



## รายงานการวิจัย

พัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์  
ผ่านอินเทอร์เน็ต

Development of Electrical Device Control System inside  
Building by Using Micro-controller via Internet.

สุภาวดี มากอัน	Supawadee	Mak-on
วันประชา นวนสร้อย	Wanpracha	Nuansoi
น้ำเพ็ญ พรหมประสิทธิ์	Nampen	Promprasit
คิวดล นवलนภดล	Sivadol	Noulnoppadol

วิทยาลัยรัตภูมิ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย  
งบประมาณ (แผ่นดิน) ประจำปี พ.ศ. 2559

## พัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านอินเทอร์เน็ต

สุภาวดี มากอ้น วันประชา นวนสร้อย น้ำเพ็ญ พรหมประสิทธิ์ ศิวดล นवलนภดล

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านอินเทอร์เน็ต ระบบมีความชาญฉลาดสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจากระยะไกล ผู้ใช้งานสามารถสั่งการผ่านอินเทอร์เน็ต หรือ อุปกรณ์สื่อสารไร้สายได้ ระบบแบ่งการทำงานได้เป็นสองส่วน ส่วนแรกเซิร์ฟเวอร์ ทำหน้าที่โดยบอร์ดราสเบอร์รี่พายสำหรับพัฒนาเว็บไซต์สั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าไปยังฝั่งไคลเอนต์ ส่วนที่สองไคลเอนต์ ทำหน้าที่โดยอาดวีโน่เมกา รับคำสั่งจากเซิร์ฟเวอร์ไปทำการควบคุมรีเลย์ให้เปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบสามารถสั่งการอุปกรณ์ได้ 4 รูปแบบ คือ 1.เปิด-ปิด ผ่านปุ่มควบคุมหน้าเว็บ 2. เปิด-ปิด ด้วยการตั้งเวลาผ่านหน้าเว็บ 3. ตั้งค่าอุณหภูมิสำหรับเปิด-ปิดแอร์ และ 4. เปิด-ปิด ด้วยการกดปุ่มสวิตช์ผ่านกล่องควบคุมโดยตรง นอกจากนี้งานวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบระยะสั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์ระหว่างสัญญาณไร้สาย Wi-Fi และ Bluetooth กรณีที่มีสิ่งกีดขวาง และไม่มีสิ่งกีดขวาง ผลการทดลองพบว่าระยะสั่งการด้วยสัญญาณ Wi-Fi มีระยะสั่งการที่ไกลกว่า Bluetooth คือกรณีพื้นที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง Wi-Fi สั่งการควบคุมได้ 71 เมตร Bluetooth สั่งการควบคุมได้ 35 เมตร พื้นที่มีสิ่งกีดขวาง Wi-Fi สั่งการควบคุมได้ 60 เมตร Bluetooth สั่งการควบคุมได้ 18 เมตร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้สัญญาณ Wi-Fi สำหรับสั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจากระยะไกล

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ไฟฟ้า วายฟาย เว็บไซต์

## Developing Electrical Devices Control System inside the Buildings by Using Micro-controller via the Internet

Supawadee Mak-on, Wanpracha Nuansoi, Nampen Promprasit,  
Sivadol Nounnoppadol

### Abstract

The purpose of this research was to develop the electrical devices control system inside the buildings by using micro-controller via the Internet. The system can intelligently control the electrical devices from remote area. The user can operate the system via the Internet and mobile devices. The system was divided into two parts. The first part was a server of which Raspberry Pie Board had developed a website that controlled the electrical devices to the client side. The second part was a client of which Arduino Mega had been commanded from the server to control the relay to turn on/off the electrical devices. The system can be commanded in 4 patterns; 1) turning on/off via the web control, 2) turning on/off by setting timing on the web. 3) setting temperature for turning on/off the air conditioner, and 4) turning on/off by switch. Besides, this research had compared the distance to control electrical devices through the web browser between Wi-Fi wireless signal and Bluetooth in case that there was the obstruction. The results found that Wi-Fi has significantly better performance than Bluetooth in term of the control range of 71:35 m for open space area and 60:18m for barricade area. Therefore, this research had been decided to use Wi-Fi signal for remote control of electrical devices.

**Keyword:** Micro-controller, electrical device, Wi-Fi, Web site

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2559 เป็นงานวิจัยพื้นฐานเพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถ พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ประยุกต์ใช้งานได้จริงภายในอาคารต่างๆ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับยุคอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งด้วย และเพิ่มความสะดวกรสบายให้กับผู้ใช้งาน ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ได้ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยนี้ ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ทั้งความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และ การติดตั้งใช้งานจริง ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยที่อุทิศกำลังกายและกำลังใจช่วยในการวิจัยครั้งนี้ลุล่วงได้ด้วยดี ตลอดจนครอบครัวและผองเพื่อนที่ให้ความห่วงใย เป็นกำลังใจให้เสมอมา ประโยชน์ อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านและหน่วยงาน ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

สุภาวดี มากอัน

วันประชา นวนสร้อย

น้ำเพ็ญ พรหมประสิทธิ์

ศิวดล นวนนภดล

สิงหาคม 2560



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตและความสามารถของระบบ.....	1
1.4 สมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....	2
1.7 แผนการดำเนินงาน.....	3
1.8 สถานที่ดำเนินโครงการ.....	4
1.9 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ภาษา PHP.....	6
2.2 ภาษาซี.....	8
2.3 บอร์ด Arduino.....	9
2.4 โปรโตคอล.....	11
2.5 บอร์ด Raspberry Pi.....	14
2.6 NodeMCU.....	16
2.7 Relay.....	17
2.8 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application).....	18
2.9 การใช้งานร่วมกันของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแอนดรอยด์.....	19
2.10 มายเอสคิวเอล (MySQL).....	20
2.11 Sensor DHT 22.....	21
2.12 โมดูล Wi-Fi ESP8266.....	22
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22

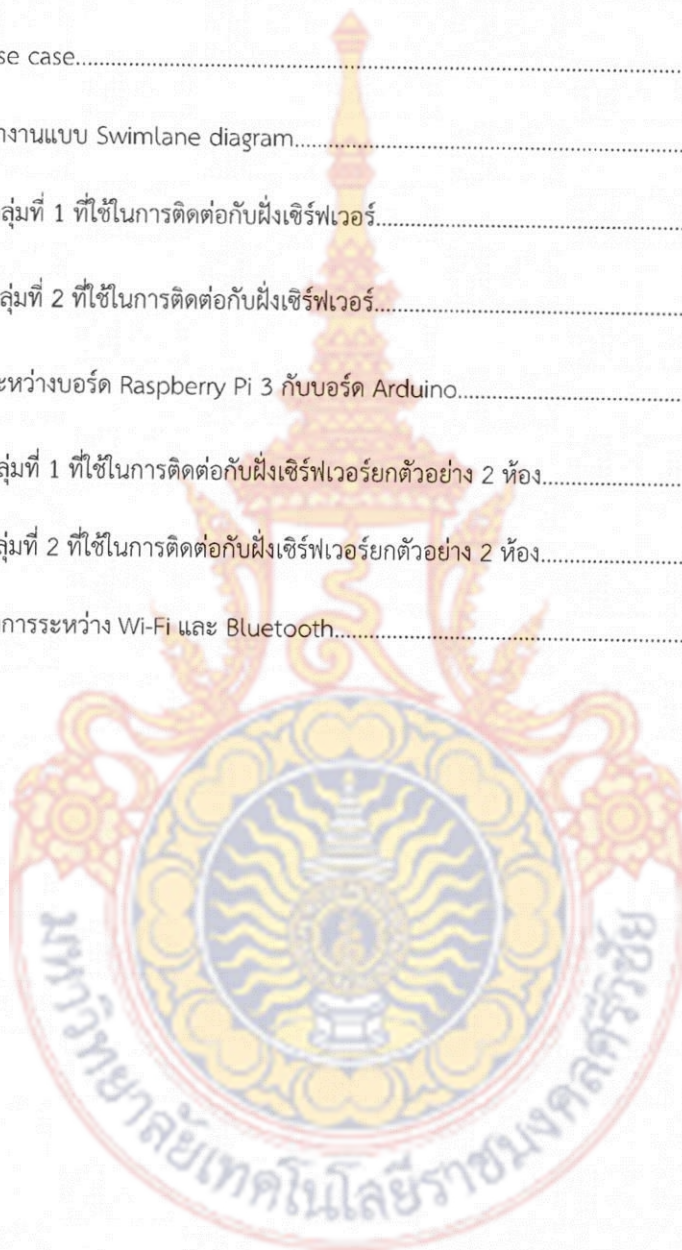
สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	29
3.1 ออกแบบและพัฒนาส่วนของฝั่งเซิร์ฟเวอร์.....	29
3.2 ออกแบบการสร้างโปรโตคอลติดต่อระหว่างฝั่งเซิร์ฟเวอร์ และฝั่งไคลเอนต์.....	35
3.3 ออกแบบและพัฒนาส่วนของฝั่งไคลเอนต์.....	40
3.4 ชุดควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ฝั่งไคลเอนต์.....	43
3.5 ฐานข้อมูลของระบบ.....	45
3.6 เปรียบเทียบระยะส่งการควบคุมการทำงานระหว่าง module Wi-Fi module Bluetooth.....	46
บทที่ 4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล.....	48
4.1 ผลการออกแบบเว็บไซต์สำหรับการใช้งาน.....	48
4.2 ผลการเปรียบเทียบระยะส่งการระหว่าง Wi-Fi และ Bluetooth.....	53
4.3 วิเคราะห์เลือกสัญญาณสำหรับงานวิจัยและจุดวาง Server.....	54
4.4 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับใช้งานจริง.....	55
4.5 อภิปรายผลการวิจัย.....	59
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	60
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	61
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	62
บรรณานุกรม.....	63
ภาคผนวก.....	65



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1-1 : แผนภาพการดำเนินงาน.....	4
ตารางที่ 2-1 : เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างบอร์ด Raspberry Pi กับเครื่องคอมพิวเตอร์.....	15
ตารางที่ 3-1 : รายละเอียดของ Use case.....	31
ตารางที่ 3-2 : การออกแบบการทำงานแบบ Swimlane diagram.....	31
ตารางที่ 3-3 : รูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 1 ที่ใช้ในการติดต่อกับฝั่งเซิร์ฟเวอร์.....	35
ตารางที่ 3-4 : รูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 2 ที่ใช้ในการติดต่อกับฝั่งเซิร์ฟเวอร์.....	36
ตารางที่ 3-5 : การเชื่อมต่อพอร์ตระหว่างบอร์ด Raspberry Pi 3 กับบอร์ด Arduino.....	38
ตารางที่ 3-6 : รูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 1 ที่ใช้ในการติดต่อกับฝั่งเซิร์ฟเวอร์ยกตัวอย่าง 2 ห้อง.....	42
ตารางที่ 3-7 : รูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 2 ที่ใช้ในการติดต่อกับฝั่งเซิร์ฟเวอร์ยกตัวอย่าง 2 ห้อง.....	43
ตารางที่ 4-1 : เปรียบเทียบระยะส่งการระหว่าง Wi-Fi และ Bluetooth.....	54



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1-1 : แนวความคิดในการพัฒนา.....	2
ภาพที่ 2-1 : คำสั่งที่ใช้ในการแสดงผลของภาษาสคริปต์ PHP.....	7
ภาพที่ 2-2 : บอร์ด Arduino.....	9
ภาพที่ 2-3 : การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายนอกเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด.....	9
ภาพที่ 2-4 : การเขียนโปรแกรมด้วยบอร์ด Arduino.....	10
ภาพที่ 2-5 : เลือกุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload.....	10
ภาพที่ 2-6 : เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด.....	11
ภาพที่ 2-7 : การตรวจสอบความถูกต้องของโค้ดโปรแกรม.....	11
ภาพที่ 2-8 : โครงสร้าง TCP/IP และ IP Header.....	12
ภาพที่ 2-9 : โครงสร้าง TCP/IP.....	12
ภาพที่ 2-10 : บอร์ด Raspberry Pi.....	14
ภาพที่ 2-11 : บอร์ด NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2.....	16
ภาพที่ 2-12 : โครงสร้าง NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E).....	16
ภาพที่ 2-13 : Relay.....	17
ภาพที่ 2-14 : อุปกรณ์ด้านเครือข่าย.....	18
ภาพที่ 2-15 : การทำงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแอนดรอยด์.....	19
ภาพที่ 2-16 : Sensor DHT 22.....	21
ภาพที่ 2-17 : โมดูล Wi-Fi ESP8266.....	22
ภาพที่ 2-18 : การทำงานของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า.....	22
ภาพที่ 2-19 : แสดงขั้นตอนการทำงานระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต.....	23



## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 2-20 : การออกแบบทำงานด้วยเครื่องควบคุมรอง (Slave).....	24
ภาพที่ 2-21 : โครงสร้างระบบการทำงานของวงจร Slave.....	25
ภาพที่ 2-22 : โครงสร้างการเชื่อมต่อระหว่าง Slave กับวงจรควบคุมไฟ.....	25
ภาพที่ 2-23 : การสั่งให้ช่องอุปกรณ์ที่เลือกทำการเปิด-ปิดบนเว็บ.....	26
ภาพที่ 2-24 : ระบบควบคุมไฟฟ้าด้วย Zigbee.....	27
ภาพที่ 2-25 : หลักการทำงานของ Smart Home using Android.....	28
ภาพที่ 3-1 : ภาพรวมการทำงานของระบบควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์.....	29
ภาพที่ 3-2 : Use Case Diagram ของระบบ.....	30
ภาพที่ 3-3 : หน้าเข้าสู่ระบบ เว็บไซต์.....	33
ภาพที่ 3-4 : หน้าแรกของเว็บเบราว์เซอร์สำหรับ user 1.....	34
ภาพที่ 3-5 : หน้าแรกของเว็บเบราว์เซอร์สำหรับ user 2.....	34
ภาพที่ 3-6 : หน้าเว็บเพจห้อง เพื่อสั่งการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า.....	35
ภาพที่ 3-7 : ขั้นตอนการทำงานระหว่างฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ไปยังฝั่งไคลเอนต์.....	37
ภาพที่ 3-8 : แผนภาพการเชื่อมต่อด้วยวิธีการจำลองผ่านหน้าจอ LCD.....	38
ภาพที่ 3-9 : การเชื่อมต่อเพื่อทดลองการส่งค่าให้แสดงบนหน้าจอ LCD.....	39
ภาพที่ 3-10 : แผนภาพทดลองการส่งคำสั่งจากฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ไปยังฝั่งไคลเอนต์.....	39
ภาพที่ 3-11 : ผังงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม.....	41
ภาพที่ 3-12 : การต่อวงจรบอร์ดสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า.....	44
ภาพที่ 3-13 : ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าฝั่งฮาร์ดแวร์.....	45

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3-14 : ER-Diagram ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล.....	45
ภาพที่ 3-15 : พื้นที่ในการทดลอง.....	46
ภาพที่ 3-16 : ชุดทดลอง module Wi-Fi.....	46
ภาพที่ 3-17 : ชุดทดลอง module Bluetooth.....	47
ภาพที่ 4-1 : หน้าแรกสำหรับเข้าสู่ระบบ.....	48
ภาพที่ 4-2 : หน้าแรกสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานชั้น 3.....	49
ภาพที่ 4-3 : หน้าแรกสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานชั้น 4.....	49
ภาพที่ 4-4 : หน้าควบคุมอุปกรณ์ห้อง 10301.....	50
ภาพที่ 4-5 : หน้าควบคุมอุปกรณ์ห้อง 10302.....	51
ภาพที่ 4-6 : หน้าควบคุมอุปกรณ์ห้อง 10306.....	51
ภาพที่ 4-7 : หน้าควบคุมอุปกรณ์ห้อง 10307.....	52
ภาพที่ 4-8 : หน้าควบคุมอุปกรณ์ห้อง 10407.....	53
ภาพที่ 4-9 : พื้นที่ทดลองการวัดระยะส่งการระหว่าง Wi-Fi และ Bluetooth.....	54
ภาพที่ 4-10 : ตำแหน่งการติดตั้ง Server.....	55
ภาพที่ 4-11 : สวิตซ์ไฟเปิด-ปิด ห้อง 10301 มีสวิตซ์ 3 สวิตซ์.....	55
ภาพที่ 4-12 : สวิตซ์ไฟเปิด-ปิด (ก) ห้อง 10302 และ (ข) 10306 มีสวิตซ์ 2 สวิตซ์.....	56
ภาพที่ 4-13 : สวิตซ์ไฟเปิด-ปิด ห้อง 10307 และ10407 มีสวิตซ์แบบเดียวกัน4 สวิตซ์.....	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4-14 : กล่องควบคุม สวิตช์ 3 สวิตช์.....	57
ภาพที่ 4-15 : กล่องควบคุม สวิตช์ 2 สวิตช์.....	57
ภาพที่ 4-16 : กล่องควบคุม สวิตช์ 4 สวิตช์.....	58
ภาพที่ 4-17 : ตัวอย่างการสั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์.....	59



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตและเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทและความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในแต่ละวันไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการสื่อสารเช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ สมาร์ทโฟน ต่างๆ นอกจากนี้ยังได้มีการอินเทอร์เน็ตมาใช้เพื่อสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เปิด-ปิดไฟ เปิด-ปิดโทรทัศน์ และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น จนสามารถสั่งการทำงานได้จากจุดเพียงจุดเดียว นั่นคือ เซิร์ฟเวอร์ (Server) เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน และยังสามารถแก้ปัญหาการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เหตุ ที่เกิดจากการลืมนปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงานหรือภายในบ้านพักอาศัย รวมถึงช่วยในระบบรักษาความปลอดภัย เช่น ป้องกันอันตรายจากอัคคีภัยซึ่งอาจเกิดไฟฟาลัดวงจรได้อีกด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีความชาญฉลาดมากขึ้น โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร เช่น การสั่งเปิด-ปิดหลอดไฟ การสั่งเปิด-ปิดแอร์ การสั่งควบคุมแอร์อัตโนมัติโดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายนอก เช่น ถ้าอุณหภูมิ เกิน 30 องศา ก็ให้ทำการเปิดแอร์ ถ้าอุณหภูมิน้อยกว่า 30 องศา ไม่มีการเปิดแอร์ และสามารถตรวจเช็คได้ว่าอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดของห้องใดที่ยังมีการเปิดใช้งานอยู่ในขณะที่ไม่มีผู้ใช้หรือหมดเวลาทำงานแล้ว โดยให้มีการสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อทำการควบคุม ซึ่งสามารถสั่งงานผ่านระบบมือถือ หรือสมาร์ตโฟน และเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งไม่จำเป็นต้องอยู่ภายในบริเวณหรือพื้นที่ที่ต้องการสั่งงานก็ได้

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อให้ระบบมีความชาญฉลาดสามารถวิเคราะห์การใช้งานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องรอรับคำสั่ง
- 1.2.2 เพื่อให้สามารถสั่งงาน และตรวจเช็คการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์จากระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ตได้

### 1.3 ขอบเขตและความสามารถของระบบ

1.3.1 ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซึ่งประกอบด้วย

๑. ภาครับอุปกรณ์รับส่งสัญญาณโมดูล WiFi (ESP8266) ติดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า
  - i. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
  - ii. อุปกรณ์ไฟฟ้า หลอดฟ้า และแอร์ ภายในห้องเรียน และห้องพัก
  - iii. รีเลย์ (Relay)
๒. ภาคร่งติดต่อกับคอมพิวเตอร์ประมวลผลขนาดจิ๋ว (Raspberry PI 3) รับคำสั่งจากผู้ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

### 1.3.2 อุปกรณ์สื่อสารไร้สายสำหรับสั่งการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า

### 1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1. ระบบสามารถทำการควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตระยะไกลได้
2. ระบบสามารถตรวจเช็คสถานะของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ว่าอยู่ในสถานะเปิดหรือปิด
3. ระบบสามารถตั้งเวลาการเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

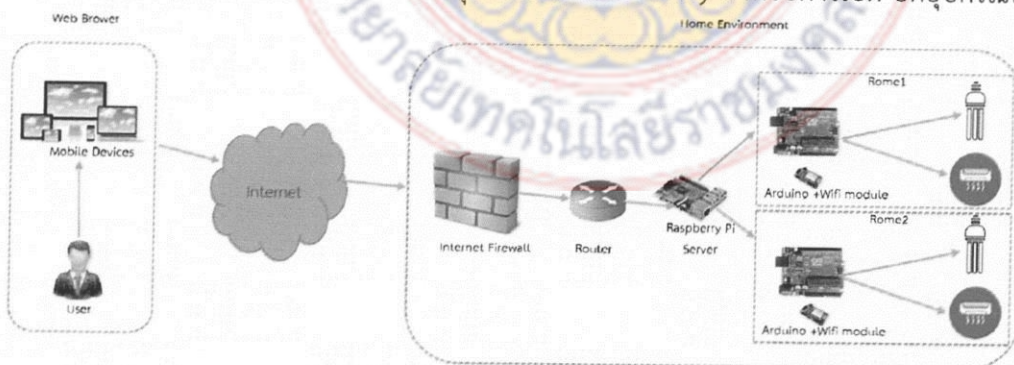
1.4.1. ได้ระบบการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ชาญฉลาด สามารถวิเคราะห์การเปิด-ปิดได้ โดยไม่ต้องรอรับคำสั่งจากผู้ใช้

