcmp($firebase-
>get('TV/state'),""."ON".'')){
                echo '<br>OFF led TV--6<br>';
                $firebase->set('/led/state','OFF');
                $firebase->set('/TV/state','OFF');
            }
          }
      echo ".>>>" . strcmp($firebase->get('motion/state'),""."OFF".'');
       echo 'led= '.$firebase->get('led/state');
                echo '<br>';
                echo 'TV= '.$firebase->get('TV/state');
                echo '<br>';
                echo 'air= '.$firebase->get('air/state');
                echo '<br>';
 ?>
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ง

ข้อมูลห้องประชุมภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง ง.1 จำนวนห้องประชุมในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการห้องประชุม	จำนวนห้อง	จำนวนครั้งประชุม (1 ม.ค.–31 ธ.ค. 2559)
1. สำนักวิศวกรรมศาสตร์	10	633
2. สถานพัฒนาคณาจารย์	4	723
3. อาคารบริหาร	4	567
4. ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา	1	46
5. อาคารกิจการนักศึกษา 1	3	259
6. อาคารกิจการนักศึกษา 2	2	252
7. สถานส่งเสริมและพัฒนาระบบสารสนเทศ	2	496
8. ศูนย์คอมพิวเตอร์	2	52
9. ส่วนประชาสัมพันธ์	1	201
10. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์	11	209
11. สถานกีฬาและสุขภาพ	1	3
12. หน่วยประสานงาน มทส. กทม.	3	206
13. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร	7	733
14. สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม	3	111
15. ศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา	2	93
16. สำนักวิชาทันตแพทยศาสตร์	1	1
รวม	**57**	**4,585**

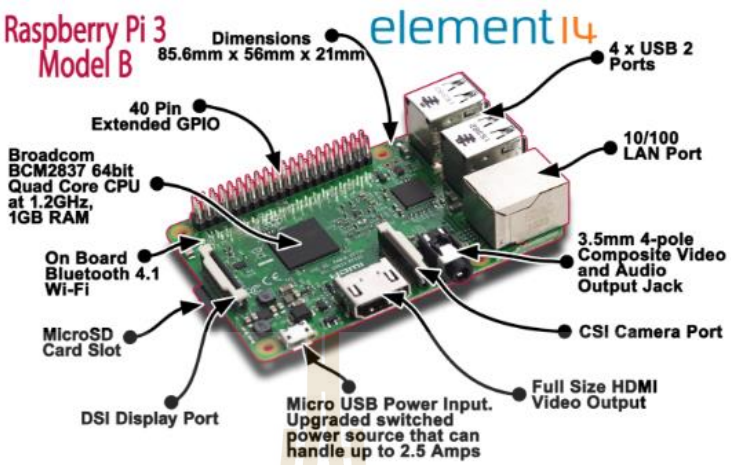
<u>หมายเหตุ</u> จำนวนห้องประชุมและจำนวนครั้งประชุมอ้างอิงจากระบบจองห้องประชุม Online ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก จ

เอกสารทางเทคนิค

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1. Raspberry Pi 3 Model B



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบ Raspberry Pi 3 Model B

ข้อมูลทางเทคนิคของ Raspberry Pi 3 Model B

- Broadcom BCM2837 chipset running at 1.2 GHz
- 64-bit quad-core ARM Cortex-A53
- 802.11 b/g/n Wireless LAN
- Bluetooth 4.1 (Classic & Low Energy)
- Dual core Videocore IV® Multimedia co-processor
- 1 GB LPDDR2 memory
- microUSB connector for 2.5 A power supply
- 1 x 10/100 Ethernet port
- Supports all the latest ARM GNU/Linux distributions and Windows 10
- 1 x HDMI video/audio connector
- 1 x RCA video/audio connector
- 4 x USB 2.0 ports
- 40 GPIO pins
- Chip antenna
- DSI display connector
- microSD card slot
- Dimensions: 85 x 56 x 17 mm

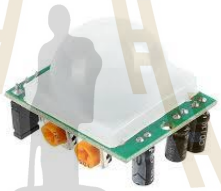
2. AM2303 Temperature-Humidity Sensor

รูปที่ จ.2 AM2303 Temperature-Humidity Sensor

ข้อมูลทางเทคนิคของ AM2303 Temperature-Humidity Sensor

- 3 to 5V power and I/O
- 2.5mA max current use during conversion (while requesting data)
- Good for 0-100% humidity readings with 2-5% accuracy
- Good for -40 to 80°C temperature readings ±0.5°C accuracy
- No more than 0.5 Hz sampling rate (once every 2 seconds)
- Body size 27mm x 59mm x 13.5mm (1.05" x 2.32" x 0.53")
- 3 wires 23cm long (9")
- 27mm wide x 58.75mm tall x 13.30mm deep

3. HC-SR501 PIR Motion Sensor



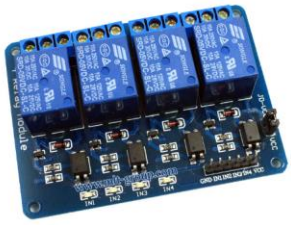
รูปที่ จ.3 Motion Sensor

ข้อมูลทางเทคนิคของ HC-SR501 PIR Motion Sensor

- Use BISS0001 signal processing IC, sanyo genius regulator
- Voltage: 5V – 20V
- Power Consumption: 65mA
- TTL output: 3.3V, 0V
- Delay time: adjustable (0.3 sec – 10 minutes)
- Lock time: 0.2 sec
- Trigger methods: L – disable repeat trigger, H enable repeat trigger
- Sensing range: less than 120 degree, within 7 meters
- Temperature: – 15 ~ +70
- Dimension: 32 * 24 mm, distance between screw 28 mm, M2 , Lens dimension in diameter: 23mm

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. 4 Channel Relay Module with OPTOCOUPLER Protection



รูปที่ จ.4 4 Channel Relay Module

ข้อมูลทางเทคนิคของ 4 Channel Relay Module

- รีเลย์เอาต์พุตแบบ SPDT จำนวน 4 ช่อง
- ควบคุมไฟ DC ได้สูงสุด 34VDC/7A
- ควบคุมไฟ AC ได้สูงสุด 220VAC/7A และ 110VAC/10A
- ระดับสัญญาณอินพุตควบคุมแบบ TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ Active High
- มี OPTO-ISOLATED เพื่อแยกกราวด์ส่วนของสัญญาณควบคุมกับไฟที่ขับรีเลย์ออกจากกัน
- มีจัมพ์เปอร์สำหรับเลือกว่าจะใช้กราวด์ร่วมหรือแยก
- มี LED แสดงสถานะ การทำงานของรีเลย์และแสดงสถานะของบอร์ด
- ขนาดรูยึดบอร์ด 3mm
- ขนาด (L x W x H): 77 x 55 x 20 mm

5. Magnetic Contactors S-T10 Coil 220V

รูปที่ จ.5 Magnetic Contactors S-T10 Coil 220V

ข้อมูลทางเทคนิคของ Magnetic Contactors S-T10 Coil

- แรงดันไฟ จ่ายคอยล์ Coil : 220 VAC
- ทนกระแส Continuous Current, AC1 : 20A
- Operating Temperature Range : -50 - +55 °C
- Dimensions : 36 x 75 x 78 mm
- AC220 - 240V : Current 11A / kW (HP) 2.5 (3.3)
- คอนแทนช่วย Auxiliary Contacts : 1 NO

6. Relay Coil 220V 8 Pin

รูปที่ จ.6 Relay Coil 220V 8 Pin

ข้อมูลทางเทคนิคของ Relay Coil 220V 8 Pin

- Contact Capacity : 10A AC240V/ DC28V
- Contact resistance : ≤100m Ohm
- Contact material : silver alloy
- Coil Voltage : AC 220V
- Pins : 8 Pin
- Pick-up time : ≤15ms
- Drop-out time : ≤10ms
- Electrical Life : ≥100000times
- Mechanical Life : ≥10000000times
- Operating Temperature : -25 - +55 °C

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ฉ

บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายชื่อบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

Piyaporn Saisaeng, Thawanrat Thongpan, and Kontorn Chamniprasart. (2017). **SMART SYSTEM FOR ENERGY CONTROL IN A MEETING ROOM.** The 11th South East Asean Technical University Consortium Symposium (SEATUC 2017). Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT) Vietnam. 13 - 14 March 2017: Page 220.