1.4.2. ได้ระบบที่สามารถสั่งงาน และตรวจเช็คการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ จากระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ตได้

1.4.3. ได้ระบบที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่ไม่จำเป็นและไม่มีการใช้งานได้ ได้ระบบช่วยลดการใช้แรงงานคนส่งผลให้ลดการจ้างงานของหน่วยงาน

### 1.6 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตมีแนวความคิดในการพัฒนาดังแสดงใน ภาพที่1-1 โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของ Web Brower สำหรับสั่งการข้อมูลการควบคุมไปยัง Server จากนั้นส่งข้อมูลเข้าสู่ Arduino โดยเชื่อมต่อผ่านทาง Wi-Fi ส่วนที่ 2 เป็นฝั่ง Home Environment หรือฝั่ง Server ซึ่งมี Raspberry Pi เป็นตัว Server ทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้ผ่านทาง Web Brower จากนั้นติดต่อไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางการเชื่อมต่อด้วย Wi-Fi เพื่อสั่งให้ Arduino ไปควบคุมการทำงานของ relay สำหรับการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า



ภาพที่1-1 แนวความคิดในการพัฒนา

## 1.7 แผนการดำเนินงาน

1. ขั้นตอนการดำเนินงาน
  - 1) เก็บรวบรวมข้อมูล ปัญหาจากผู้ใช้ระบบและ ศึกษาเอกสารและงานวิจัย
    - i. แบบสอบถาม และสัมภาษณ์
    - ii. วิเคราะห์ปัญหาและวิธีแก้ปัญหา โดยคำนึงความต้องการของผู้ใช้ระบบ ความต้องการระบบ บุคลากร นโยบาย ผู้บริหารและ งบประมาณที่ใช้
    - iii. ทบทวนวรรณกรรม และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 2) ศึกษาและออกแบบระบบ โดยออกแบบรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้
    - i. การออกแบบฐานข้อมูล
    - ii. ออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ E-R โมเดล
    - iii. ออกแบบโครงสร้างของตารางข้อมูลทั้งหมดที่มีในระบบ
  - 3) ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้
    - i. รูปแบบการนำเข้าข้อมูล
    - ii. รูปแบบรายงานที่มีในระบบ
  - 4) สร้างและพัฒนาระบบเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานตามความต้องการของผู้ใช้หรือ แก้ไขตามที่ได้มีการวิเคราะห์ปัญหาไว้แล้ว
  - 5) การนำระบบไปใช้งานโดยการทดสอบระบบ
  - 6) ปรับปรุงระบบพร้อมกับบำรุงรักษาระบบ โดยจัดทำคู่มือบำรุงรักษาระบบตามกระบวนการบำรุงรักษาระบบ
    - i. จัดทำคู่มือ
    - ii. ติดตั้งระบบ
    - iii. ฝึกอบรมผู้ใช้
  - 7) เขียนรายงาน สรุปผลการทำโครงการวิจัย

ตารางที่ 1-1 แผนภาพการดำเนินงาน

กิจกรรม	2558			2559								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. เก็บรวบรวมข้อมูล ปัญหา จากผู้ใช้ระบบและ ศึกษา เอกสารและงานวิจัย		←→										
2. ศึกษาและออกแบบระบบ	←→											
3. ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้				←→								
4. สร้างและพัฒนาระบบ					←→							
5. การนำระบบไปใช้งานโดย การทดสอบระบบ									←→			
6. ปรับปรุงระบบพร้อมทั้ง บำรุงรักษาระบบ										←→		
7. เขียนรายงาน สรุปผลการทำ โครงการวิจัย											←→	

1.8 สถานที่ดำเนินโครงการ

1. สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการ และห้องพักอาจารย์ วิทยาลัยรัตนภูมิ
2. สถานที่เก็บข้อมูล ห้องปฏิบัติการ และห้องพักอาจารย์ วิทยาลัยรัตนภูมิ

1.9 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา

1. ทรัพยากรที่ใช้ระหว่างการพัฒนา
  - คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 1 เครื่อง (Personal Computer) ซึ่งมีคุณสมบัติทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ดังนี้

1.1 ด้านฮาร์ดแวร์

- 1.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook) 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
  - หน่วยประมวลผลกลาง ซีพียู (CPU) Intel Core i5
  - แรม (RAM) 4 GB
  - ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) 1 TB

1.1.2 บอร์ด Arduino

1.1.3 บอร์ด Raspberry Pi

1.1.4 NodeMCU

1.1.5 Relay

## 1.2 ด้านซอฟต์แวร์

1.2.1 Microsoft Windows 7

เป็นระบบปฏิบัติการ

1.2.2 PHP Version 5.5.12

เป็นภาษาที่ใช้พัฒนาโปรแกรม

1.2.3 Apache Web Server Version 2.2.8

เป็น Web Server

1.2.4 MySQL Database Version 5.6.17

เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล

1.2.5 phpMyAdmin 4-2.1

เป็นโปรแกรมบริหารจัดการฐานข้อมูล

1.2.6 Macromedia Dreamweaver 8

เป็นโปรแกรมสร้างเว็บเพจ

1.2.7 Google Chrome

เป็น Web browser

1.2.8 Adobe Photoshop CS5

เป็นโปรแกรมสร้างและแก้ไขรูปภาพ

1.2.9 Microsoft Office Word 2007

เป็นโปรแกรมสำหรับจัดทำเอกสาร





## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อนี้เป็นการประยุกต์นำเอาเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์โดยควบคุมการทำงานผ่านบอร์ด Raspberry Pi โดยมีการค้นคว้าหาความรู้ในหลายด้านโดยผู้ทำวิจัยได้ค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งเป็น 13 หัวข้อดังนี้

- 2.1 ภาษา PHP
- 2.2 ภาษาซี
- 2.3 บอร์ด Arduino
- 2.4 โปรโตคอล
- 2.5 บอร์ด Raspberry Pi
- 2.6 NodeMCU
- 2.7 Relay
- 2.8 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)
- 2.9 การใช้งานร่วมกันของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแอนดรอยด์
- 2.10 มายเอสคิวเอล (MySQL)
- 2.11 Sensor DHT 22
- 2.12 โมดูล Wi-Fi ESP8266
- 2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ภาษา PHP

ภาษาพีเอชพี [1] คือภาษาคอมพิวเตอร์ประเภทโอเพนซอร์ซ (Open Source Computer Language) สำหรับพัฒนาเว็บเพจแบบไดนามิกส์ เมื่อเครื่องบริการได้รับคำสั่งจากผู้ใช้ก็จะส่งให้กับตัวแปลภาษา ทำหน้าที่ประมวลผล และส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องของผู้ใช้ที่ร้องในรูปแบบ HTML สามารถที่จะโต้ตอบกับผู้ใช้ได้

ภาษาพีเอชพีมีการทำงานแบบเซิร์ฟเวอร์ไซด์สคริปต์ (Server-Side Script) จึงต้องมีเครื่องบริการ (Server) ที่ทำหน้าที่บริการการแปลภาษา และส่งผลให้กับเครื่องผู้ใช้ (Client) ที่ร้องขอด้วยการส่งคำสั่งเข้ามายังเครื่องบริการ PHP สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการที่ต่างชนิดกัน เช่น Unix Windows Mac OS หรือ Risc OS อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจาก PHP เป็นสคริปต์ที่ต้องทำงานบนเซิร์ฟเวอร์หลายชนิด เช่น Personal Web Server(PWS) ApacheOmniHttpd และ Internet Information Service(IIS) เป็นต้นและภาษา PHP ยังสามารถทำงานร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูลที่หลากหลาย ซึ่งระบบจัดการฐานข้อมูลที่สนับสนุนการทำงานของ PHP เช่น Oracle MySQL FilePro SolidFrontBase และ MS SQL เป็นต้น

## โครงสร้างของภาษา PHP

ภาษา PHP มีลักษณะเป็น embedded script หมายความว่าสามารถฝังคำสั่ง PHP ไว้ในเว็บเพจร่วมกับคำสั่ง(Tag) ของ HTML ได้ และสร้างไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .php .php3 หรือ .php4 ซึ่งไวยากรณ์ที่ใช้ใน PHP เป็นการนำรูปแบบของภาษาต่างๆ มารวมกันได้แก่ C Perl และ Java ทำให้ผู้ใช้ที่มีพื้นฐานของภาษาเหล่านี้อยู่แล้วสามารถศึกษา และใช้งานภาษานี้ได้ไม่ยาก

```

<html>
1 <head>
2 <title>Example 1
3 </title>
4 </head>
5 <body>
6 <?
7   echo"Hi, I'm a PHP
8   script!";
9   ?>
10 </body>
    </html>

```

ภาพที่ 2-1 คำสั่งที่ใช้ในการแสดงผลของภาษาสคริปต์ PHP

บรรทัดที่ 6 – 8 เป็นส่วนของสคริปต์ PHP ซึ่งเริ่มต้นด้วย<? ตามด้วยคำสั่งที่เรียกฟังก์ชันหรือข้อความ และปิดท้ายด้วย ?>สำหรับตัวอย่างนี้เป็นสคริปต์ที่แสดงข้อความว่า "Hi, I'm a PHP script" ในโค้ดสีแดงโดยใช้คำสั่ง echo ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้ในการแสดงผลของภาษาสคริปต์ PHP

### การรองรับภาษา PHP

คำสั่งของพีเอชพีสามารถสร้างผ่านทางโปรแกรมแก้ไขข้อความทั่วไป เช่น Notepad หรือ vi ซึ่งทำให้การทำงานพีเอชพี สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการหลักเกือบทั้งหมด โดยเมื่อเขียนคำสั่งแล้ว นำมาประมวลผล Apache Microsoft Internet Information Services Personal WebServerNetscape และ iPlanet servers Oreilly Website Pro serverCaudiumXitamiOmniHTTPd และอื่นๆ อีกมากมายสำหรับส่วนหลักของ PHP ยังมี Module ในการรองรับ CGI มาตรฐาน ซึ่ง PHP สามารถทำงานเป็นตัวประมวลผล CGI ด้วย และด้วย PHP คุณมีอิสรภาพในการเลือก ระบบปฏิบัติการ และเว็บเซิร์ฟเวอร์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้สร้างโปรแกรมโครงสร้าง สร้างโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) หรือสร้างโปรแกรมที่รวมทั้งสองอย่างเข้าด้วยกัน มาตรฐานในเวอร์ชันนี้ยังไม่สมบูรณ์ แต่ตัวไลบรารีทั้งหลายของโปรแกรม และตัวโปรแกรมประยุกต์ (รวมถึง PEAR library) ได้ถูกเขียนขึ้นโดยใช้รูปแบบการเขียนแบบ OOP เท่านั้น

พีเอชพีสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด ซึ่งฐานข้อมูลส่วนหนึ่งที่รองรับได้แก่ ออราเคิล, Base PostgreSQL, IBM DB2, MySQL, Informix, ODBC. โครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ DBX ซึ่งทำให้พีเอชพีใช้กับฐานข้อมูลอะไรก็ได้ที่รองรับรูปแบบนี้ และ PHP ยังรองรับ ODBC ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ใช้กันแพร่หลายอีกด้วย คุณสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลต่างๆ ที่รองรับมาตรฐานโลกนี้ได้

พีเอชพียังสามารถรองรับการสื่อสารกับการบริการในโปรโตคอลต่างๆ เช่น SNMP, NNTP, POP3, HTTP, COM (บนวินโดวส์) และอื่นๆ อีกมากมาย สามารถเปิด Socket บนเครือข่ายโดยตรง และ ตอบโต้โดยใช้โปรโตคอลใดๆ ในส่วน Interconnection. พีเอชพีมีการรองรับสำหรับ Java objects ให้เปลี่ยนมันเป็น PHP Object แล้วใช้งาน และยังสามารถใช้รูปแบบ CORBA เพื่อเข้าสู่ Remote Object ได้อีกด้วย

## 2.2 ภาษาซี

ภาษาซี (C Programming Language) [2] คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมทั่วไป ถูกพัฒนาครั้งแรกเพื่อใช้เป็นภาษาสำหรับพัฒนาระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (Unix Operating System) แทนภาษาแอสเซมบลี ซึ่งเป็นภาษาระดับต่ำที่สามารถกระทำในระบบฮาร์ดแวร์ได้ด้วยความเร็ว แต่จุดอ่อนของภาษาแอสเซมบลีก็คือความยุ่งยากในการโปรแกรม ความเป็นเฉพาะตัว และความแตกต่างกันไปในแต่ละเครื่อง เดนิส ริตชี (Dennis Ritchie) จึงได้คิดค้นพัฒนาภาษาใหม่นี้ขึ้นมาเมื่อประมาณต้นปี ค.ศ. 1970 โดยการรวบรวมเอาจุดเด่นของแต่ละภาษาระดับสูงผนวกเข้ากับภาษาระดับต่ำ เรียกชื่อว่า ภาษาซี

เมื่อภาษาซี ได้รับความนิยมมากขึ้น จึงมีผู้ผลิต compiler ภาษาซีออกมาแข่งขันกันมากมาย ทำให้เริ่มมีการใส่ลูกเล่นต่างๆ เพื่อดึงดูดใจผู้ซื้อ ทาง American National Standard Institute (ANSI) จึงตั้งข้อกำหนดมาตรฐานของภาษาซีขึ้น เรียกว่า ANSI C เพื่อคงมาตรฐานของภาษาไว้ไม่ให้เปลี่ยนแปลงไป

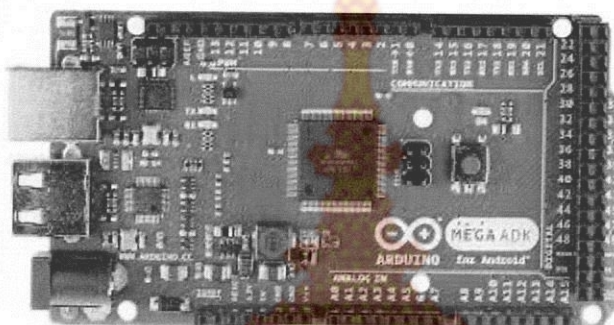
### โครงสร้างของโปรแกรมภาษาซี และตัวอย่าง

โปรแกรมในภาษาซีทุกโปรแกรมจะประกอบด้วยฟังก์ชันอย่างน้อยหนึ่งฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชัน main โดยโปรแกรมภาษาซีจะเริ่มทำงานที่ฟังก์ชัน main ก่อน ในแต่ละฟังก์ชันจะประกอบด้วย

1. Function Heading ประกอบด้วยชื่อฟังก์ชัน และอาจมีรายการของ argument (บางคนเรียก parameter) อยู่ในวงเล็บ
2. Variable Declaration ส่วนประกาศตัวแปร สำหรับภาษาซี ตัวแปรหรือค่าคงที่ทุกตัว ที่ใช้ในโปรแกรมจะต้องมีการประกาศก่อนว่าจะใช้งานอย่างไร จะเก็บค่าในรูปแบบใดเช่น integer หรือ real number
3. Compound Statements ส่วนของประโยคคำสั่งต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็นประโยคเชิงซ้อน (compound statement) กับ ประโยคนิพจน์ (expression statment) โดยประโยคเชิงซ้อนจะอยู่ภายในวงเล็บปีกกาคู่หนึ่ง { และ } โดยในหนึ่งประโยคเชิงซ้อน จะมีประโยคนิพจน์ที่แยกจากกันด้วย

เครื่องหมาย semicolon (;) หลายๆ ประโยครวมกัน และ อาจมีวงเล็บปีกกาใส่ประโยคเชิงซ้อนย่อยเข้าไปอีกได้

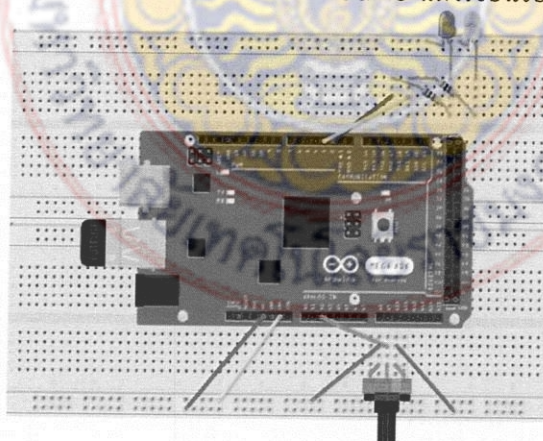
### 2.3 บอร์ด Arduino



ภาพที่ 2-2 บอร์ด Arduino

Arduino [3] เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ดในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรีเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด(ดูภาพประกอบที่2-3)หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino Relay Shield Arduino WirelessShield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้

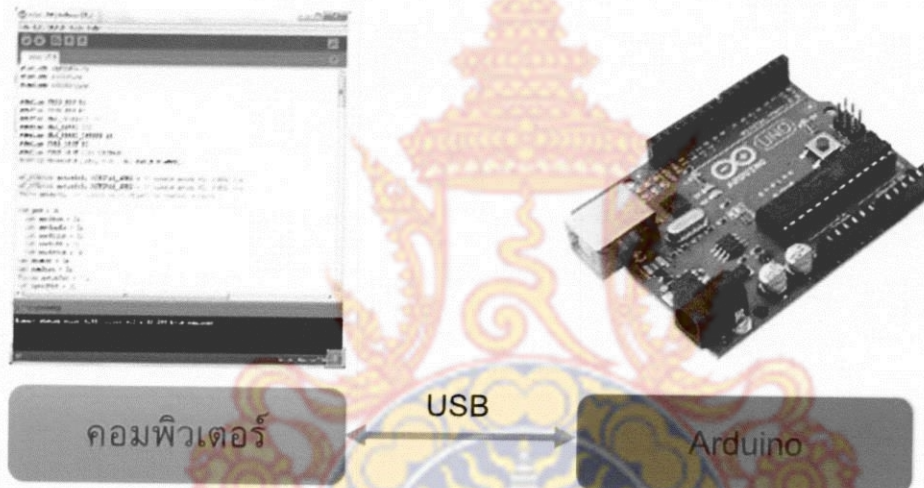


ภาพที่ 2-3 การต่อวงจรีเล็กทรอนิกส์ภายนอกเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด[3]

### คุณสมบัติของบอร์ด Arduino

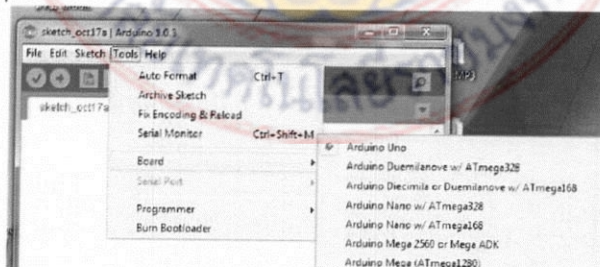
1. ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
2. Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
3. ราคาไม่แพง
4. Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้
5. มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแกร่ง

### รูปแบบการเขียนโปรแกรมด้วยบอร์ด Arduino

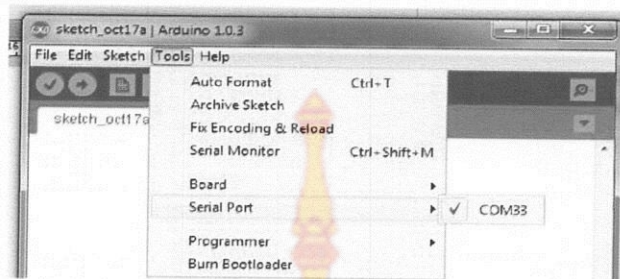


ภาพที่ 2-4 การเขียนโปรแกรมด้วยบอร์ด Arduino [3]

1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก [Arduino.cc/en/main/software](http://Arduino.cc/en/main/software)
2. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้วให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port

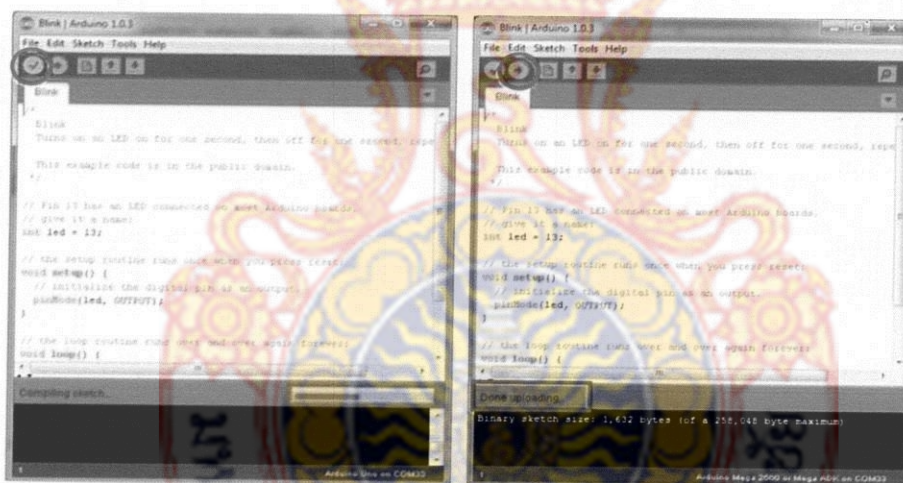


ภาพที่ 2-5 เลือกุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload [3]



ภาพที่ 2-6 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด [3]

- กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที

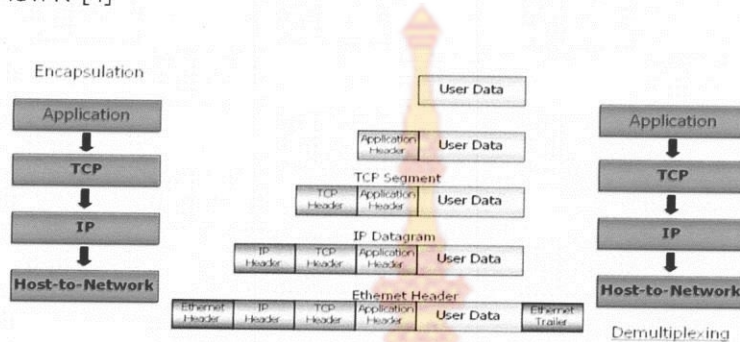


ภาพที่ 2-7 การตรวจสอบความถูกต้องของโค้ดโปรแกรม [3]

## 2.4 โพรโตคอล

อินเทอร์เน็ตเกิดจากเครือข่ายเล็กๆ รวมกันเป็นเครือข่ายเดียวกันทั่วโลกซึ่งเป็นเครือข่ายการสื่อสารที่เชื่อมโยงกันระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้งหมด ที่ต้องการเข้ามาในเครือข่ายเดียวกันจนเป็นสังคมเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในเครือข่ายแต่ละเครื่อง สามารถให้บริการรับส่งข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น ตัวอักษร ภาพ เสียงจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โอนย้ายไฟล์ข้อมูลต่างๆ รวมทั้งสามารถสืบค้นข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ ผ่านข้อตกลงในการควบคุมการรับส่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โพรโตคอลที่ซีพีไอพีเป็นชุดโพรโตคอลที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยโพรโตคอล TCP/IP จะถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานบนเครือข่ายระยะไกลเป็นสำคัญนำมาใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถสื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลได้เองโดย

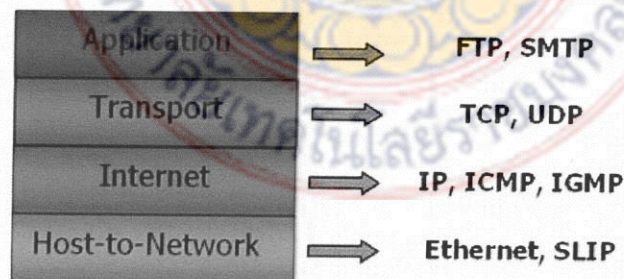
อัตโนมัติแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหาโปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งข้อมูลไปยังปลายทาง [4]



ภาพที่ 2-8 โครงสร้าง TCP/IP และ IP Header [4]

เว็บเบราว์เซอร์ คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลและโต้ตอบกับข้อมูลสารสนเทศที่จัดเก็บไว้ในหน้าเว็บที่สร้างด้วยภาษาเฉพาะ เช่น ภาษาเอชทีเอ็มแอลที่จัดเก็บไว้ในเว็บเซิร์ฟเวอร์ หรือระบบคลังข้อมูลอื่นๆโดยโปรแกรมค้นหาเว็บเปรียบเสมือนเครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่เรียกว่า เวิลด์ไวด์เว็บ และเว็บเบราว์เซอร์ตัวแรกของโลกชื่อ เวิลด์ไวด์เว็บ ขณะเดียวกันเว็บเบราว์เซอร์ที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบันคือ Internet Explorer ดังนั้นเทคโนโลยีในการสื่อสารบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เป็นที่แพร่หลายกันมากในปัจจุบัน ด้วยความสามารถของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้จึงมีการพัฒนาการติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางและปลายทางในรูปแบบต่างๆ กันไประบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงเป็นอีกหนทางหนึ่งที่มีการนำมาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าระยะไกลเพราะมีการเชื่อมต่อถึงกันทั่วโลก ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงสามารถใช้ควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้ หากเรามีอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายแล้วปัญหาเรื่องการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่สะดวกก็จะลดลงและเป็นการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เลเยอร์ของโครงสร้าง TCP/IP สามารถอธิบายได้ [4]ดังนี้



ภาพที่ 2-9 โครงสร้าง TCP/IP [4]

### 1. ชั้นโฮสต์-เครือข่าย (Host-to-Network Layer)

โพรโทคอลสำหรับการควบคุมการสื่อสารในชั้นนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างเป็นทางการ หน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยังโหนดที่ระบุไว้ในเส้นทางเดินข้อมูลทางด้านผู้รับก็จะทำงานในทางกลับกัน คือรับข้อมูลจากสายสื่อสารแล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

### 2. ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต (The Internet Layer)

ใช้ประเภทของระบบการสื่อสารที่เรียกว่า ระบบเครือข่ายแบบสลับช่องสื่อสารระดับแพ็กเก็ต (packet-switching network) ซึ่งเป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (Connectionless) หลักการทำงานคือการปล่อยให้ข้อมูลขนาดเล็กที่เรียกว่า แพ็กเก็ต (Packet) สามารถไหลจากโหนดผู้ส่งไปตามโหนดต่างๆ ในระบบจนถึงจุดหมายปลายทางได้โดยอิสระ หากว่ามีการส่งแพ็กเก็ตออกมาเป็นชุดโดยมีจุดหมายปลายทางเดียวกันในระหว่างการเดินทางในเครือข่าย แพ็กเก็ตแต่ละตัวในชุดนี้ก็จะไปอิสระแก่กันและกัน ดังนั้น แพ็กเก็ตที่ส่งไปถึงปลายทางอาจจะไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้

### 3. ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer)

แบ่งเป็นโพรโทคอลสองชนิดตามลักษณะ ลักษณะแรกเรียกว่า TCP (Transmission Control Protocol) เป็นแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสารตลอดระยะเวลาการสื่อสาร (connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ Byte stream ที่ไวใจได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่าข้อความซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ต ทางฝ่ายผู้รับจะนำข้อความมาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูลเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่ง ส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันอีกด้วย โพรโทคอลนำส่งข้อมูลแบบที่สองเรียกว่า UDP (User Datagram Protocol) เป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (connectionless) มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่ง จึงถือได้ว่าไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลวิธีการนี้มีข้อดีในด้านความรวดเร็วในการส่งข้อมูล จึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้ให้บริการ (client/server system) ซึ่งมีการสื่อสารแบบถาม/ตอบ (request/reply) นอกจากนั้นยังใช้ในการส่งข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวหรือการส่งเสียง (voice) ทางอินเทอร์เน็ต

### 4. ชั้นสื่อสารการประยุกต์ (Application Layer)

มีโพรโทคอลสำหรับสร้างจอตอร์มินัลเสมือนเรียกว่าเทลเน็ตโพรโทคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูลเรียกว่าเอฟทีพี และโพรโทคอลสำหรับการให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เรียกว่าเอสเอ็มทีพี โดยโพรโทคอลสำหรับสร้างจอตอร์มินัลเสมือนช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องโฮสต์ที่อยู่ไกลออกไปโดยผ่านอินเทอร์เน็ต และสามารถทำงานได้เสมือนกับว่ากำลังนั่งทำงานอยู่ที่เครื่องโฮสต์นั้น โพรโทคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูลช่วยในการคัดลอกแฟ้มข้อมูลมาจากเครื่องอื่นที่อยู่ในระบบเครือข่ายหรือส่งสำเนาแฟ้มข้อมูลไปยังเครื่องใดๆ ก็ได้โพรโทคอลสำหรับให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ช่วยในการจัดส่งข้อความไปยังผู้ใช้ในระบบ หรือรับข้อความที่มีผู้ส่งเข้ามา



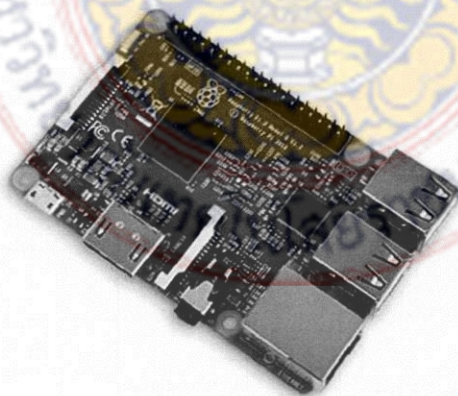
### ตัวอย่างของโปรโตคอล

1. โปรโตคอลHTTPจะใช้เมื่อเรียกโปรแกรมบราวเซอร์ (Browser)
2. โปรโตคอลTCP/IPเครือข่ายโปรโตคอลที่สำคัญ เนื่องจากเป็นโปรโตคอลที่ใช้ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รวมทั้ง อินเทอร์เน็ต ที่ประกอบด้วย 2 โปรโตคอลคือ TCP และ IP
3. โปรโตคอลSMTPโปรโตคอลที่ใช้ในการรับส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 2.5 บอร์ด Raspberry Pi

ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) [5] บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และ เมาส์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก การทำงาน Spreadsheet Word Processing ท่องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล หรือเล่นเกมส์ สามารถเล่นไฟล์วิดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian(Debian)Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้

Raspberry Pi กับ Arduino ถ้าเปรียบเทียบกันในเรื่องการใช้งาน Raspberry Pi จะคล้ายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี Windows หรือเครื่อง Mac คือสามารถท่องเว็บไซต์ ลงโปรแกรมที่เป็น Open Office เครื่องคิดเลข ดูหนังฟังเพลง เขียนโปรแกรม และอื่นๆ ซึ่งจะต่างจาก Arduino ที่เป็นเพียง Microcontroller เท่านั้น ไม่มี Operating system เป็นของตัวเอง เขียนโปรแกรมแล้วสั่งให้ทำงานเท่านั้น



ภาพที่ 2-10 บอร์ด Raspberry Pi [5]

- ทำได้เหมือน PC รุ่นซึก 8-10 ปี

- มี GPIO ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับ Sensor หรือ ส่งค่าออกไปติดต่อสั่งงานภายนอกได้ แบบ Microcontroller แต่ไม่มี ADC
- มี Protocol SPI UART I2C ให้ใช้
- ทำงานเป็น Server ได้
- มี USB port ทำให้ต่อ External devices เช่น Keyboard, wireless dongle, External Harddrive, ลำโพง จอ LCD หรือ พอร์ต AV
- ไม่มี Internal Harddrive ขนาดใหญ่ ทำให้ต้องใช้ SD Card เพื่อบรรจุ OS แทน

ตารางที่ 2-1 เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างบอร์ด Raspberry Pi กับเครื่องคอมพิวเตอร์

ลำดับที่	Raspberry Pi	เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ
1	ราคาประหยัด	ราคาแพง
2	มีขนาดเล็กเคลื่อนย้ายได้สะดวก	มีขนาดใหญ่เคลื่อนย้ายลำบาก
3	ประหยัดพลังงานกินไฟน้อย	ใช้พลังงานเยอะ
4	สามารถ SSH (Secure Shell) เข้าไปสั่งงานได้โดยใช้โปรแกรม Putty ได้	สามารถ SSH (Secure Shell) เข้าไปสั่งงานได้โดยใช้โปรแกรม Putty ได้

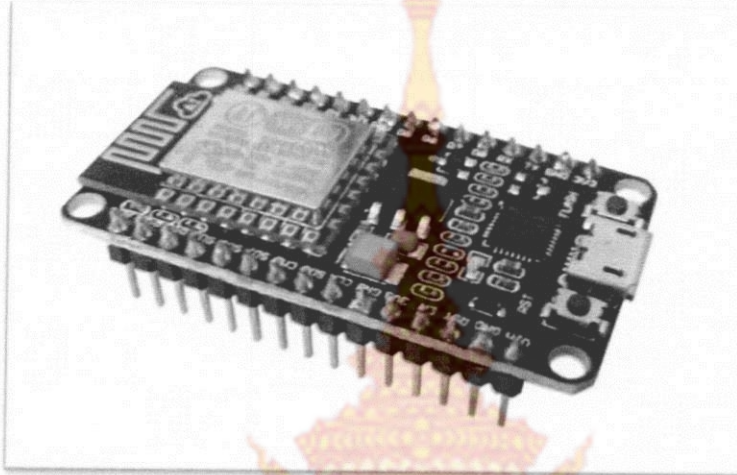
สรุปประเด็นที่ได้จากทฤษฎี บอร์ด Raspberry Pi หรือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสามารถทำงานได้เช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก แต่ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อยกว่าเคลื่อนย้ายสะดวก กินพลังงานน้อยกว่าการพัฒนาซอฟต์แวร์คล้ายกับคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ แต่มีทรัพยากรน้อยกว่าคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะเช่น หน่วยประมวลผล หน่วยความจำที่มีขนาดที่น้อยกว่า ดังนั้นบอร์ด Raspberry Pi จึงเหมาะสำหรับพัฒนาเป็นเว็บไซต์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

## 2.6 NodeMCU [6]

NodeMCU คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้าง Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lua ได้ โดยมาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต โมดูล ESP8266 มีอยู่ 3 เวอร์ชัน ตั้งแต่เวอร์ชันแรกที่เป็น ESP-01 ปัจจุบันมี ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ในบอร์ด NodeMCU version แรกนั้นก็จะเป็น ESP-12 แต่ใน version 2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมไม่แตกต่างกัน บอร์ด NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ตอินพุต และเอาต์พุต (Input Output built in) มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ

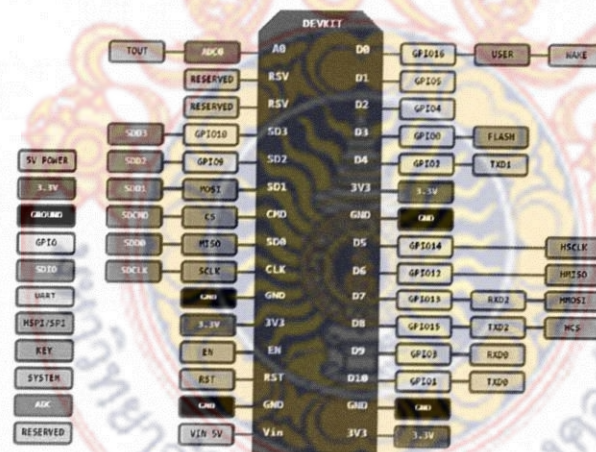
NodeMCU ใช้งานร่วมกับ Arduino IDE ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรม ทำให้สามารถใช้งานได้หลากหลาย โดยเฉพาะเรื่อง IoT การทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิด-ปิด ไฟผ่านวายฟาย (WiFi) และอื่นๆอีกมากมาย

NodeMCU Development Kit ชุดพัฒนาบอร์ด NodeMCU หรือเรียกสั้นๆว่า NodeMCU DevKit ปัจจุบันมีอยู่ 2 เวอร์ชันด้วยกัน



ภาพที่ 2-11 บอร์ด NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2 [6]

#### PIN DEFINITION



D0(GPI016) can only be used as gpio read/write, no interrupt supported, no pwm/i2c/i2c supported.

ภาพที่ 2-12 โครงสร้าง NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) [6]

#### NodeMCU Specification

- ชุดพัฒนานี้ based on โมดูล WiFi ที่ชื่อ ESP8266
- มี GPIO PWM, I2C, 1-Wire และ ADC รวมมาอยู่บนบอร์ดเดียว
- มี USB-TTL มาในตัว ไม่ต้องซื้อแยกเหมือนกับการใช้ ESP8266 ปกติ ทำให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น
- มีขา GPIO 10 ขา ทุกๆขาสามารถเป็น PWM, I2C และ 1-wire ได้

- มี PCB antenna สำหรับรับส่งสัญญาณไร้สาย
- ใช้คอนเนกเตอร์แบบ micro-USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงหรือเท่ากับ +5V และสำหรับดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์

สรุปประเด็นที่ได้จากทฤษฎี Internet of Things (IoT) เป็นเทคโนโลยีที่นิยมกันมากเป็นอุปกรณ์สามารถเชื่อมโยงและติดต่อสื่อสารกันผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ เช่น Smart Home ที่สามารถควบคุมการเปิดปิดไฟ ภายในบ้านผ่านอินเทอร์เน็ตได้ รวมถึงอุปกรณ์ Wearable อย่าง Google Glass หรือ Smart Watch เป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยี Internet of Things เช่นกัน จะพบว่าอินเทอร์เน็ตกลายเป็นส่วนสำคัญในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น

## 2.7 Relay



ภาพที่ 2-13 Relay [7]

Relay [7] เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่ต้องใช้งานกับ Microcontroller และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีระดับกำลังไฟฟ้าสูง (กว่าระดับที่ใช้งานของ Microcontroller) ทั้งนี้เนื่องจาก Microcontroller ซึ่งก็คือ Arduino Board นั้นทำงานที่ระดับแรงดันแค่ 3 - 5 โวลต์เท่านั้น ส่วนกระแสที่สามารถจะจ่ายได้ก็อยู่ไม่เกิน 300 mA ขึ้นกับชนิดของบอร์ด ถ้าต้องการควบคุมหลอดไฟตัวหนึ่งที่ทำงานด้วยแรงดัน 220 โวลต์ จะไม่สามารถต่อหลอดไฟตรงๆไปที่บอร์ดได้ สิ่งที่สามารถทำได้คือ การให้สัญญาณควบคุมไปที่ตัว Relay แล้วให้ Relay เปิดปิดสวิตซ์ที่ต่ออยู่กับหลอดอีกที แบบนี้ทำให้สามารถแยกส่วนควบคุมออกจากส่วนที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงออกจากกันได้

ชนิดของ Relay มีอยู่หลายแบบ หลายชนิดของวัสดุ และหลายการใช้งานมากๆ เริ่มตั้งแต่ Overcurrent relay, Fault Relay, Over Voltage Relay และอีกมากมาย Relay ที่ใช้กับสัญญาณระดับต่ำที่ใช้ในการควบคุมให้เปิด หรือ ว่าปิดวงจร Relay มีอยู่หลายประเภทนะ เช่น Relay ที่ใช้แรงดูดจากขดลวด (Electromechanical Relay) หรือ Relay แบบโซลิดสเตท ซึ่งใช้สารกึ่งตัวนำมาเป็นอุปกรณ์หลักในการทำงานการใช้งานมันก็จะต่างกัน

## 2.8 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

การพัฒนาระบบงานบนเว็บมีข้อดี คือข้อมูลต่าง ๆ ในระบบมีการไหลเวียนในแบบออนไลน์ (Online) ทั้งแบบ Local (ภายในวง LAN) และ Global (ออกไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ต) ทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการข้อมูลแบบ Real Time ระบบมีประสิทธิภาพใช้งานง่าย ระบบงานที่พัฒนาขึ้นมาจะตรงกับความต้องการกับหน่วยงาน หรือห้างร้านมากที่สุด ไม่เหมือนกับโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไปที่มักจะจัดทำระบบในแบบกว้างๆ ซึ่งมักจะไม่ตรงกับความต้องการที่แท้จริง ระบบสามารถโต้ตอบกับลูกค้าหรือผู้ใช้บริการแบบ Real Time ทำให้เกิดความประทับใจเครื่องที่ใช้งานไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมใดๆเพิ่มเติมทั้งสิ้น ตัวอย่างระบบงานที่เหมาะสมกับเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ระบบการจองสินค้าหรือบริการต่าง ๆ เช่น การจองที่พัก การจองโปรแกรมทัวร์ การจองแผ่น CD-DVD ฯลฯ ระบบงานบุคลากร ระบบงานแผนการตลาด ระบบการสั่งซื้อแบบพิเศษ ระบบงานในโรงเรียน เช่น ระบบงานวัดและประเมินผล ระบบงานปกครอง ระบบงานห้องสมุด ระบบการลงทะเบียน เช็คเกรด ฯลฯ ระบบงานอื่น ๆ ที่ต้องการนำข้อมูลมา Online ค่าใช้จ่ายในการทำเว็บแอปพลิเคชัน ปกติจะใช้วิธีการคำนวณจากขอบเขตของระบบงานและปริมาณของข้อมูลที่ไหลเวียนในระบบ รวมถึงปัจจัยด้านอื่นๆ ซึ่งทางเว็บโปรแกรมเมอร์จะคำนวณราคาออกเป็นงานๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีค่าใช้จ่ายต่างๆ ต่อกันรวมกันค่าจัดทำระบบงานค่าชื่อโดเมน และ Web Hosting (ในกรณีจะนำระบบออกทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต) ค่าบริการหลังการขายค่า Hardware และอุปกรณ์ด้านเครือข่ายเพิ่มเติม อื่นๆ [8]



ภาพที่ 2-14 อุปกรณ์ด้านเครือข่าย [8]