SMART SYSTEM FOR ENERGY CONTROL IN A MEETING ROOM

Piyaporn Saisaeng [(1)], Thawanrat Thongpan [(1)], Kontorn Chamniprasart [(1)]
[(1)] Suranaree University of Technology, Thailand
Email: kontorn@sut.ac.th, saisaeng@sut.ac.th

ABSTRACT

This research presents a smart system for energy control in a meeting room that users can access the system via internet. Smart energy management systems are now global concern due to global warming and petroleum crisis. That needs to manage the energy efficiency. This research will combine the design control device by using Raspberry Pi which is connected to the internet to control the electrical equipment in the meeting room. The device will be controlled to turn electrical equipment on or off automatically. These include air conditioning, lighting, and television in the room. The users can access the system via internet to reserve the meeting room. The smart system then will control all electrical equipment to meet the energy efficiency criteria. This system will make the room user more comfortable and can reduce electricity cost. The prototype shows that this system is reliable and can be applied to the real world use.

KEYWORDS: *Smart Energy Management System, Web application, Automate Meeting Room, Raspberry pi*

1. INTRODUCTION

Currently, the world is continuous development. Both in technology and electronic devices and the quality of human life. In everyday, we can use technology to help people more comfortable such as home or office electrical equipment that users can control them. Nowadays the use of meeting room is becoming more common. Traditionally people use papers to keep records of the reservations. People who want to use rooms need to call or walk to meet with people who take care of rooms to make room reservations. Such approaches are very time consuming and inconvenient. This smart system help reducing time for room's reservation and management. The users can access the system via online web application and mobile application to reserve the meeting room. (Ngowatanasuwan P., et al. (2013)) In meeting room has many electrical equipment such as air conditioning, lighting, and television. When the electrical equipment is plugged in but it is not in use, there still has the flow of electricity. That can lose the electrical energy of regularly usage, so that wastes money for no reason. Therefore, many people who always forget to unplug the electrical device have to remind themselves every time before they go out. On the other hand, if they go out with forgetting to unplug, they must pull the plug out to avoid the dangerous situations, so it is a waste of so much time. In order to solve these problems, smart technology will be required. (Sripan M., et. all (2012)) A new smart meeting room system called EasyMeeting. The goal of developing EasyMeeting is to create a smart meeting room that can facilitate typical user activities in an everyday meeting. (Chen H., et. all, (2004)) The smart system that can control electrical equipment in the meeting room is to bring Raspberry Pi was developed an intelligent network with versatility. This system can made using low investment. (Nakpomchin S., et. all (2015)) This system will make the room user more comfortable and can reduce electricity cost. The prototype shows that this system is reliable and can be applied to the real world use.

Therefore, this research aims to use PHP to design web service for reserve the room and this work Raspberry Pi to the design control device for control electrical equipment in the meeting room.

2. DESIGN

Smart system for energy control in a meeting room that users can access the system by the register via internet to make room reservations. This research will combine the design control device by using Raspberry Pi which is connected to the internet to control the electrical equipment in the meeting room. The device will be controlled to turn electrical equipment on or off automatically. These include air

conditioning, lighting, and television in the room. The Process diagram is shown Fig.1

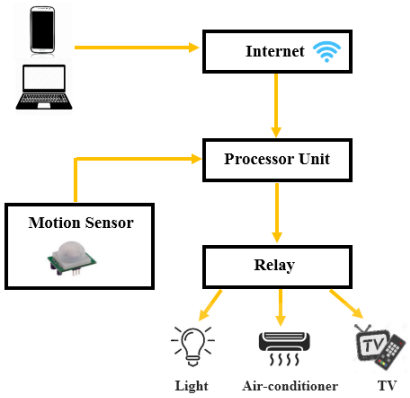


Fig 1. Process Diagram

2.1 SYSTEM DESIGN

2.1.1 Website Design

Website design for make room reservations that reduce the difficulty of reserving meeting rooms. Bring software to assist in the storage system. Programming languages can be used to create website is PHP and connect database that developed by MySQL. The users need to register to reserve the room is shown in Fig. 2.

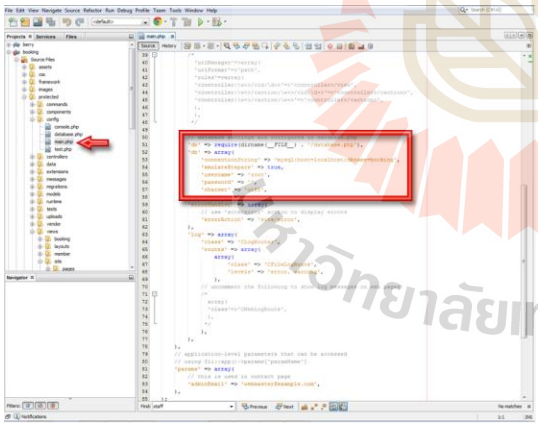


Fig 2. The Sample code that uses to design the reservation system.

2.1.2 Smart System Design

To design the smart system for energy control that use Raspberry pi 3 Model B for control all electrical equipment in meeting room is shown in Fig 3. These include air conditioning, lighting, and television in the room. The device will be controlled to turn electrical equipment on or off automatically.

Fig 3. Raspberry Pi 3 Model B.

The Raspberry Pi is a series of credit card-sized single-board computers. There are two Raspberry Pi models, the A and the B, named after the aforementioned BBC Micro, which was also released in a Model A and a Model B. The A comes with 256MB of RAM and one USB port. It is cheaper and uses less power than the B. The current model B comes with a second USB port, an ethernet port for connection to a network, and 512MB of RAM. The Raspberry Pi is a low cost, small and portable size of computer board. It can be used to plug-in to computer monitor or television, keyboard, mouse, pen-drive. Raspberry Pi has built in software such as Scratch which enables users to program and design animation, game or interesting video. In addition, programmers can also develop script or program using Python language; it is main core language in Raspbian operating system.

The Raspberry Pi was designed for the Linux operating system, and many Linux distributions now have a version optimized for the Raspberry Pi. Two of the most popular options are Raspbian, which is based on the Debian operating system, and Pidora, which is based on the Fedora operating system. This research use Raspbian to control electrical equipment in meeting room is shown in Fig 4 and circuit diagram is shown in Fig 5.

```
#include <ctype.h>
#include <stdlib.h>

int getWday(int year, int month, int day) {
  //zeller's rule to find day of week
  int adjustment, mm, yy;
  adjustment = (14 - month) / 12;
  mm = month + 12 * adjustment - 2;
  yy = year - adjustment;
  return (day + (13 * mm -1) / 5 +
          yy + yy / 4 - yy / 100 + yy / 400) % 7;
}
main () {
        const char *MMONDAY = "Monday's child is full of grace\n");
        const char *MTUESDAY = "Tuesday's child is full of grace\n";
        const char *MWEDNESDAY = "Wednesday's child is full of woe\n";
        const char *MTHURSDAY = "Thursday's child has far to go\n";
        const char *MFRIDAY = "Friday's child is loving and giving\n";
        const char *MSATURDAY = "Saturday's child works hard for a living\n";
        const char *MSUNDAY = "The child born on the Sabbath day is bonny and b
ithe and good and gay\n";
        int y
```

Fig 4. The Sample of Raspbian code.

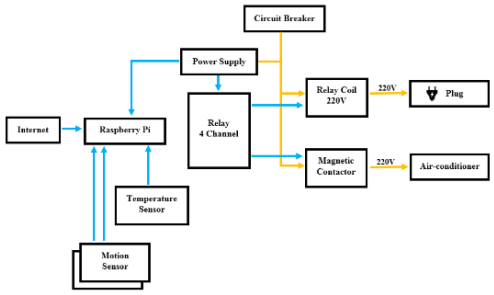


Fig 5. Circuit diagram

2.2 Working procedure of system

2.2.1 Users can access the system by the register via internet to make room reservations.

2.2.2 Users must specify the name of the reserve, the days that you want to use the meeting room, the subject of the meeting.