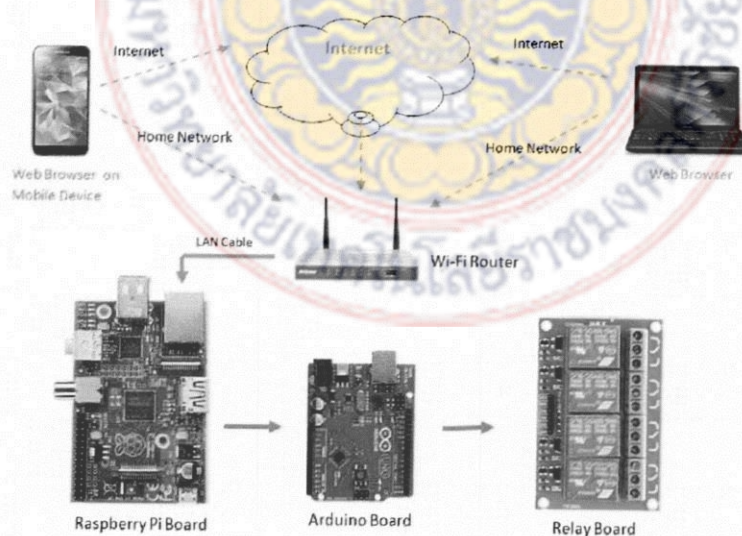
การทำงานของ Web Application [7] นั้นโปรแกรมส่วนหนึ่งจะวางตัวอยู่บน Rendering Engine ซึ่งตัว Rendering Engine จะทำหน้าที่หลักๆ คือนำเอาชุดคำสั่งหรือรูปแบบโครงสร้างข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผลนำมาแสดงผลบนพื้นที่ส่วนหนึ่งในจอภาพโปรแกรมส่วนที่วางตัวอยู่บน Rendering Engine จะทำหน้าที่หลักๆ คือการเปลี่ยนแปลงแก้ไขสิ่งที่แสดงผลจัดการตรวจสอบข้อมูลที่รับเข้ามาเบื้องต้น และการประมวลผลบางส่วนแต่ส่วนการทำงานหลักๆ ในลักษณะ Web Application แบบเบื้องต้นฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะประกอบไปด้วยเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อกับ

โคลเอนต์ตามโปรโตคอล HTTP/HTTPS โดยนอกจากเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ส่งไฟล์ที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผลตามมาตรฐาน HTTP ตามปกติทั่วไปแล้ว เว็บเซิร์ฟเวอร์จะมีส่วนประมวลผลซึ่งอาจจะเป็นตัวแปลภาษา เช่น Script Engine ของภาษา PHP หรืออาจจะมีการติดตั้ง .NET Framework ซึ่งมีส่วนแปลภาษา CLR (Common Language Runtime) ที่ใช้แปลภาษา intermediate จากโค้ดที่เขียนด้วย VB.NET หรือ C#.NET หรืออาจจะเป็น J2EE ที่มีส่วนแปลไบต์โค้ดของคลาสที่ได้จากโปรแกรมภาษาจาวา เป็นต้น

สรุปประเด็นที่ได้จากทฤษฎี ปริญญาโทนี้ได้มีการพัฒนาเว็บบน Raspberry Pi สำหรับใช้แสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ ซึ่งระบบงานบนเว็บมีข้อดีคือ ข้อมูลต่างๆ ในระบบมีการไหลเวียนในแบบ Online จึงเหมาะกับงานที่จะนำไปใช้ เพื่อให้ระบบให้มีประสิทธิภาพ เพิ่มฟังก์ชันในการติดต่อเข้าพบอาจารย์ได้สะดวก มีการอัปเดตหน้าเว็บ ทุก 5 นาที และอาจารย์สามารถแก้ไขสถานะ เปิด/ปิด ได้

## 2.9 การใช้งานร่วมกันของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแอนดรอยด์ [9]

การพัฒนาระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ผ่านแอนดรอยด์และเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ Raspberry Pi เป็นเครื่องบริการเว็บแบบฝังตัวที่สามารถให้บริการผ่านระบบเครือข่ายและเชื่อมต่อเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตและตรวจสอบเช็คการทำงานได้ ระบบสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ได้สั่งให้อุปกรณ์ทำงานให้อุปกรณ์ เปิด/ปิด หมดและสั่งให้อุปกรณ์เฉพาะที่เลือกเว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox และโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเนื่องจากเว็บเบราว์เซอร์ทั้ง 3 และโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สามารถแสดงผลได้ถูกต้องทุกกรณี โดยสามารถทำงานได้ถูกต้องและรวดเร็ว



ภาพที่ 2-15 การทำงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแอนดรอยด์ [9]

คุณสมบัติและความสามารถของแอนดรอยด์

1. การเชื่อมต่อเทคโนโลยีของแอนดรอยด์นั้นมีความสามารถในการเชื่อมต่อที่ประกอบด้วย GSM/EDGE ,CDMA ,Bluetooth ,Wi-Fi ,NFC และ WIMAX
2. Messaging สนับสนุนการทำงานของ SMS ,MMS
3. ระบบฐานข้อมูล แอนดรอยด์นั้นมี SQLite ในการเก็บข้อมูล (Data)
4. เว็บเบราว์เซอร์ แอนดรอยด์นั้นจะมี Google Chrome ถูกติดตั้งมาให้พร้อมใช้งาน
5. มีเดีย (Media) แอนดรอยด์นั้นสนับสนุนไฟล์วีดีโอเสียง และรูปภาพในรูปแบบของ MPEG4 ,H.264 ,MP3 ,AAC ,JPG และ PNG
6. สตรีมมิง (Streaming) แอนดรอยด์สนับสนุน RTP/RTSP และ HTML Download
7. มัลติทัช (Multi-touch) แอนดรอยด์นั้นรองรับการสั่ง ที่หน้าจอได้มากกว่าการสัมผัส 1 จุด
8. การสนับสนุนฮาร์ดแวร์อื่นๆ ในแอนดรอยด์นั้นสามารถรองรับการทำงานเช่น กล้องถ่ายภาพ การวัดอัตราความเร็วและเทอร์โมมิเตอร์ เป็นต้น

สรุปประเด็นที่ได้จากทฤษฎี แอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือโน้ตบุ๊ก โดยมีการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแอนดรอยด์ สนับสนุนการทำงานระบบตรวจสอบสถานะบุคคลสามารถประหยัดเวลา

## 2.10 มายเอสคิวเอล (MySQL) [10]

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบรองรับคำสั่ง SQL MySQL มายเอสคิวเอล เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลโดยใช้ภาษา SQL. แม้ว่า MySQL เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส แต่แตกต่างจากซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สทั่วไป โดยมีการพัฒนาภายใต้บริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดน โดยจัดการ MySQL ทั้งในแบบที่ใช้ฟรี และแบบที่ใช้ในเชิงธุรกิจ

ความสามารถและการทำงานของโปรแกรม MySQL มีดังต่อไปนี้

1. MySQL ถือเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล (DataBase Management System (DBMS)

ฐานข้อมูลมีลักษณะเป็นโครงสร้างของการเก็บรวบรวมข้อมูลการที่จะเพิ่มเติม การเข้าถึงหรือประมวลผลข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลจำเป็นต้องอาศัยระบบจัดการฐานข้อมูล ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสำหรับการใช้งานเฉพาะ และรองรับการทำงานของแอปพลิเคชันอื่นๆ ที่ต้องการใช้งานข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้รับความสะดวกในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก MySQL ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูล

2. MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลแบบ relational

ฐานข้อมูลแบบ relational จะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตารางแทนการเก็บข้อมูลทั้งหมดลงในไฟล์เพียงไฟล์เดียว ทำให้ทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่น นอกจากนั้นแต่ละตารางที่เก็บข้อมูลสามารถเชื่อมโยงเข้าหากันทำให้สามารถรวม หรือจัดกลุ่มข้อมูลได้ตามต้องการ โดย

อาศัยภาษา SQL ที่เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MySQL ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล

### 3. MySQL แจกจ่ายให้ใช้งานแบบ Open Source

ผู้ใช้งาน MySQL ทุกคนสามารถใช้งานและปรับแต่งการทำงานได้ตามต้องการ สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม MySQL ได้จากอินเทอร์เน็ตและนำมาใช้งานโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ

ในระบบปฏิบัติการ Red Hat Linux นั้น มีโปรแกรมที่สามารถใช้งานเป็นฐานข้อมูลให้ผู้ดูแลระบบสามารถเลือกใช้งานได้หลายโปรแกรม เช่น MySQL และ PostgreSQL ผู้ดูแลระบบสามารถเลือกติดตั้งได้ทั้งในขณะติดตั้งระบบปฏิบัติการ Red Hat Linux หรือจะติดตั้งภายหลังจากที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการก็ได้ อย่างไรก็ตามสาเหตุที่ผู้ใช้งานจำนวนมากนิยมใช้งานโปรแกรม MySQL คือ MySQL สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว น่าเชื่อถือและใช้งานได้ง่าย เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานระหว่างโปรแกรม MySQL และ PostgreSQL โดยพิจารณาจากการประมวลผลแต่ละคำสั่งได้ผลลัพธ์นอกจากนั้น MySQL ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่เป็นเครื่องให้บริการรองรับการจัดการกับฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งการพัฒนายังคงดำเนินอยู่อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีฟังก์ชันการทำงานใหม่ๆ ที่อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา รวมไปถึงการปรับปรุงด้านความต่อเนื่องความเร็วในการทำงาน และความปลอดภัยทำให้ MySQL เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานเพื่อเข้าถึงฐานข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

งานวิจัยนี้ใช้ในการกำหนดสิทธิของผู้ใช้งานระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าสู่ระบบ และเพิ่มความปลอดภัยของระบบ

## 2.11 Sensor DHT 22 [11]

Sensor DHT 22 ใช้วัดความชื้นหรืออุณหภูมิ สามารถใช้งานร่วมกับ บอร์ด Arduino UNO ได้ใช้ไฟเลี้ยง 3.3-6V 1-1.5 mA

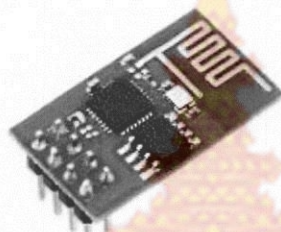


ภาพที่ 2-16 Sensor DHT 22 [11]



## 2.12 โมดูล Wi-Fi ESP8266

โมดูล Wi-Fi ESP8266 เป็นโมดูลขนาดเล็กที่ใช้เชื่อมต่อกับ Arduino UNO R3 หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้การทำงานของโปรแกรมสามารถสร้างโครงข่ายของตนเอง หรือเชื่อมต่อไปยังโครงข่ายอินเทอร์เน็ตอื่นๆ ได้ เช่นเชื่อมต่อกับบอร์ดราสเบอร์รี่พาย 3 ได้ เนื่องจากราสเบอร์รี่พาย 3 มีสายพาวเวอร์อยู่ในบอร์ดอยู่แล้ว ตัวโมดูลใช้ไฟแรงดัน 3.3V แล้วใช้ AT Command ในการติดต่อสื่อสารเพื่อการสั่งงาน

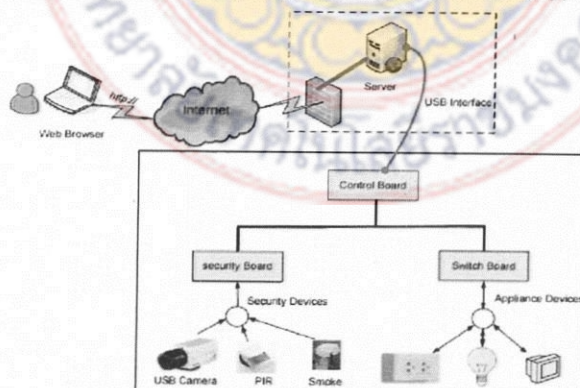


ภาพที่ 2-17 โมดูล Wi-Fi ESP8266 [12]

## 2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.13.1 งานวิจัยเรื่อง “ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีเว็บ (Home Appliance Controller System via Web – Technology)” โดยธนวินท์ ทิพย์ธาราไลพ.ศ. 2553 [13]

โครงการนี้จะมีระบบโฮมซิสเต็มสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เปิด-ปิดไฟเปิด-ปิดโทรทัศน์เปิด-ปิดม่าน ปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น และยังใช้ระบบสมาร์โฮมที่สามารถสั่งงานผ่านเว็บทำให้สะดวกสบายมากขึ้น โดยมีศูนย์รวมการทำงานเพียงจุดเดียวที่เรียกว่าเซิร์ฟเวอร์ อยู่ในระบบโครงข่ายภายในบ้านของตนเอง โดยผู้ใช้งานสามารถสั่งงานผ่านเว็บในการติดต่อกับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านรวมทั้งระบบรักษาความปลอดภัยอีกด้วย

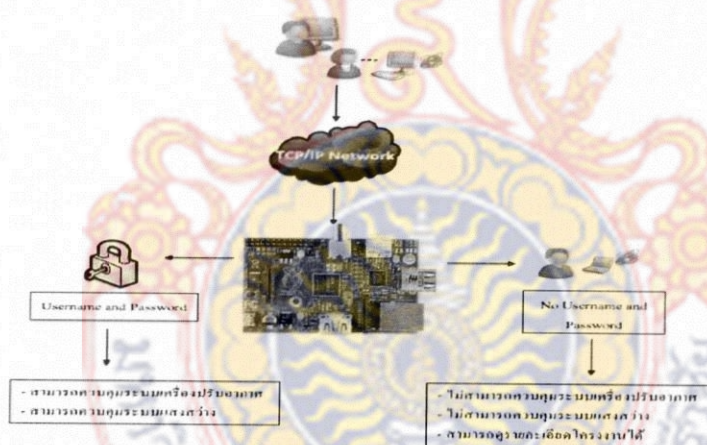


ภาพที่ 2-18 การทำงานของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า [13]

งานวิจัยนี้จะมีข้อเสียทางด้าน การสื่อสารแบบไร้สาย ซึ่งการนำเอาอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพดี มาใช้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก การประมวลผลด้านการควบคุมที่มีหน้าที่สื่อสารกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็น การประมวลผลที่ละคำสั่งมีการตอบกลับค่อนข้างล่าช้า เมื่อเทียบกับงานวิจัยนี้ โครงการที่จัดทำขึ้นจะมีค่าใช้จ่ายน้อยมาก ราคาไม่แพงมีการใช้งานไม่แตกต่างกันมาก และยังประหยัดค่าใช้จ่ายอีกด้วย

2.13.2 งานวิจัยเรื่อง “ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต (The Management System of Electric Appliances via Internet)” โดย นางสาวชาริณี ชาญ ดนตรีกิจ และ นายณัฐกร สืบบุก พ.ศ.2553 [14]

ระบบนี้สามารถควบคุมและตรวจสอบการทำงานระยะทางไกล ซึ่งทำให้การทำงานของไฟฟ้า มีความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพในการทำงาน ระบบจะควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ เครื่องปรับอากาศและระบบแสงสว่างรวมถึงการตรวจสอบการทำงานเพื่อให้ทราบถึงความ เสื่อมสภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งการควบคุมจะสั่งการผ่านเว็บเพจโดยใช้อินเทอร์เน็ตเป็นตัวเชื่อม



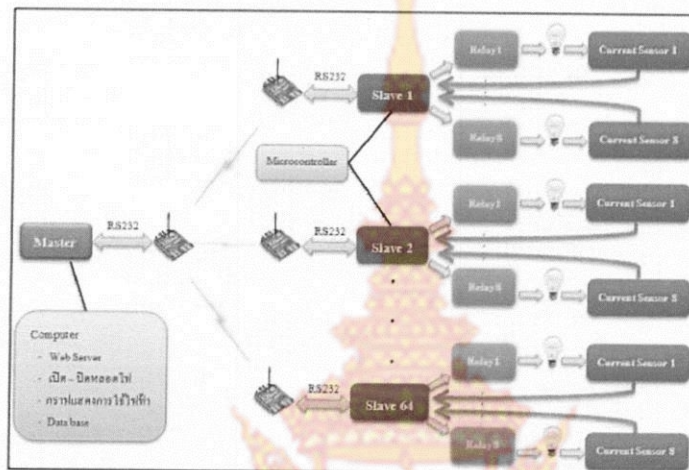
ภาพที่ 2-19 แสดงขั้นตอนการทำงานระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต [14]

งานวิจัยนี้ไม่มีการติดตั้งการใช้งานได้ทุกที่ ที่สามารถใช้งานผ่าน LAN วงเดียวกันเท่านั้น และ ยังไม่มีการสร้างระบบ login เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้ระบบ เมื่อเทียบกับโครงการที่จัดทำขึ้น จะมี หน้าเว็บเพจในส่วนของการ login เข้าระบบเพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งาน รวมถึงสามารถใช้งาน ได้ทุกที่อีกด้วย และสะดวกต่อการใช้งานภายในระบบ

2.13.3 งานวิจัยเรื่อง “ระบบควบคุมแสงสว่างผ่านทางอินเทอร์เน็ต (Lighting Control System via Internet)” โดย นายสุริยา คุณเลสา และ นายภูวนัย ไชยสิงห์ พ.ศ.2555 [15]

โครงการนี้จะเป็นระบบควบคุมแสงสว่างผ่านอินเทอร์เน็ต โดยสามารถตรวจสอบสถานการณ์ การทำงานของหลอดไฟได้อย่างถูกต้อง เพราะมีการเช็คกระแสหลอดไฟแต่ละหลอดเพื่อความถูกต้อง โดย

สามารถควบคุมการเปิด-ปิดผ่านอินเทอร์เน็ตและเปิด-ปิดด้วยตนเองจากเครื่องควบคุมรอง (Slave) เพื่อสามารถควบคุมการใช้ทรัพยากรไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ



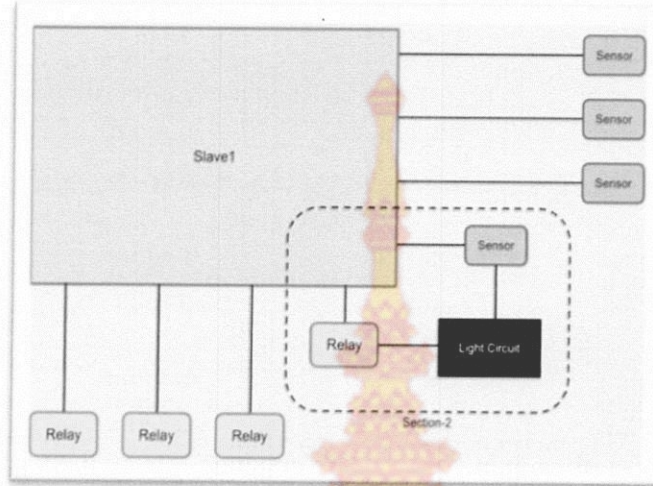
ภาพที่ 2-20 การออกแบบทำงานด้วยเครื่องควบคุมรอง (Slave) [15]

งานวิจัยนี้มีข้อเสียในการจ่ายไฟให้กับหลอดไฟมากกว่า 2 ดวงฟิวส์จะขาดสถานะ การจ่ายไฟรวมกับหม้อแปลงที่จ่ายให้บอร์ด Slave กระแสไม่เพียงพอซึ่งทำให้ระบบขัดข้องได้ง่าย เมื่อเทียบกับโครงการที่จัดทำขึ้น จะมีการสั่งการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้มากกว่า 2 ดวง โดยไม่เกิดปัญหาการขัดข้อง และยังใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

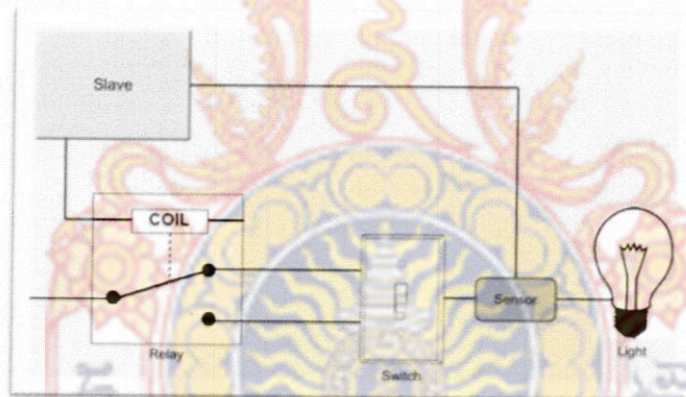
**2.13.4 งานวิจัยเรื่อง ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารผ่าน Web Application โดย นายพงศกร เทียมวัง นายบุษกุล ศิริรัตนาสกุล นางสาวศิวภรณ์ เทพวรรณ และ นายสุรศักดิ์ เทพสมรส (พ.ศ.2556) [16]**

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารผ่าน Web Application สามารถติดต่อกับ Master ได้โดยผ่านทาง Web Application ซึ่งสามารถสั่งงานผ่านทาง Master ให้ไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า (หลอดไฟ) ที่เชื่อมต่ออยู่กับ Slave แต่ละตัวได้ โดยอาศัยการเชื่อมต่อระหว่าง Master และ Slave ผ่านทาง RS-485 โดยใช้ Protocol Modbus ในการสื่อสารสามารถรับส่งข้อมูลในระยะทางประมาณ 10 เมตร ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเพียงพอที่จะใช้สื่อสาร เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน และการควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า (หลอดไฟ) ในแต่ละจุดสามารถเปิด/ปิด ได้จากสวิตช์ไฟโดยตรงและผ่านทาง Web Application ซึ่งมีการตอบสนองต่อคำสั่งที่รวดเร็ว นอกจากนั้นยังสามารถตรวจสอบสถานการณ์ เปิด-ปิด ของอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละจุด เพื่อการตัดสินใจในการสั่งงานได้ด้วย ดังนั้นสามารถเขียน Web Application เพื่อรับข้อมูลและแสดงสถานการณ์อยู่ห้องของบุคลากรนั้นๆได้

วัตถุประสงค์ ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูล ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 2-21 โครงสร้างระบบการทำงานของวงจร Slave [16]



ภาพที่ 2-22 โครงสร้างการเชื่อมต่อระหว่าง Slave กับวงจรควบคุมไฟ [16]

ปัญหาที่พบบางงานวิจัยนี้คือมี user interface ให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงการควบคุมระบบไฟฟ้าภายในบ้านผ่านทาง web application เพียง User เดียว เป็นการใช้งานสำหรับควบคุมไฟภายในบ้าน ซึ่งงานวิจัยนี้ครอบคลุมในการใช้งานให้ครอบคลุมทั้งอาคารสามารถให้ความเร็วสูงสุดได้มากกว่า 20 kbs งานวิจัยนี้มีความแตกต่างกับปริญญาโทที่พัฒนาขึ้น ในส่วนของโครงการมีการแสดงอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวผ่านเว็บแอปพลิเคชัน แต่ในส่วนองงานวิจัยสามารถเปิดปิด สวิตซ์ไฟโดยตรงผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และมีการตรวจสอบสถานะการเปิด-ปิดอุปกรณ์

### 2.13.5 งานวิจัยเรื่อง ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านแอนดรอยด์และเว็บแอปพลิเคชัน โดย นายพร้อมเลิศ หล่อวิจิตร (พ.ศ.2555) [17]

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านแอนดรอยด์และเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเครื่องบริการเว็บแบบฝังตัวที่สามารถให้บริการผ่านระบบเครือข่ายและเชื่อมต่อ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตได้ระบบสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานภายในบ้านได้ ซึ่งสามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 3 แบบคือสั่งให้อุปกรณ์ปิดหมดสั่งให้อุปกรณ์เปิดหมดและสั่งให้อุปกรณ์เฉพาะที่เลือก เปิด/ปิด จากการทดสอบความถูกต้องของระบบพบว่าระบบสามารถจัดการและควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ดีในเว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer ,Google Chrome ,Mozilla Firefox และ โปรแกรม ประ ยุ ก ต์ บ น ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเนื่องจากเว็บเบราว์เซอร์ทั้ง 3 และโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สามารถแสดงผลได้ถูกต้องทุกกรณีโดยสามารถทำงานได้ถูกต้องและรวดเร็ว

วัตถุประสงค์ นำมาใช้ในการควบคุมเขียนคำสั่งในการควบคุมอุปกรณ์ผ่านแอนดรอยด์



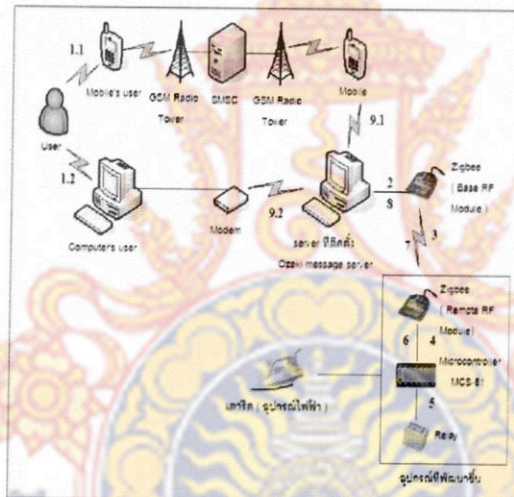
ภาพที่ 2-23 การสั่งให้ช่องอุปกรณ์ที่เลือกทำการเปิด-ปิดบนเว็บ [16]

ปัญหาที่พบจากงานวิจัยนี้ คือ แอปพลิเคชันยังไม่มีการใช้งานวง LAN ภายนอกและการควบคุมอุปกรณ์ผ่านอินเทอร์เน็ตยังคงควบคุมระยะไกลไม่ได้ ในเรื่องความสามารถของระบบใช้เครื่องบริการเว็บแบบฝังตัว สามารถให้บริการระบบเครือข่ายและเชื่อมต่อ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต โดยงานวิจัยนี้แตกต่างกับปริญญาานิพนธ์ที่จะพัฒนาขึ้นในเรื่องการแสดงผลสถานะของอุปกรณ์ผ่านเว็บแอปพลิเคชันและอุปกรณ์ไร้สาย ผู้จัดทำปริญญาานิพนธ์จึงได้พัฒนาและศึกษาระบบควบคุมไฟฟ้าแสดงผลสถานะผ่านแอนดรอยด์และเว็บแอปพลิเคชันซึ่งผู้วิจัยนำข้อมูลที่ศึกษามาทำการทดสอบโปรแกรมและวิเคราะห์ผลทั้งหมด 2 วิธีคือ

1. การทดสอบระบบโดยการสั่งให้อุปกรณ์หยุดการทำงาน
2. ระบบการตรวจสอบสถานะของอาจารย์

### 2.13.6 การพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee โดย นายสรกฤษ สิริปรีดากุล, นางสาวพิมพ์ลักษณ์ จิรกุลกนก [18]

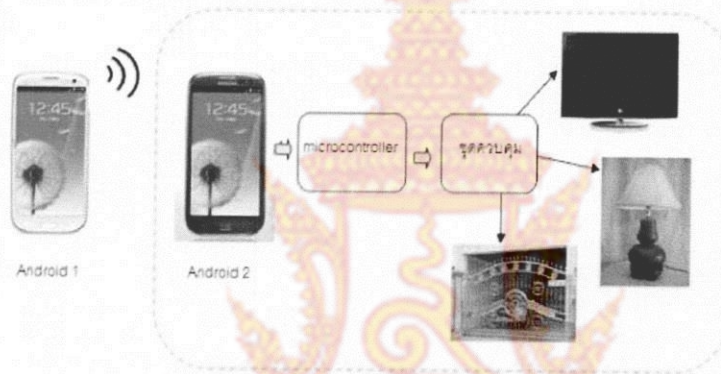
ในการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee จะมีการนำ Zigbee ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Relay มาใช้ในการต่อวงจรสำหรับรับ-ส่งข้อมูล ประมวลผลข้อมูล และควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าของ อุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งวงจรนี้ จะต้องมีการเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมวงจรด้วย โดยจะใช้ภาษา C ในการ เขียนโปรแกรมนี้ ส่วนการส่งงานระบบ จะต้องมีการใช้ Web Application เพื่อใช้สำหรับส่งงานระบบ ผ่าน ทางอินเทอร์เน็ต และจะต้องมีการใช้โปรแกรม Ozeki message server 6 เพื่อใช้สำหรับส่งงานผ่านทาง โทรศัพท์ มือถือ โดยในการเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าบน Web Application และบน Ozeki message server 6 จะใช้ภาษา C# ในการเขียนโปรแกรมดังกล่าว



ภาพที่ 2-24 ระบบควบคุมไฟฟ้าด้วย Zigbee [18]

### 2.13.7 ระบบควบคุมบ้านผ่านแอนดรอยด์ (Smart Home using Android) โดย นางสาวสายใจ การะศรี, นางสาวสุกัญญา นามบัญญัติ [19]

การทำงานจะประกอบด้วย Android 2 ตัว โดยตัวหนึ่งจะอยู่ที่ผู้ใช้งานและอีกตัวอยู่ในส่วนชุด ควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เราต้องการจะควบคุม โดยในการทำงาน Android ตัวแรกจะเป็นตัวรับคำสั่งการ ใช้งานและส่งผ่านข้อมูลคำสั่งไปที่ Android อีกตัวผ่านทาง wireless ซึ่ง Android ตัวนี้จะเชื่อมต่ออยู่กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการชุดควบคุมให้ทำงาน ตัวชุดควบคุมก็จะสั่งการอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ที่เราต้องการควบคุมให้ทำงาน โดยโครงการนี้ได้ทำการควบคุมการเปิด-ปิด ของหลอดไฟ



ภาพที่ 2-25 หลักการทำงานของ Smart Home using Android [19]

ในการที่ควบคุมการเปิด - ปิด ของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยผ่าน ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้น ในโครงการนี้ ได้เขียนแอปพลิเคชันขึ้นมา 2 แอปพลิเคชัน คือ

1. TCP Server เป็นแอปพลิเคชันที่ทำหน้าที่รับคำสั่งของผู้ใช้จาก TCP Client และส่งคำสั่งที่ได้ออกมาเป็นเสียง ส่ง ป้อนเป็นอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์
2. TCP Client เป็นแอปพลิเคชันที่ทำหน้าที่รับคำสั่งที่รับมาจากผู้ใช้งานโดยตรงและส่งคำสั่งไปยัง TCP Server

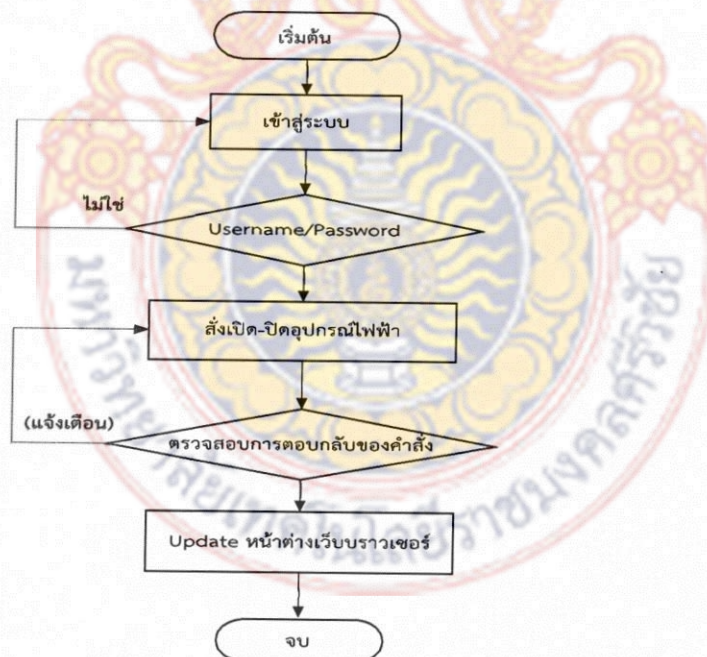
## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

หัวข้อนี้เป็นวิธีการดำเนินการวิจัย เน้นในส่วนของ การออกแบบและพัฒนาระบบ เริ่มตั้งแต่ ขั้นตอนออกแบบการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (สั่งการควบคุมผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์) และฝั่งไคลเอนต์(ประมวลผลคำสั่งและควบคุมการทำงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์) การออกแบบหน้าเว็บ การออกแบบฐานข้อมูล และออกแบบการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานระหว่าง Wi-Fi และ Bluetooth

#### 3.1 ออกแบบและพัฒนาส่วนของฝั่งเซิร์ฟเวอร์

ใช้บอร์ด Raspberry Pi เพื่อควบคุมการสั่งการไปยังเว็บเบราว์เซอร์ โดยจะสั่งการไปยังฝั่งไคลเอนต์ ให้ทำงานในการควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า แล้วสร้างเว็บไซต์เพื่อเข้าใช้งานในระบบ สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าใช้งาน สะดวกแก่ผู้ใช้งาน และยังช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้ระบบ

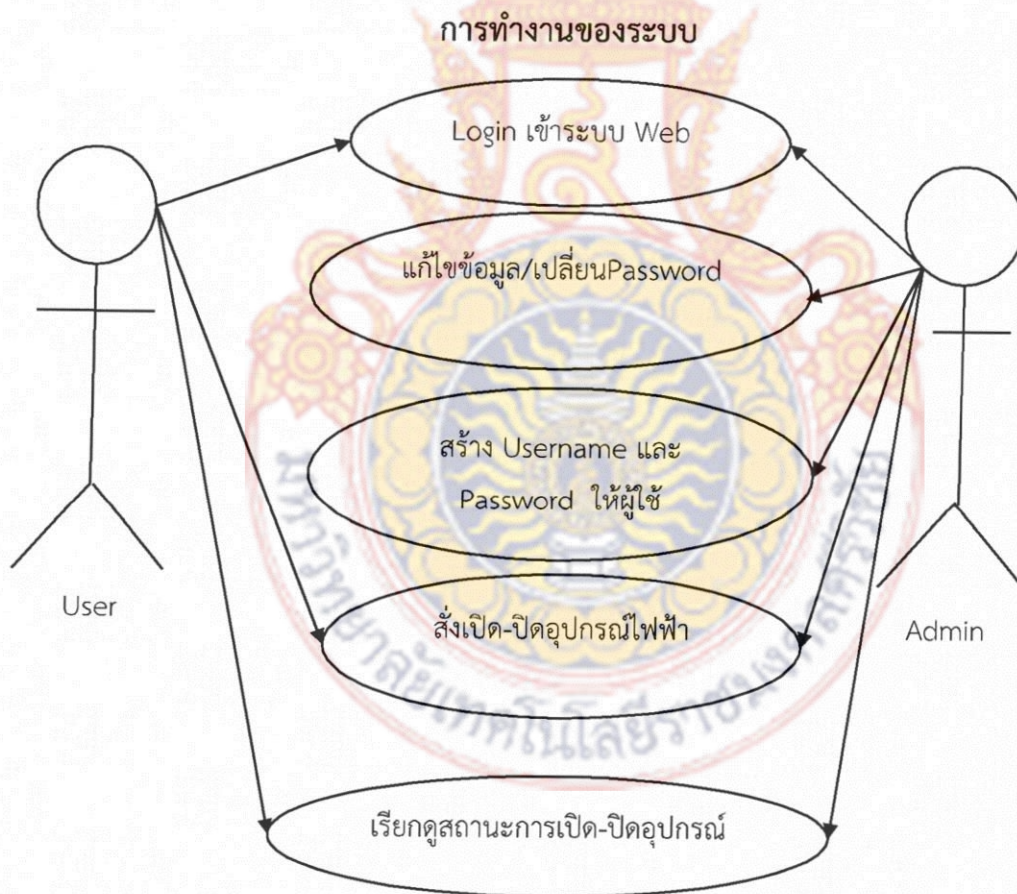


ภาพที่ 3-1 ภาพรวมการทำงานของระบบควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์



### 3.1.1 การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบที่ใช้ในการออกแบบ และสร้างระบบควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์ เริ่มต้นจากการเข้าใช้งานระบบโฮมเพจ ต้องทำการ Login ระบบก่อน เพื่อจำกัดสิทธิ์ของผู้ใช้ในระบบ และยังเป็นการรักษาความปลอดภัยของระบบ เมื่อเข้า Login ระบบจะทำการตรวจสอบ Username และ Password เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้วจะเข้าสู่หน้าเว็บระบบควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์ เมื่อเข้ามายังหน้าโฮมเพจก็จะมีหน้าสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยหน้าเว็บเบราว์เซอร์และ Use Case Diagram ของระบบควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์ มีขั้นตอนการทำงาน (ดังภาพที่ 3-2)

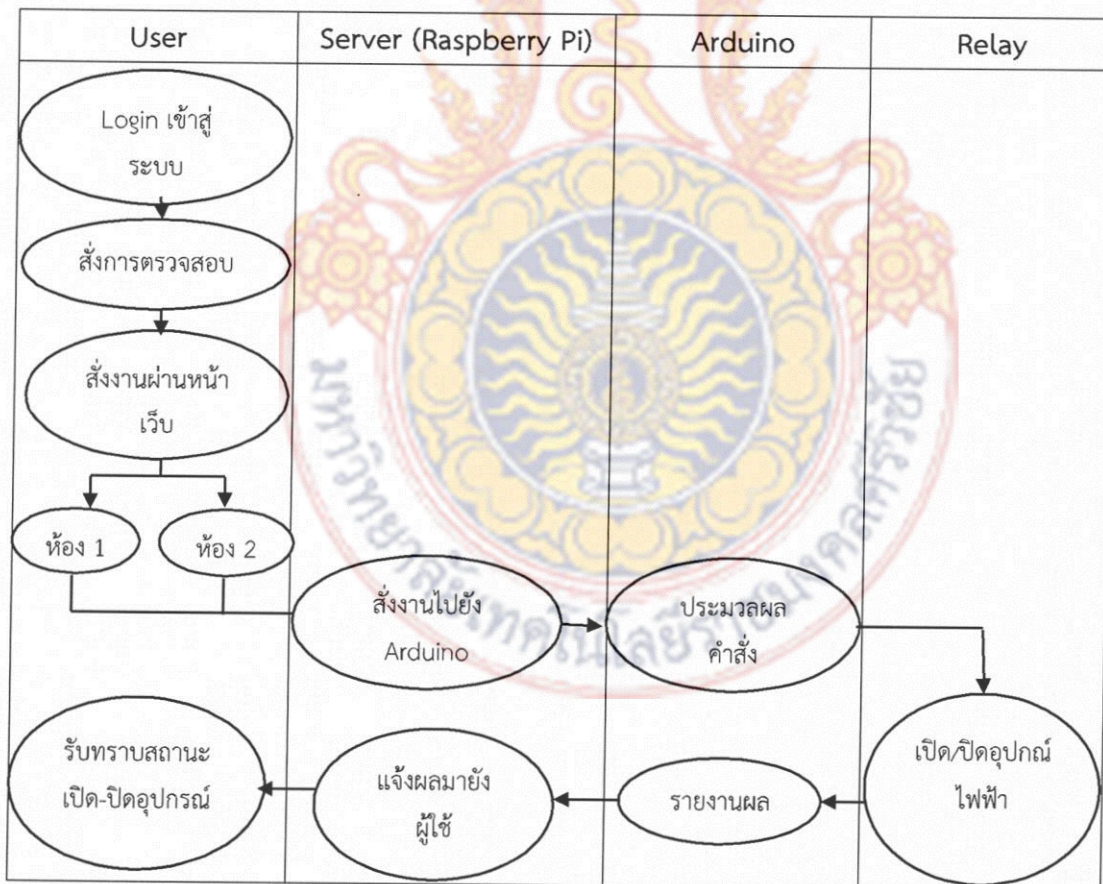


ภาพที่ 3-2 Use Case Diagram ของระบบ

ตารางที่ 3-1 รายละเอียดของ Use case

ลำดับที่	Use Case	Actor	Description
1	Login เข้าระบบ Web	User Admin	ใส่ Username และ Password ตามสิทธิ์ที่ได้รับ
2	แก้ไขข้อมูล/เปลี่ยน Password	Admin	ผู้ดูแลระบบเท่านั้นที่เข้าไปแก้ไขข้อมูลได้
3	สร้าง Username และ Password ให้ผู้ใช้	Admin	สร้างเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้ามาใช้งานในระบบได้
4	สั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า	User Admin	สามารถสั่งการเปิด-ปิดไปยังฝั่งไคลเอนต์ได้
5	แสดงผลสถานะการเปิด-ปิดอุปกรณ์	User	สามารถที่จะแสดงผลการเปิด-ปิดอุปกรณ์ได้

ตารางที่ 3-2 การออกแบบการทำงานแบบ Swimlane diagram



จากตารางที่ 3-2 เป็นการแสดงการออกแบบกระบวนการทำงานเป็นแบบแผนตามลำดับขั้นตอนเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1. ผู้ใช้ทำการ Login เข้าสู่ระบบ
- ขั้นตอนที่ 2. ผู้ใช้ทำการตรวจสอบสถานะดูว่าตอนนี้อุปกรณ์เปิด หรือปิดอยู่
- ขั้นตอนที่ 3. ทำการสั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บ
- ขั้นตอนที่ 4. สั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าไปยังห้องที่ 1 และห้องที่ 2
- ขั้นตอนที่ 5. สั่งงานไปยัง Arduino ให้ประมวลผลคำสั่งที่ส่งไป
- ขั้นตอนที่ 6. ระบบจะทำการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วย Relay ตามที่รับคำสั่งจากผู้ใช้
- ขั้นตอนที่ 7. ระบบจะแจ้งผลมายังผู้ใช้งานอีกครั้งเพื่อทราบสถานะของอุปกรณ์

### 3.1.2 การออกแบบเว็บเบราว์เซอร์

การออกแบบระบบการแสดงผลการเชื่อมต่อของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์ และผู้ใช้งาน รวมเป็นการออกแบบหน้าเว็บที่ใช้สำหรับควบคุมไฟฟ้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยการออกแบบเว็บเบราว์เซอร์ของระบบควบคุมไฟฟ้าจะใช้ภาษา PHP ในการออกแบบ และเขียนหน้าเว็บเบราว์เซอร์จะช่วยให้เว็บเบราว์เซอร์ทำงานได้ดีขึ้น ซึ่งการออกแบบมีรายละเอียด ดังนี้

#### ส่วนของ Login Page

หน้าเว็บไซต์สำหรับเข้าสู่ระบบ โดยในส่วนของหน้าเข้าสู่ระบบ แสดงดังภาพที่ 3-3 ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

- ช่องแรก สำหรับใส่ Username
- ช่องสอง สำหรับใส่ Password
- ปุ่มสำหรับ Sing in



ภาพที่ 3-3 หน้าเว็บไซต์เข้าสู่ระบบ

#### ส่วนของ Home Page

หน้าแรกเว็บเบราว์เซอร์สำหรับแสดงอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบเมื่อทำการ Login เข้าสู่ระบบได้สำเร็จ แบ่งได้สองส่วนตามสิทธิ์การใช้งาน ซึ่งสิทธิ์การใช้งานแรกจะเป็นการควบคุมระบบเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับอาคาร 10 ชั้น 3 ประกอบไปด้วยห้องพักอาจารย์ 10307 ห้องเรียนที่เป็นห้องคอมพิวเตอร์ 10301 10302 10306 เป็นต้น ดังภาพประกอบ 3-4 สิทธิ์ที่สองสำหรับห้องพักอาจารย์ ชั้น 4 ของอาคารเดียวกันดังภาพที่ 3-4 เมื่อล็อกอินเข้าสู่หน้าเว็บตามสิทธิ์ที่กำหนดแล้วสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ และแอร์ได้ตามต้องการโดยการกดปุ่มเปิด-ปิดตัวที่ต้องการจะสั่งการให้มีการเปิดและปิดเพื่อส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆซึ่งจะมีหน้าเว็บเบราว์เซอร์แสดงคำสั่งในการควบคุมที่เหมือนกันของแต่ละห้อง ต่างกันเพียงจำนวนของอุปกรณ์