2.2.3 After the reservation has been completed. Before the meeting, the system will alert 10 minutes before the meeting to users.

2.2.4 When users use the meeting room. The smart system for energy control will turn electrical equipment on automatically including air conditioning, lighting and television.

2.2.5 When the meeting is finished. The smart system will turn electrical equipment off automatically including air conditioning, lighting and television.

2.3 Testing System

This research have five cases for testing system that can reduce electricity consumption. And the sample of meeting schedule is shown in Table 1. And the four cases for testing are shown in Table 2.

Table 1. The sample of meeting schedule.

Time	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-01.00
Mon.		(1)	(2)		
Tue.		(1)This meeting is finished at 10.00.		(2)	
Wed.		(1)This meeting is finished at 11.45.		(2)	
Thu.			(1)This meeting is over time to 12.00.		
Fri.		(1)			

The number (1), (2) in this sample of meeting schedule that shows the amount of use in the meeting room in that day.

Table 2. The case for testing system.

No.	Function	Procedure
1	On Monday, there is a meeting within the next two hours.	The system will command the electrical equipment working without close the equipment.
2	On Tuesday, There is a meeting that finished before the time reserve at 10.00. (The time of next meeting will start in 1 hour.)	The system will command to turn the electrical equipment off automatically and will turn on when it have the next meeting.
3	On Wednesday, There is a meeting that finished before the time reserve at 10.45. (The time of next meeting will start in 15 minutes.)	The system will command the electrical equipment working without close the equipment.
4	On Thursday, There is a meeting has over time to 12.00.	The user will reserve the meeting room before 15 minutes left for continue to use the meeting room. The system will command the electrical equipment working.
5	On Friday, The user don't come to use meeting room.	The system will command to turn the electrical equipment off automatically within 15 minutes.

3. EXPERIMENT RESULTS

Smart system for energy control in a meeting room has been designed. All of equipment needed Raspberry Pi and SD Card

Web Application display to reserve the meeting room is shown in Fig. 6. That users can access the system via internet to make room reservations. And specify the name of the reserve, the days that you want to use the meeting room, the subject of the meeting in this screen.

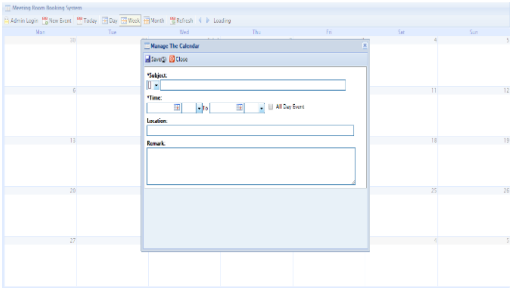


Fig. 6. The sample of the screen to make room reservations.

In experiment has been conducted to know system reliability and the system can reduce electricity consumption. Tests are performed in the meeting room by testing Raspberry Pi. And test results are shown in Table 3.

Table 3. Results of testing system.

No.	Function	Procedure	Result
1	On Monday, there is a meeting within the next three hours.	The system will command the electrical equipment working without close the equipment.	OK
2	On Tuesday, There is a meeting that finished before the time reserve at 10.00. (The time of next meeting will start in 1 hour.)	The system will command to turn the electrical equipment off automatically and will turn on when it have the next meeting.	OK
3	On Wednesday, There is a meeting that finished before the time reserve at 10.45. (The time of next meeting will start in 15 minutes.)	The system will command the electrical equipment working without close the equipment.	OK
4	On Thursday, There is a meeting has over time to 12.00.	The user will reserve the meeting room before 15 minutes left for continue to use the meeting room. The system will command the electrical equipment working.	OK
5	On Friday, The user don't come to use meeting room.	The system will command to turn the electrical equipment off automatically within 15 minutes.	OK

And compare the testing system that can reduce electricity consumption. In Table 4 is shown electricity consumption before installing the system and Table 5 is shown after installing the system.

Table 4. Electricity consumption before installing the system. (Measured in watt.)