ภาพที่ 3-4 หน้าแรกของเว็บเบราว์เซอร์สำหรับ user 1



ภาพที่ 3-5 หน้าแรกของเว็บเบราว์เซอร์สำหรับ user 2



ภาพที่ 3-6 หน้าเว็บเพจห้อง เพื่อสั่งการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

### 3.1.3 ขั้นตอนการสร้างทางด้าน Software

ในการทำงานสำหรับควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (ฝั่ง Server) นั้นมีการสร้างชุดคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและส่วนของเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งแสดงขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ทำการเขียนชุดคำสั่งที่ออกแบบไว้ด้วยภาษา PHP
2. เมื่อเขียนชุดคำสั่งเสร็จก็ทำการโหลดเข้าไปในบอร์ด Raspberry Pi
3. ทำการปรับปรุงแก้ไข หากโปรแกรมทำงานไม่ถูกต้อง
4. ปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์พร้อมใช้งาน
5. เขียนเว็บเบราว์เซอร์ ตามการออกแบบด้วยภาษา PHP HTML
6. เขียนเว็บเบราว์เซอร์ในส่วนของหน้า Login ตามการออกแบบ
7. เขียนเว็บเบราว์เซอร์ในส่วนของหน้า Home Page แบ่งออกเป็น room แต่ละห้อง และ logout เพื่อออกจากระบบ
8. ทำการทดสอบการทำงานของเว็บเบราว์เซอร์ทั้งหมด
9. ปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์พร้อมใช้งาน

### 3.2 ออกแบบการสร้างโปรโตคอลติดต่อระหว่างฝั่งเซิร์ฟเวอร์ และฝั่งไคลเอนต์

โปรโตคอลเป็นภาษาสื่อสารที่ใช้เป็นภาษากลางในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกัน ในการรับค่าจากฝั่งเซิร์ฟเวอร์นั้นจะต้องมีใช้โปรโตคอลในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน จึงได้ออกแบบโปรโตคอลขึ้นมาเพื่อใช้ร่วมกัน

รูปแบบของโปรโตคอลแบ่งออกเป็นไบต์ แต่ละไบต์ก็จะมีอักขระที่มีความหมายต่างกัน เพื่อใช้ในการสั่งงานอุปกรณ์ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน ในกลุ่มที่ 1 จะเป็นโปรโตคอลที่ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ทั้งหมด มี 3 ไบต์ และในกลุ่มที่ 2 จะเป็นโปรโตคอลที่ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ที่ละอุปกรณ์ ข้อมูลของโปรโตคอลยกตัวอย่างเพียง 2 กลุ่มหรือสองห้องสำหรับควบคุมการทำงาน แสดงดังตารางที่ 3-3 และ 3-4

ตารางที่ 3-3 รูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 1 ที่ใช้ในการติดต่อกับฝั่งเซิร์ฟเวอร์

ไบต์ที่	อักขระ	ความหมาย
1	!	ใช้ในการสั่งงาน
	#	ใช้ในการตอบค่ากลับ
2	X	เลือกใช้งานชุดทดลองห้องที่ 1
	Y	เลือกใช้งานชุดทดลองห้องที่ 2
3	O	สั่งในอุปกรณ์ทั้งหมดทำงาน
	S	สั่งให้อุปกรณ์ทั้งหมดหยุดทำงาน
	/	คำสั่งเมื่อจบการทำงาน

### ตัวอย่างรูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 1

โปรโตคอล !XO คือ โปรโตคอลที่ใช้สั่งงานให้ชุดทดลองห้องที่ 1 อุปกรณ์ทั้งหมดทำงาน

โปรโตคอล !XS คือ โปรโตคอลที่ใช้สั่งงานให้ชุดทดลองห้องที่ 2 อุปกรณ์ทั้งหมดหยุดทำงาน

โปรโตคอล #XO คือ โปรโตคอลที่ใช้ตอบค่ากลับไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ทราบว่าชุดทดลองห้องที่  
อุปกรณ์ทั้งหมดทำงาน

โปรโตคอล #XS คือ โปรโตคอลที่ใช้ตอบค่ากลับไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ทราบว่าชุดทดลองห้องที่ 2  
อุปกรณ์ทั้งหมดหยุด

ตารางที่ 3-4 รูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 2 ที่ใช้ในการติดต่อกับฝั่งเซิร์ฟเวอร์

ไบนารีที่	อักขระ	ความหมาย
1	!	ใช้ในการสั่งงาน
	#	ใช้ในการตอบค่ากลับ
	/	คำสั่งเมื่อจบการทำงาน
2	X	เลือกใช้งานห้องที่ 1
	Y	เลือกใช้งานห้องที่ 2
3	A	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 1
	B	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 2
	C	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 3
	D	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 4
	E	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 5
	F	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 6
	G	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 7
	H	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 8
4	C	สั่งให้อุปกรณ์ทำงาน
	D	สั่งให้อุปกรณ์หยุดทำงาน

### ตัวอย่างรูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 2

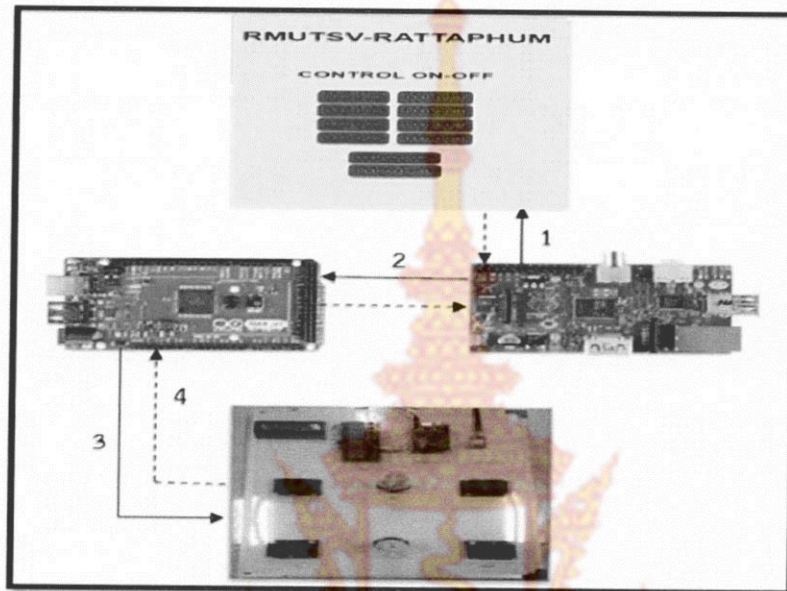
โปรโตคอล !XAC คือ โปรโตคอลที่ใช้สั่งงานให้ชุดทดลองห้องที่ 1 อุปกรณ์ตัวที่ 1 ทำงาน

โปรโตคอล !XAD คือ โปรโตคอลที่ใช้สั่งงานให้ชุดทดลองห้องที่ 1 อุปกรณ์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน

โปรโตคอล #XAC คือ โปรโตคอลที่ใช้ตอบค่ากลับไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ทราบว่าอุปกรณ์ตัวที่ 1  
ชุดทดลองห้องที่ 1 ทำงาน

โปรโตคอล #XAD คือ โปรโตคอลที่ใช้ตอบค่ากลับไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ทราบว่าอุปกรณ์ตัวที่ 1  
ชุดทดลองห้องที่ 1 หยุดทำงาน

### 3.1.5 การออกแบบขั้นตอนการทำงานระหว่างฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ไปยังฝั่งไคลเอนต์



ภาพที่ 3-7 ขั้นตอนการทำงานระหว่างฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ไปยังฝั่งไคลเอนต์

หมายเหตุ

→ สั่งเปิด-ปิด

---> ตอบกลับคำสั่ง

จากภาพที่ 3-7 เป็นการเชื่อมต่อเพื่อตอบกลับการส่งค่าเปิด-ปิดระหว่างฝั่งไคลเอนต์ และฝั่งเซิร์ฟเวอร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. บอร์ด Raspberry Pi ฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะทำการสั่งการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเว็บ
2. จากนั้นฝั่งเซิร์ฟเวอร์ จะทำการส่งค่าการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าไปยังฝั่งไคลเอนต์
3. ฝั่งไคลเอนต์รับค่าการส่งจากฝั่งเซิร์ฟเวอร์ แล้วแสดงผลการเปิด-ปิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า
4. ฝั่งไคลเอนต์ก็จะส่งค่าการตอบกลับคำสั่งมายังหน้าเว็บเบราว์เซอร์



### 3.2.1 ทดสอบการส่งคำสั่งจากเว็บเบราว์เซอร์

การทดลองนี้ เป็นการทดลองเพื่อทดสอบการส่งคำสั่งของฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อที่จะดูว่าฝั่งเซิร์ฟเวอร์สามารถทำการส่งคำสั่งตามโปรโตคอลที่ออกแบบไว้ได้หรือไม่ ซึ่งจะแสดงผลของการทดสอบผ่านหน้าจอ LCD โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ดังนี้

#### อุปกรณ์ที่ใช้งาน

- บอร์ด Arduino
- บอร์ด Raspberry Pi 3
- หน้าจอ LCD
- สาย UART

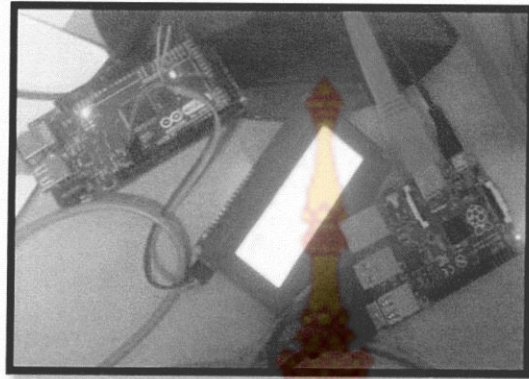
#### การเชื่อมต่อวงจร

ตารางที่ 3-5 การเชื่อมต่อพอร์ตระหว่างบอร์ด Raspberry Pi 3 กับบอร์ด Arduino

บอร์ด Raspberry Pi	บอร์ด Arduino
TX	RX
RX	TX
GND	GND



ภาพที่ 3-8 แผนภาพการเชื่อมต่อด้วยวิธีการจำลองผ่านหน้าจอ LCD

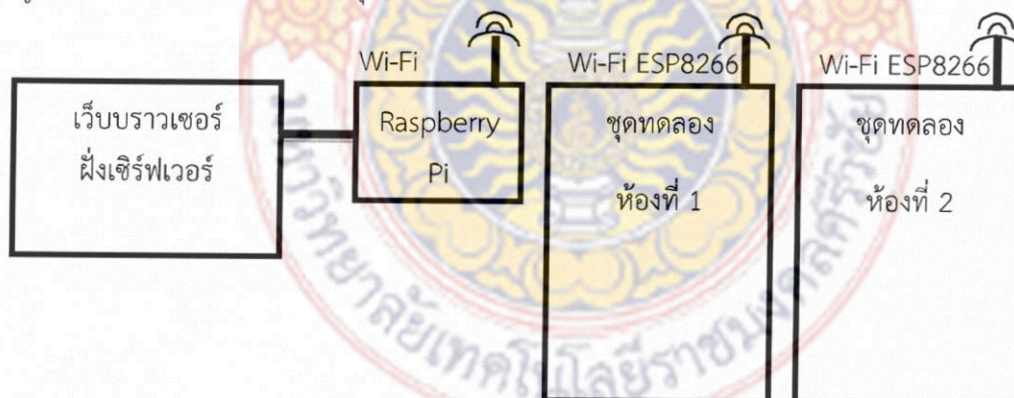


ภาพที่ 3-9 การเชื่อมต่อเพื่อทดลองการส่งค่าให้แสดงบนหน้าจอ LCD

จากภาพที่ 3-8 แสดงแผนภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์ สำหรับการทดลองการส่งคำสั่งของฝั่งเซิร์ฟเวอร์ และภาพที่ 3-9 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์จริง

### 3.2.2 การทดลองส่งคำสั่งจากฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ไปยังฝั่งไคลเอนต์

การออกแบบการทดลองนี้จะยกตัวอย่างการใช้งานห้องที่ใช้ควบคุมเพียง 2 ห้อง ดังภาพที่ 3-10 การทำงานด้วยวิธีการส่งการผ่านเว็บเบราว์เซอร์ วิธีนี้เป็นการทดลองเพื่อทดสอบการใช้งานจริง โดยทดลองร่วมกับไคลเอนต์ โดยควบคุมการทำงานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งจะรับส่งสัญญาณผ่านสัญญาณวิทยุจากตัวบอร์ด Raspberry Pi ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ส่งสัญญาณมายังอุปกรณ์รับส่งสัญญาณโมดูล Wi-Fi ESP8266 ที่ติดตั้งบนชุดทดลอง 2 ห้อง



ภาพที่ 3-10 แผนภาพทดลองการส่งคำสั่งจากฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ไปยังฝั่งไคลเอนต์

### 3.3 ออกแบบและพัฒนาส่วนของฝั่งไคลเอนต์

#### 3.3.1 โปรแกรมและอุปกรณ์ที่ใช้งาน

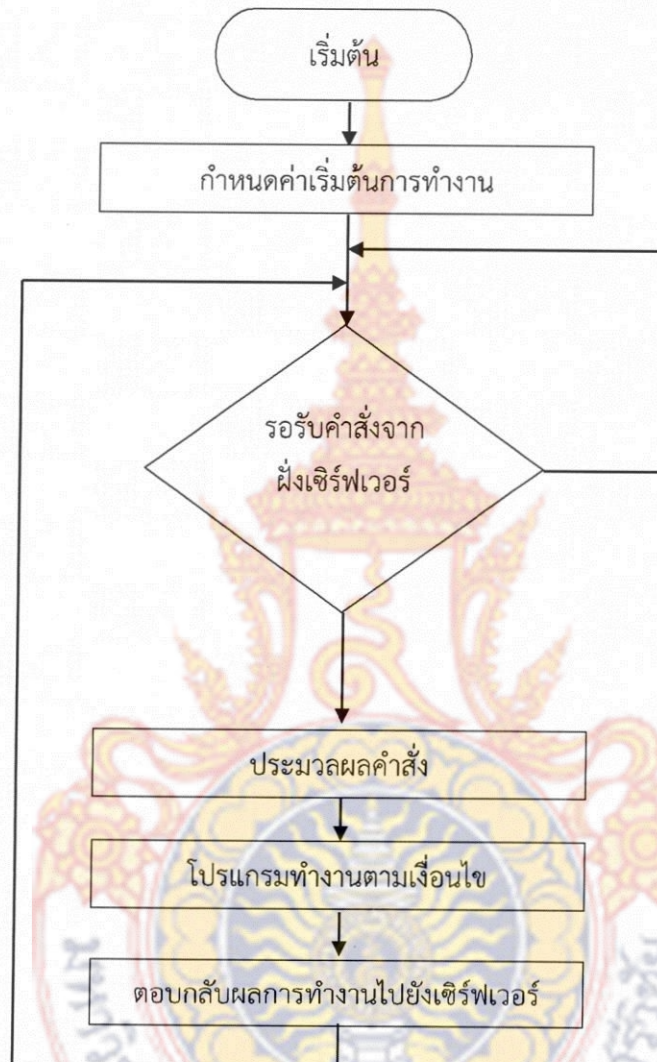
จากการศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 ผู้จัดทำโครงการได้นำมาใช้ประกอบในการสร้างชุดทดลองระบบควบคุมเปิด – ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านบลูทูธ สรุปเป็นหัวข้อดังนี้

1. การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี
2. การออกแบบโปรโตคอล
3. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
  - 3.1 บอร์ดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
  - 3.2 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณโมดูล Wi-Fi ESP8266
  - 3.3 รีเลย์ (Relay) 4 channel
  - 3.4 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT 22
  - 3.5 อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ แอร์หรือพัดลม

#### 3.3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

แสดงดังภาพที่ 3-11 เริ่มจากการกำหนดค่าเริ่มต้นการทำงาน จากนั้นรับคำสั่งจากฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ถ้ามีคำสั่งก็จะประมวลผลคำสั่งตามเงื่อนไขเพื่อสั่งการควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อทำงานตามเงื่อนไขเรียบร้อยแล้วส่งผลกลับมาแสดงยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางหน้าเว็บไซต์





ภาพที่ 3-11 ฝั่งงานขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

### 3.3.3 ออกแบบโปรโตคอล

โปรโตคอลเป็นภาษาสื่อสารที่ใช้เป็นภาษากลางในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกัน ในการรับค่าจากฝั่งเซิร์ฟเวอร์ นั้นจะต้องมีใช้โปรโตคอลในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน จึงได้ออกแบบโปรโตคอลขึ้นมาเพื่อใช้ร่วมกัน รูปแบบของโปรโตคอลแบ่งออกเป็นไบต์ แต่ละไบต์ก็จะมีอักขระที่มีความหมายต่างกัน เพื่อใช้ในการส่งงานอุปกรณ์ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน ในกลุ่มที่ 1 จะเป็นโปรโตคอลที่ใช้ควบคุมการเปิด - ปิดอุปกรณ์ทั้งหมด มี 3 ไบต์ และในกลุ่มที่ 2 จะเป็นโปรโตคอล

ที่ใช้ควบคุมการเปิด - ปิดอุปกรณ์ที่ละ 1 อุปกรณ์ ข้อมูลของโปรโตคอลทั้ง 2 กลุ่มจะแสดงดังตารางที่ 3-6 และตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-6 รูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 1 ที่ใช้ในการติดต่อกับฝั่งเซิร์ฟเวอร์ยกตัวอย่าง 2 ห้อง

ไบนารีที่	อักขระ	ความหมาย
1	!	ใช้ในการสั่งงาน
	#	ใช้ในการตอบค่ากลับ
2	X	เลือกใช้งานชุดทดลองห้องที่ 1
	Y	เลือกใช้งานชุดทดลองห้องที่ 2
3	O	สั่งในอุปกรณ์ทั้งหมดทำงาน
	S	สั่งให้อุปกรณ์ทั้งหมดหยุดทำงาน
4	/	ใช้ในการจบคำสั่ง

ตัวอย่างรูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 1

โปรโตคอล !XO/ คือ โปรโตคอลที่ใช้สั่งงานให้ชุดทดลองห้องที่ 1 อุปกรณ์ทั้งหมดทำงาน

โปรโตคอล !XS/ คือ โปรโตคอลที่ใช้สั่งงานให้ชุดทดลองห้องที่ 2 อุปกรณ์ทั้งหมดหยุดทำงาน

โปรโตคอล #XO/ คือ โปรโตคอลที่ใช้ตอบค่ากลับไปฝั่งฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ทราบว่าชุดทดลองห้องที่ 1 อุปกรณ์ทั้งหมดทำงาน

โปรโตคอล #XS/ คือ โปรโตคอลที่ใช้ตอบค่ากลับไปฝั่งฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ทราบว่าชุดทดลองห้องที่ 2 อุปกรณ์ทั้งหมดหยุด

ตารางที่ 3-7 รูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 2 ที่ใช้ในการติดต่อกับฝั่งเซิร์ฟเวอร์ยกตัวอย่าง 2 ห้อง

ไบนารีที่	อักขระ	ความหมาย
1	!	ใช้ในการสั่งงาน
	#	ใช้ในการตอบค่ากลับ
2	X	เลือกใช้งานห้องที่ 1
	Y	เลือกใช้งานห้องที่ 2
3	A	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 1
	B	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 2
	C	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 3
	D	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 4
	E	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 5
	F	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 6
	G	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 7
	H	ใช้เลือกอุปกรณ์ตัวที่ 8
4	C	สั่งให้อุปกรณ์ทำงาน
	D	สั่งให้อุปกรณ์หยุดทำงาน
5	/	ใช้ในการจบคำสั่ง

#### ตัวอย่างรูปแบบโปรโตคอลกลุ่มที่ 2

โปรโตคอล !XAC/ คือ โปรโตคอลที่ใช้สั่งงานให้ชุดทดลองห้องที่ 1 อุปกรณ์ตัวที่ 1 ทำงาน

โปรโตคอล !XAD/ คือ โปรโตคอลที่ใช้สั่งงานให้ชุดทดลองห้องที่ 1 อุปกรณ์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน

โปรโตคอล #XAC/ คือ โปรโตคอลที่ใช้ตอบค่ากลับไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ทราบว่าอุปกรณ์ตัวที่ 1 ชุดทดลองห้องที่ 1 ทำงาน

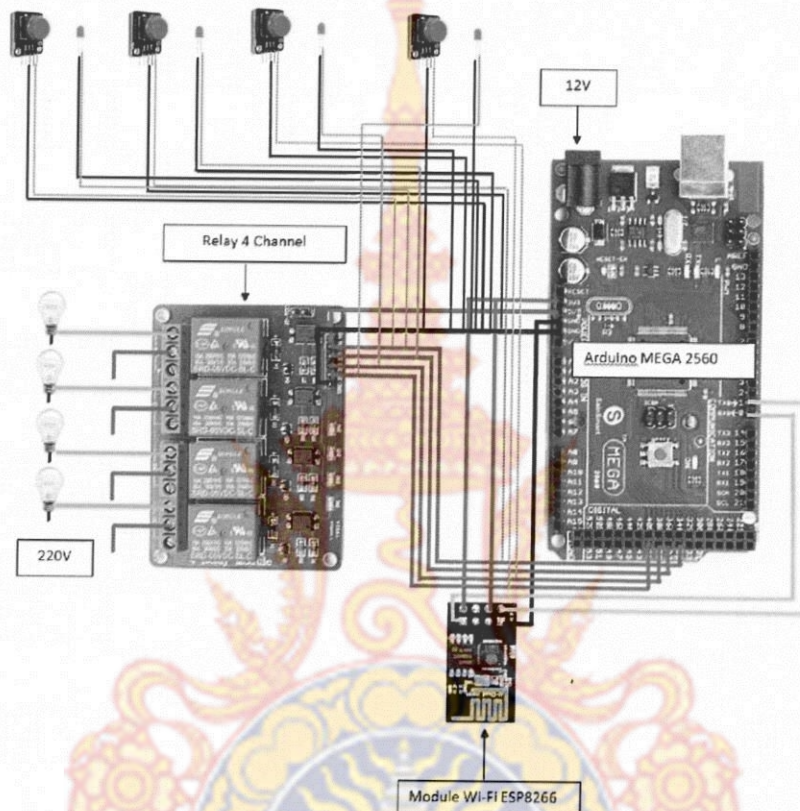
โปรโตคอล #XAD/ คือ โปรโตคอลที่ใช้ตอบค่ากลับไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ทราบว่าอุปกรณ์ตัวที่ 1 ชุดทดลองห้องที่ 1 หยุดทำงาน

#### 3.4 ชุดควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ฝั่งไคลเอนต์

ต่อวงจรบอร์ดต่างๆเข้าด้วยกันสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังภาพที่ 3-13 และภาพที่ 3-14 เป็นการนำอุปกรณ์ที่ต่อวงจรมาประกอบลงในชุดกล่องเอนกประสงค์ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

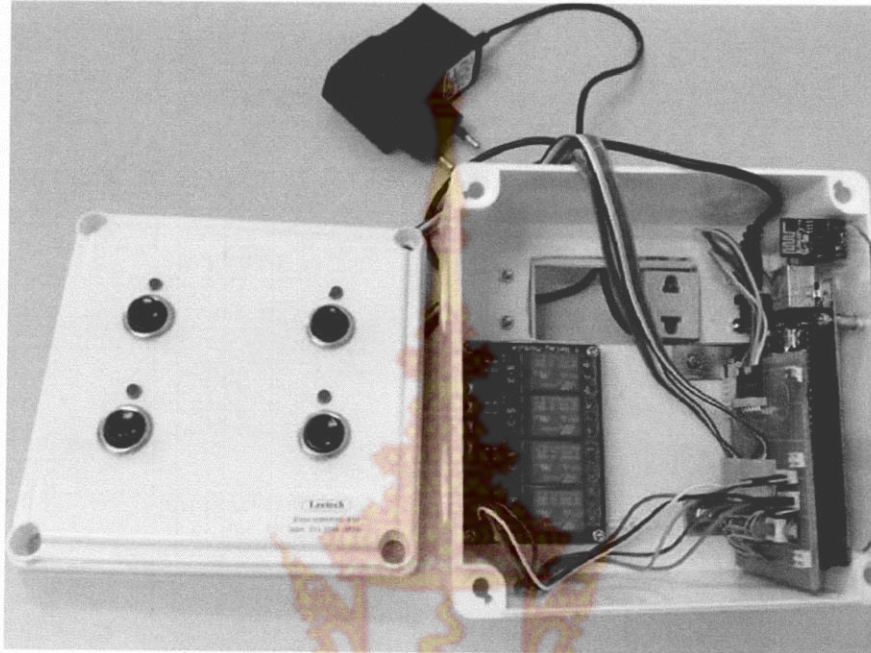
- บอร์ด Arduino Mega 2560
- Relay 4 Channels
- Module Wi-Fi ESP8266 สำหรับควบคุมอุปกรณ์จำนวน 4 อุปกรณ์

- ปุ่มสวิตช์เปิด-ปิดอุปกรณ์
- LED แสดงสถานการณ์เปิด-ปิด



ภาพที่ 3-12 การต่อวงจรบอร์ดสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



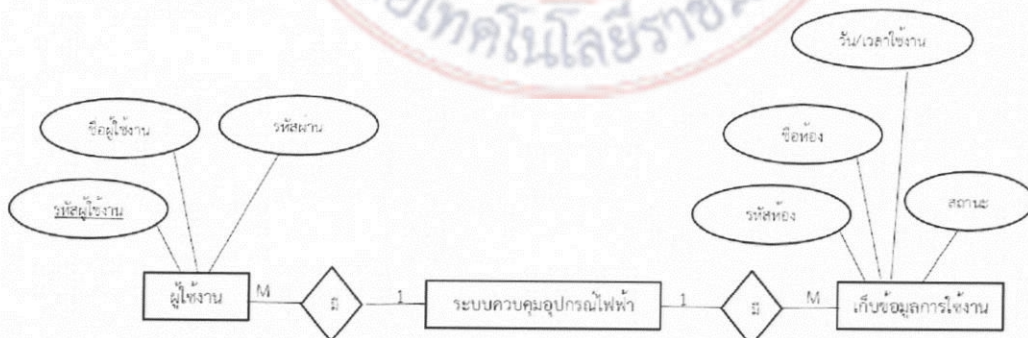


ภาพที่ 3-13 ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าฝังฮาร์ดแวร์

### 3.5 ฐานข้อมูลของระบบ

สำหรับฐานข้อมูลของระบบควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสดงได้ดัง ER-Diagram ภาพที่ 3-14 ประกอบด้วย 2 ตารางดังนี้

1. ตารางสำหรับผู้ใช้ที่มีสิทธิ์ใช้งานระบบ ซึ่งแบ่งออกได้ 2 สิทธิ์ ตามผู้ใช้ที่มีสิทธิ์ใช้ห้องพัก และห้องเรียน ดังนี้
  - User 1 สำหรับอาจารย์สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ซึ่งรับผิดชอบห้องพักและห้องเรียน ชั้น 3 อาคาร 10
  - User 2 สำหรับอาจารย์สาขาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร ซึ่งรับผิดชอบห้องพักและห้องเรียนชั้น 4 อาคาร 10
2. ตารางการเก็บบันทึกข้อมูลการใช้งาน

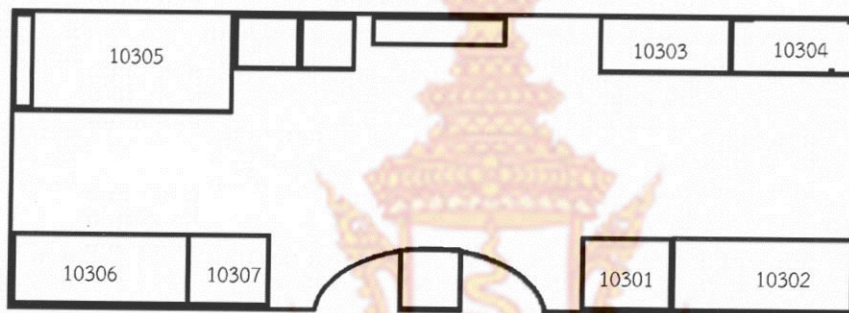


ภาพที่ 3-14 ER-Diagram ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

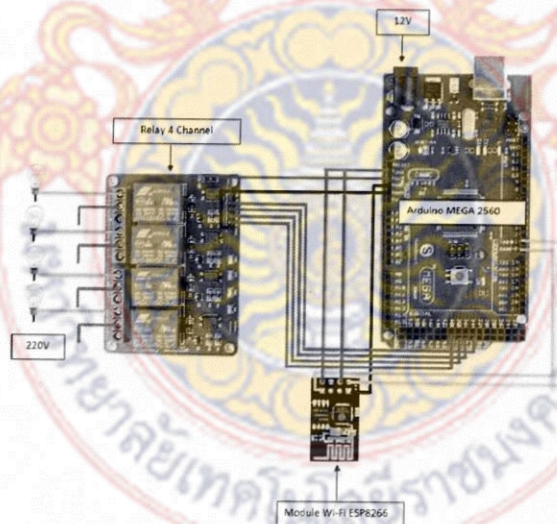


### 3.6 เปรียบเทียบระยะสั่งการควบคุมการทำงานระหว่าง module Wi-Fi module Bluetooth

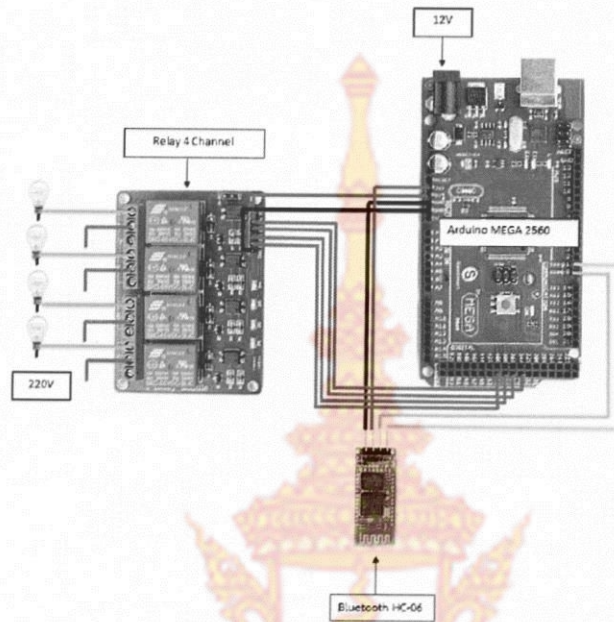
ในหัวข้อนี้เป็นการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบระยะทางในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าระหว่าง module Wi-Fi กับ module Bluetooth วงจรสำหรับที่ใช้ในการทดลองอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเป็นอุปกรณ์ชนิดเดียวกันคือ บอร์ด Arduino MEGA 2560 Relay 4 channel ต่างกันเพียง module Wi-Fi กับ module Bluetooth ดังภาพที่ 3-15 และ 3-16 ตามลำดับ ซึ่งทำการทดลองในพื้นที่ทำการจริงเป็นอาคาร 5 ชั้น ทำการทดลองบริเวณชั้น 3 ซึ่งมีขนาดยาว 71 x20 เมตร มีห้องทั้งหมด 7 ห้อง ดังภาพที่ 3-15



ภาพที่ 3-15 พื้นที่ในการทดลอง



ภาพที่ 3-16 ชุดทดลอง module Wi-Fi



ภาพที่ 3-17 ชุดทดลอง module Bluetooth



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย และอภิปรายผล

หัวข้อนี้จะเป็นการแสดงถึงผลการวิจัย ผลการออกแบบการทดลอง การติดตั้งใช้งานจริง และรวมถึงอภิปรายผลเกี่ยวกับการวิจัยซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.1 ผลการออกแบบเว็บไซต์สำหรับการใช้งาน

##### 4.1.1 หน้าเข้าสู่ระบบ

เนื่องจากระบบที่พัฒนามีการนำมาใช้งานจริงภายในวิทยาลัยรัตภูมิ อาคารประชีพรู ชูพันธ์ หรืออาคาร 10 ซึ่งมีทั้งหมด 5 ชั้น แต่ทดลองใช้งานเพียง 2 ชั้น คือ ชั้น 3 และชั้น 4 ดังนั้นหน้าเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมีกลุ่มผู้ใช้งานเพียง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มอาจารย์ประจำสาขาอาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สามารถควบคุมอุปกรณ์ได้เฉพาะห้องภายในชั้น 3 เท่านั้น และกลุ่มที่ 2 อาจารย์สาขาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรซึ่งประจำอยู่ชั้น 4 ก็สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้เพียงชั้น 4 เท่านั้นเช่นกัน ดังนั้นหน้าสำหรับเข้าสู่ระบบจะมีรูปแบบเดียวกันดังแสดงในภาพ 4-1 เมื่อทำการเข้าสู่ระบบผ่านแล้ว ขั้นตอนลำดับถัดไปผู้ใช้งานสามารถเลือกห้องสำหรับสั่งการควบคุมอุปกรณ์ได้โดยเลือกแถบเมนูห้องก็จะมีห้องต่างๆ แสดงขึ้นมาตามที่ได้รับสิทธิ์ของผู้ใช้งานที่สามารถควบคุมอุปกรณ์ได้ดังแสดงในภาพที่ 4-2 และ 4-3



ภาพที่ 4-1 หน้าแรกสำหรับเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 4-2 หน้าแรกสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานชั้น 3

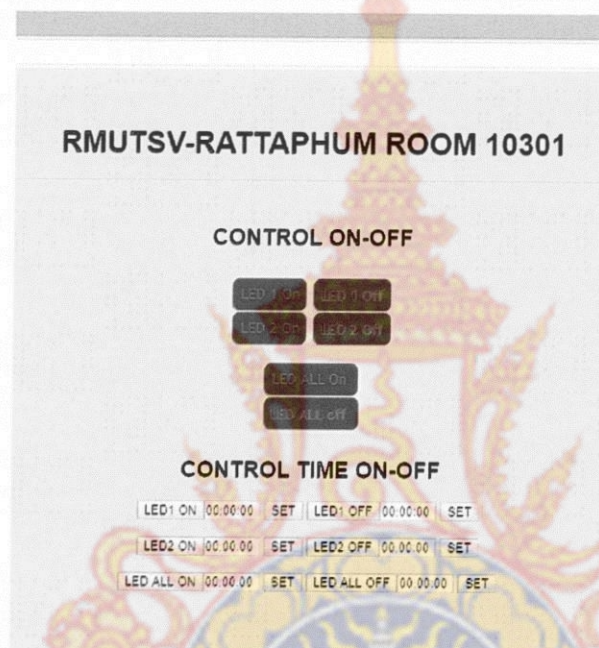


ภาพที่ 4-3 หน้าแรกสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานชั้น 4

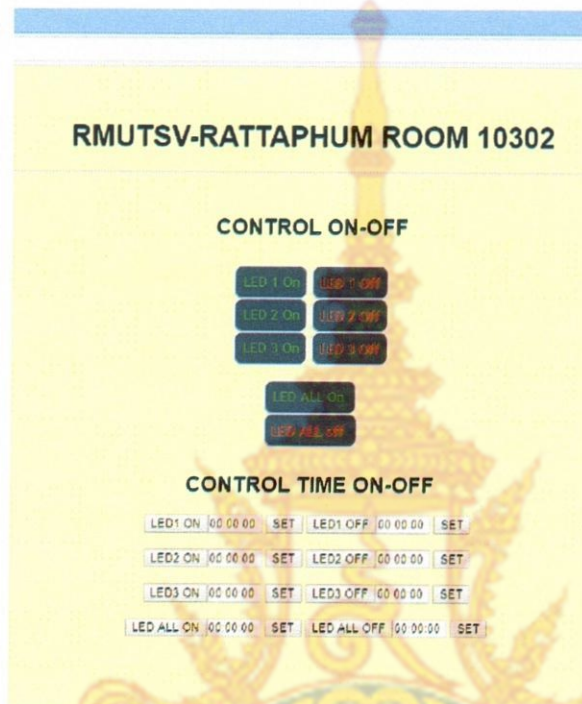
#### 4.1.2 หน้าสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

เมื่อทำการเลือกห้องพักหรือห้องเรียนตามสิทธิ์ที่ได้รับก็จะแสดงหน้าสำหรับควบคุมอุปกรณ์ซึ่งแต่ละห้องจะมีปุ่มควบคุมลักษณะเดียวกันต่างเพียงจำนวนของอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเท่านั้นดังแสดงในภาพ 4-4 - 4-8 ระบบสามารถควบคุมการอุปกรณ์ได้ 4 รูปแบบ  
 แบบที่ 1 เป็นแบบเปิด-ปิดจากสวิตซ์โดยตรง  
 แบบที่ 2 เปิด-ปิดผ่านเว็บเบราว์เซอร์

แบบที่ 3 ตั้งเวลาเปิด-ปิด ผู้ใช้งานสามารถตั้งเปิดปิดเวลาได้ตรงช่วงเวลา LED ON และ LED OFF ปรับเวลา  
ได้ตรง 00:00:00 เมื่อดังเวลาได้ตามต้องการให้กดปุ่ม set เวลาในการควบคุมการเปิดปิดก็จะทำงาน  
แบบที่ 4 ตั้งอุณหภูมิสำหรับเปิด-ปิด แอร์ ซึ่งลักษณะการใช้งานเช่นเดียวกับแบบที่ 3



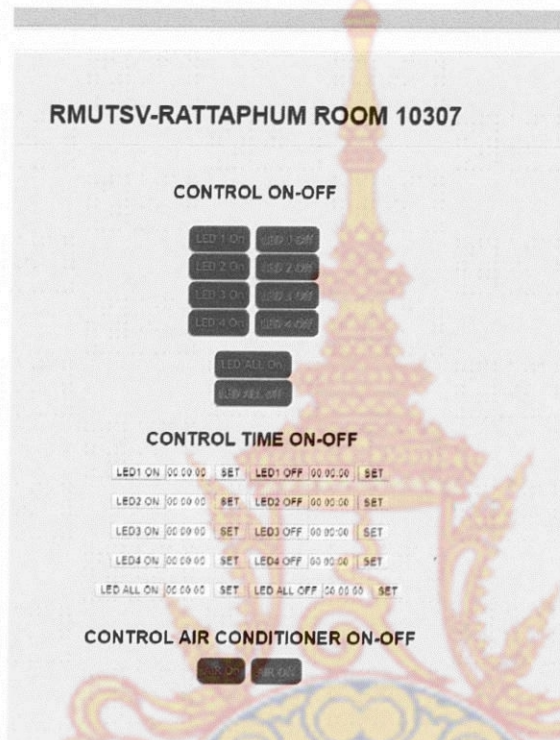
ภาพที่ 4-4 หน้าควบคุมอุปกรณ์ห้อง 10301



ภาพที่ 4-5 หน้าควบคุมอุปกรณ์ห้อง 10302

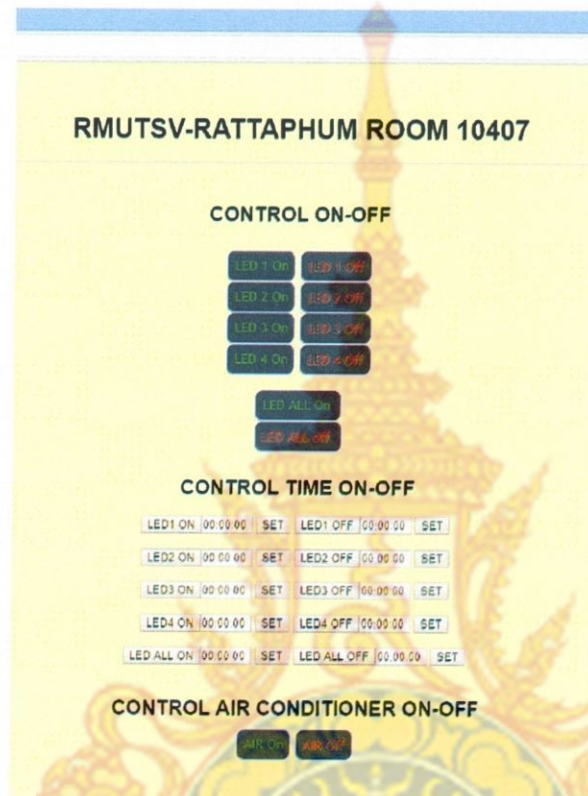


ภาพที่ 4-6 หน้าควบคุมอุปกรณ์ห้อง 10306



ภาพที่ 4-7 หน้าควบคุมอุปกรณ์ห้อง 10307



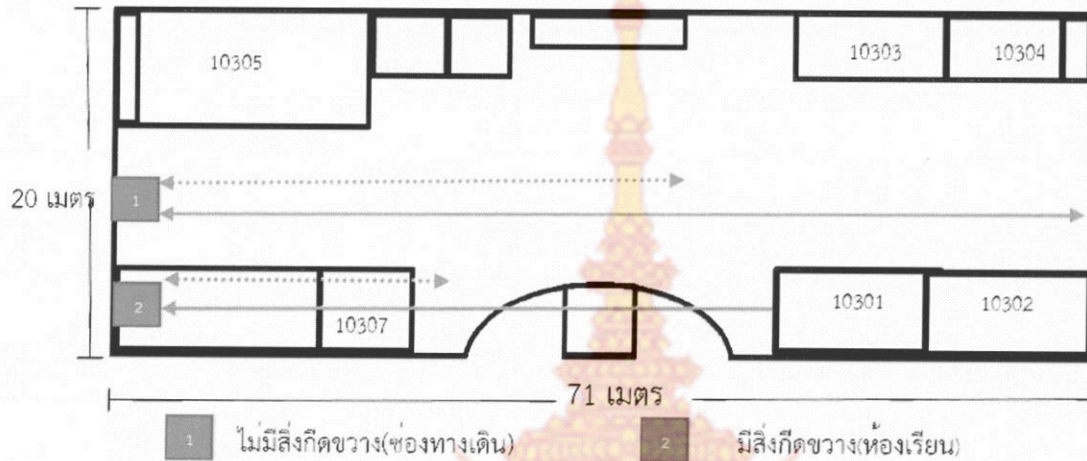


ภาพที่ 4-8 หน้าควบคุมอุปกรณ์ห้อง 10407

#### 4.2 ผลการเปรียบเทียบระยะสั่งการระหว่าง Wi-Fi และ Bluetooth

เป็นการทดลองการวัดระยะสั่งของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นระหว่างสัญญาณ Wi-Fi กับสัญญาณ Bluetooth ซึ่งได้ทำการทดลองทั้งที่มีสิ่งกีดขวางและไม่มีสิ่งกีดขวางดังภาพที่ 4-9 ซึ่งจากการทดลองสรุปได้ดังตารางที่ 4-1 ดังนี้ ไม่ว่าจะเป็กรณีที่มีสิ่งกีดขวางหรือไม่มีสิ่งกีดขวางพบว่าการสั่งการควบคุมผ่านสัญญาณ Wi-Fi สามารถสั่งการได้ในระยะที่ไกลกว่าสัญญาณแบบ Bluetooth และพบว่าในกรณีที่เป็นสัญญาณ Wi-Fi หรือ Bluetooth ระยะสั่งการควบคุมกรณีพื้นที่ไม่มีสิ่งกีดขวางระยะสั่งการทำงานได้ไกลกว่ากรณีที่มีสิ่งกีดขวาง





ภาพที่ 4-9 พื้นที่ทดลองการวัดระยะส่งการระหว่าง Wi-Fi และ Bluetooth

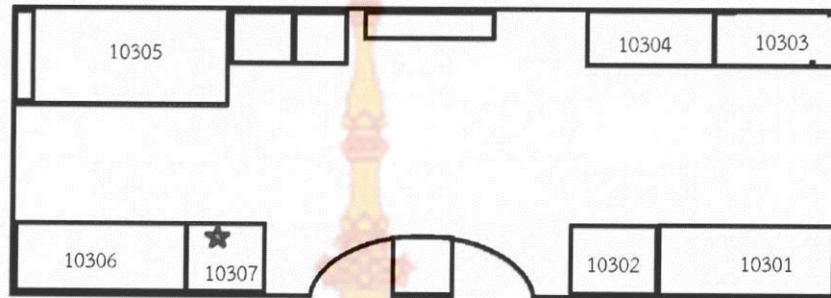
ตารางที่ 4-1 เปรียบเทียบระยะส่งการระหว่าง Wi-Fi และ Bluetooth

สัญญาณ	พื้นที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง	พื้นที่มีสิ่งกีดขวาง
Wi-Fi	71	60
Bluetooth	35	18

#### 4.3 วิเคราะห์เลือกสัญญาณสำหรับงานวิจัยและจุดวาง Server

จากผลการทดลองในข้อ 4.2 งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้การส่งการผ่านสัญญาณแบบ Wi-Fi เนื่องจากมีระยะส่งการที่ไกลกว่า Bluetooth และครอบคลุมพื้นที่การทดลองมากกว่า นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์ตำแหน่งการวางของ Server จากการทดลองครั้งนี้พบว่าตำแหน่งที่เหมาะสมแก่การวางเป็นห้องที่อยู่กลางชั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกวางบริเวณห้อง 10307 ซึ่งเป็นห้องที่อยู่กึ่งกลางระหว่างชั้นและเป็นห้องพักอาจารย์การดูแลรักษาและแก้ไขปัญหาสามารถทำได้สะดวกดังแสดงในภาพที่ 4-10

★ ตำแหน่งการวาง Server

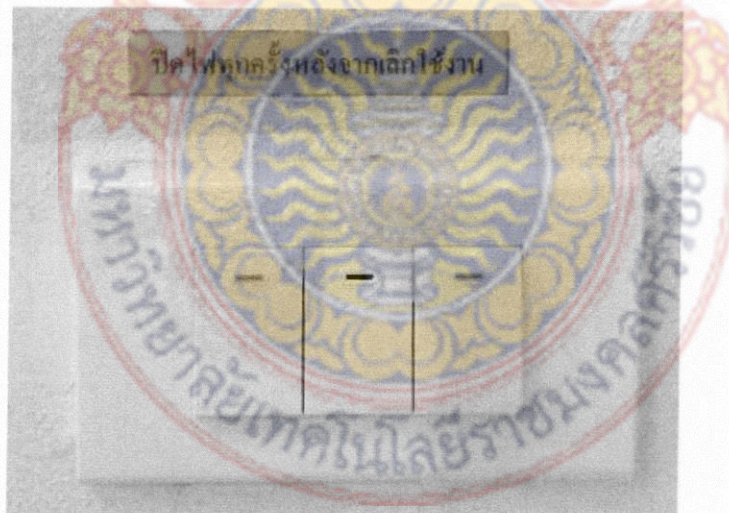


ภาพที่ 4-10 ตำแหน่งการติดตั้ง Server

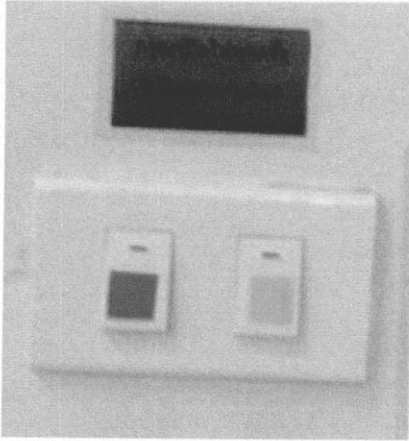
#### 4.4 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับใช้งานจริง

การติดตั้งใช้งานระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟจริงจะต้องทำการแกะเอาสวิตช์เปิดปิดไฟแบบเดิมออกจากรั้วนำสายไฟที่ต่อกับสวิตช์เดิมของไฟแต่ละดวงมาต่อเข้ากับตัว relay ภายในกล่องบรรจุระบบที่พัฒนาขึ้น

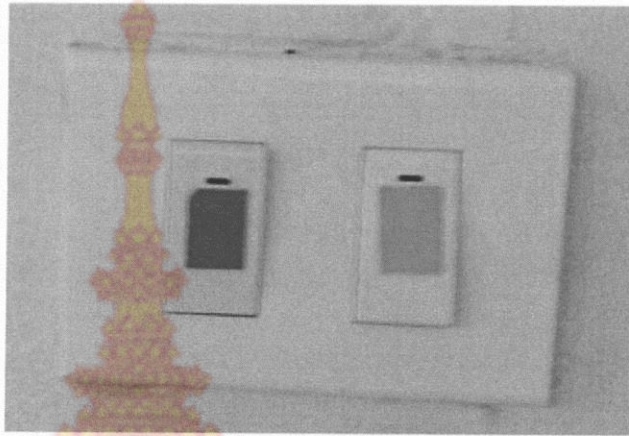
##### 4.4.1 รูปแบบสวิตช์แบบเดิม ที่ใช้งานก่อนการระบบไปใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4-11 - 4-13



ภาพที่ 4-11 สวิตช์ไฟเปิด-ปิด ห้อง 10301 มีสวิตช์ 3 สวิตช์

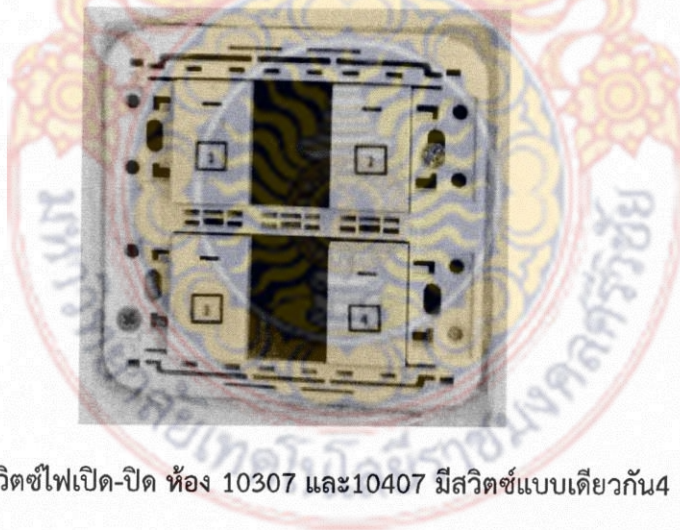


(ก)



(ข)

ภาพที่ 4-12 สวิตช์ไฟเปิด-ปิด (ก) ห้อง 10302 และ (ข) 10306 มีสวิตช์ 2 สวิตช์



ภาพที่ 4-13 สวิตช์ไฟเปิด-ปิด ห้อง 10307 และ 10407 มีสวิตช์แบบเดียวกัน 4 สวิตช์

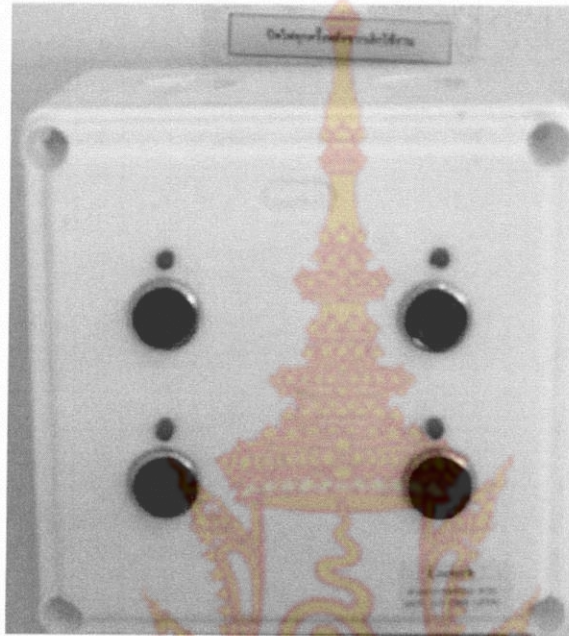
4.4.2 ติดตั้งกล่องควบคุมแทนสวิตช์แบบเดิม นำกล่องควบคุมที่พัฒนาขึ้นสำหรับควบคุมการเปิดปิดระบบผ่านเว็บเบราว์เซอร์ติดตั้งใช้งานแทนสวิตช์แบบเดิม ดังแสดงตัวอย่างตามภาพที่ 4-14 - 4-16



ภาพที่ 4-14 กล่องควบคุม สวิตช์ 3 สวิตช์



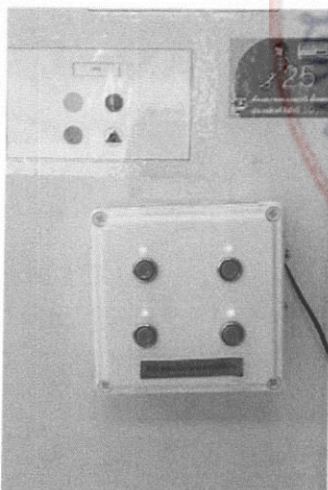
ภาพที่ 4-15 กล่องควบคุม สวิตช์ 2 สวิตช์



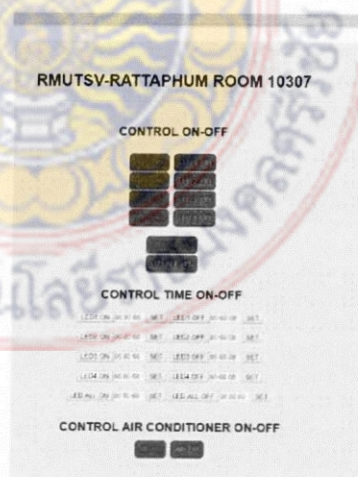
ภาพที่ 4-16 กล่องควบคุม สวิตช์ 4 สวิตช์

#### 4.4.3 ผลการใช้งานกล่องผ่านหน้าเว็บ

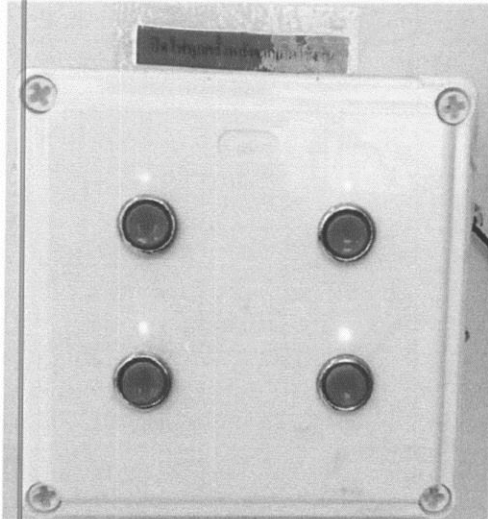
ตัวอย่างผลจากห้อง 10307 เป็นสวิตช์แบบ 4 สวิตช์



(ก) กล่องควบคุมที่ติดตั้งใช้งานจริง



(ข) หน้าควบคุมและแสดงผล



(ค) ไฟแสดงสถานะที่กล่องควบคุม



(ง) ไฟภายในห้องที่เปิดจากหน้าเว็บควบคุม

ภาพที่ 4-17 ตัวอย่างการสั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์

#### 4.5 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยพัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต ระบบสามารถประยุกต์ใช้งานได้จริง และสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

- กรณีเลือกใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สาย งานวิจัยนี้เลือกใช้สัญญาณ Wi-Fi เนื่องจากมีระยะในการสั่งการควบคุมได้ไกลและครอบคลุมพื้นที่ ที่ต้องการทำการทดลอง คือพื้นที่ขนาด 71x20 ตารางเมตร และจากการวัดระยะการสั่งการควบคุมผ่านสัญญาณ Wi-Fi พบว่าระยะไกลสุดกรณีมีสิ่งกีดขวางถึง 60 เมตร แต่ยิ่งไกลออกไปความเข้มของสัญญาณก็จะเริ่มอ่อนลง ช่วงที่สัญญาณเต็มอยู่ที่ระยะ 30 เมตร ดังนั้นส่งผล
- กรณีวิเคราะห์เพื่อวางตำแหน่งของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เหมาะสมที่บริเวณจุดกึ่งกลางของตึกเนื่องจากระยะกึ่งกลางตึกอยู่ที่ตำแหน่ง 30.5 เมตร ซึ่งจะทำให้สัญญาณแพร่กระจายครอบคลุมพื้นที่ได้ทั่วถึงและความเข้มสัญญาณแรงพอที่จะสั่งการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้เลือกวางไว้ในห้องพักของอาจารย์ทำให้การดูแลรักษา แก่ไขข้อผิดพลาดทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้น และส่งผลให้กรณีการควบคุมอุปกรณ์ระหว่างชั้น 3 กับ ชั้น 4 ซึ่งอยู่คนละชั้นแต่มีเซิร์ฟเวอร์เพียงตัวเดียว ผลการควบคุมก็ยังคงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- กรณีติดตั้งใช้งานจริง การทำงานต้องมีการปรับเปลี่ยนสวิตช์ควบคุมจากเดิมเป็นกล่องควบคุมที่พัฒนาขึ้น แต่เนื่องจากสวิตช์แบบเดิมไม่มีปลั๊กสำหรับจ่ายไฟมีแต่สวิตช์เปิด-ปิดไฟอย่างเดียวส่งผลให้ต้องมีการดัดแปลงปลั๊กจ่ายไฟเพิ่มเติมระบบจึงจะสามารถทำงานได้



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้นสำหรับเลือกเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระหว่าง Wi-Fi และ Bluetooth ซึ่งได้ทำการทดลองเปรียบเทียบระยะเวลาสั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในพื้นที่ของอาคารประชีพรุ ชูพันธ์ บริเวณชั้น 3 มีพื้นที่ขนาด 71 x 20 ตารางเมตร ทำการทดลอง 2 กรณี กรณีแรกมีสิ่งกีดขวางซึ่งสั่งการในห้องเรียนแต่ละห้องที่มีฝ้าผนังห้องเรียนกัน และไม่มีสิ่งกีดขวางทดลองบริเวณช่องทางเดินซึ่งเป็นที่โล่ง ผลการทดลองพบว่าระยะเวลาสั่งการด้วยสัญญาณ Wi-Fi มีระยะเวลาสั่งการที่ไกลกว่า Bluetooth คือ กรณีพื้นที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง Wi-Fi สั่งการควบคุมได้ 71 เมตร Bluetooth สั่งการควบคุมได้ 35 เมตร และ พื้นที่มีสิ่งกีดขวาง Wi-Fi สั่งการควบคุมได้ 60 เมตร Bluetooth สั่งการควบคุมได้ 18 เมตร

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้สัญญาณ Wi-Fi สำหรับสั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบที่พัฒนาแบ่งการทำงานออกได้เป็นสองส่วน ส่วนแรกเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้บอร์ดราสเบอร์รี่พายเป็นเซิร์ฟเวอร์ บอร์ดราสเบอร์รี่พายทำหน้าที่ได้เหมือนคอมพิวเตอร์มีสัญญาณ Wi-Fi ในตัวและสามารถพัฒนาเว็บไซต์สำหรับสั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าส่งผ่านสัญญาณ Wi-Fi ไปยังฝั่งไคลเอนต์ ส่วนที่สองไคลเอนต์ ทำหน้าที่โดยอาดนูโนเมกา (Arduino MAGA) รับคำสั่งจากเซิร์ฟเวอร์ไปทำการควบคุมรีเลย์ (Relay) ให้เปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบสามารถสั่งการอุปกรณ์ได้ 4 รูปแบบดังนี้

- 1.เปิด-ปิด ผ่านปุ่มควบคุมหน้าเว็บ
- 2.เปิด-ปิด ด้วยการตั้งเวลาผ่านหน้าเว็บ
- 3.ตรวจเช็คอุณหภูมิสำหรับเปิด-ปิดแอร์
- 4.เปิด-ปิด ด้วยการกดปุ่มสวิทช์ผ่านกล่องควบคุมโดยตรง

ระบบมีความชาญฉลาดสามารถคุมควสั่งการอุปกรณ์ไฟฟ้าจากระยะไกล ตั้งเวลาเปิด-ปิดผ่านหน้าเว็บ ตั้งอุณหภูมิเพื่อเปิด-ปิดแอร์ได้ ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้นนำไปติดตั้งใช้งานจริง ชั้น 3 และ ชั้น 4 ของอาคารประชีพรุ ชูพันธ์



## 5.2 ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1 สามารถพัฒนาระบบให้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ครอบคลุมได้หลายจุดมากขึ้น โดยการเพิ่มโหนดของ เซิร์ฟเวอร์ ย่อยให้มากขึ้นสำหรับส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์หลัก จะได้ครอบคลุมพื้นที่ควบคุมเพิ่มขึ้นได้
- 5.2.2 นำไปสร้างเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยตรงได้
- 5.2.3 สามารถประยุกต์ใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์อื่นๆสำหรับการเปิดปิด ไฟฟ้า หรือควบคุมแอร์ได้ เช่น เซ็นเซอร์ พีไออาร์ ตรวจสอบความเคลื่อนไหว นอกจากนี้สามารถประยุกต์ใช้กับงานด้วยรักษาความปลอดภัยได้อีกด้วย



### บรรณานุกรม

- [1] ผศ.ดร.ปิยะโควินท์ ทวีวัฒน์ และ นายวิโรจน์ แก้วเรือง. [หนังสือ].แหล่งที่มา: คู่มือการเขียนโปรแกรม PHP ฉบับสมบูรณ์ (พิมพ์ครั้งที่7).กรุงเทพฯ:โปรวิชัน.
- [2] mindphp. ภาษาซี C -Programming Language) แหล่งที่มา: <http://www.mindphp.com>. 30 พฤศจิกายน 2558.
- [3] บริษัท วินัสซัพพลาย จำกัด.บอร์ด Arduino. แหล่งที่มา: <http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics-arduino.html>. 10 ธันวาคม 2558.
- [4] ขวลิต ทินกรสุติบุตร และทีมงาน ThaiCERT. โพรโตคอล. แหล่งที่มา: [http://www.tnetsecurity.com/content\\_basic/tcp\\_ip\\_knowledge.php](http://www.tnetsecurity.com/content_basic/tcp_ip_knowledge.php). 2 กุมภาพันธ์ 2559.
- [5] Informal Soft.บอร์ด Raspberry. แหล่งที่มา: <http://www.informalsoft.com/> 10 มีนาคม 2559.
- [6] ThaiEasyElec. บทความการใช้งานเริ่มต้น ESP8266 NodeMCU และการใช้งาน Application ต่างๆ แหล่งที่มา:<http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/getting-started-with-esp8266-nodemcu-ch6.html>. 10 มีนาคม 2559.
- [7] ทันพงษ์ ภูรักษ์. เอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น หน่วยที่ 7 การขับโหลดไฟฟ้ากระแสสูงและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกด้วย ARDUINO . แหล่งที่มา: [http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP\\_Unit\\_7.pdf](http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_7.pdf). 22 ธันวาคม 2559.
- [8] บัญชา ปะสีละเตสัง. 2559. พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย PHP ร่วมกับ MySQL และ jQuery. พิมพ์ครั้งที่1.ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.
- [9] สมเกียรติ กิจวงศ์วัฒน์. Android กับการเชื่อมต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์. พิมพ์ครั้งที่1.อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์, บจก.
- [10] ผศ.ดร. ปรีศนา มัชฌิมา.ตำราวิชาการจัดการฐานข้อมูล หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต 2556. ออนไลน์ [http://dusithost.dusit.ac.th/~prisana\\_mut/download/A\\_Book\\_DB\\_Total.pdf](http://dusithost.dusit.ac.th/~prisana_mut/download/A_Book_DB_Total.pdf). 5 มีนาคม 2559
- [11] Aosong Electronics Co.,Ltd . Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302). แหล่งที่มา: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>. 5 มีนาคม 2559

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [12] ThaiEasyElec. Wi-Fi Modules. แหล่งที่มา:  
<http://www.thaieasyelec.com/products/wireless-modules/wifi-modules.html>. 