Time	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-01.00
Mon.		(1) 1462	(2) 1462		
Tue.		(1) 1462		(2) 1462	
Wed.		(1) 2924		(2) 1462	
Thu.			(1) 2924		
Fri.		(1) 1462			

All of Electricity consumption before installing the system are 14.62 kwatt.

Table 5. Electricity consumption after installing the system. (Measured in watt.)

Time	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-01.00
Mon.		(1) 1184	(2) 1184		
Tue.		(1) 1184		(2) 1184	
Wed.		(1) 2559		(2) 1184	
Thu.			(1) 2559		
Fri.		(1) 1184			

All of Electricity consumption after installing the system are 12.222 kwatt.

4. CONCLUSIONS

This research demonstrates that the smart system for energy control in a meeting room has been successfully designed. System is able to work properly, all equipment can be controlled via the smart system with reliably and results can be displayed and controlled by multi cases perfectly. This smart system can reduce electricity consumption 2.398 kwatt. This system will make the room user more comfortable and can be applied to the real world use.

This research originated some prototype of the functionalities that will be certainly available in the offices and meeting rooms of the future.

REFERENCES

Ngowatanasuwan P., Saikaew K., Chaipa K., Konlam S. and Jaosakul A., Online reservation management system Khon Kaen University, *Thai academic reference*., 2013.

Sripan M., Lin X., Petchlorlean P., and Ketcham M., Research and Thinking of Smart Home Technology, *International Conference on Systems and Electronic Engineering (ICSEE'2012)*, 2012

Chen H., Perich F., Chakraborty D., Finin T., and Joshi A., Intelligent Agents Meet Semantic Web in a Smart Meeting Room, *Proceedings of the Third International Joint Conference on Autonomous Agents & Multi Agent Systems (AAMAS 2004)*, vol. 2, pp 854-861, 2004

Zhao Ch., Jegatheesan J., and Loon S., Exploring IOT Application Using Raspberry Pi, *International Journal of Computer Networks and Applications*, vol. 2, no. 1, 2015

Sarawong Th., Wangrungarun R., and Imporn S., Application of CAN Bus in locker control system, *The Eleventh National Conference on Computing and Information Technology*., 2015

Nakpomchin S., Sansomjing S., and Thianjang K., Smart internet sharing system by Raspberry pi Technology, *The 6th Hatyai National Conference*, 2015

PHOTOS AND INFORMATION

Piyaporn Saisaeng received the B.S. (2014) degrees in Occupational Health and Safety from Suranaree University of Technology.

Thawanrat Thongpan received the B.E. (2010) degree in Aeronautical Engineering, M.E. (2014) degree in Mechanical Engineering from Suranaree University of Technology.

Kontorn Chamniprasart received the B.S. (1980) degree in Mechanical Engineering from (First Class Horner) from Royal Thai Air Force Academy, Thailand, M.Sc. (1987) degree in Mechanical Engineering from University of Pittsburgh, and Ph.D. (1992) degree in Mechanical Engineering from University of Pittsburgh, system.

ประวัติผู้เขียน

นางสาวปิยะพร สายแสง เกิดเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม พ.ศ. 2535 ณ จังหวัดชุมพร สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา และชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนมารีย์วิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ในปีการศึกษา 2553 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสำนักวิชาแพทยศาสตร์ สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปีการศึกษา 2557 หลังจากสำเร็จการศึกษาได้เข้าทำงานในบริษัท ไทยเบเวอร์เรจแคน จำกัด ตำแหน่งเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ พร้อมทั้งเกิดแรงจูงใจที่จะศึกษาต่อในระดับปริญญาโท ทางด้านวิศวกรรมการจัดการพลังงาน เพื่อเป็นการพัฒนาความรู้และความสามารถให้กับตนเอง จึงได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2557 ในขณะที่ศึกษาอยู่ได้มีโอกาสเป็นเจ้าหน้าที่โครงการในโครงการประชาสัมพันธ์หลักสูตรเพื่อการรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัย : ได้เสนอบทความวิชาการเข้าร่วมในการประชุม The 11th South East Asia Technical University Consortium (SEATUC 2017) เรื่องระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม (SMART SYSTEM FOR ENERGY CONTROL IN A MEETING ROOM)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี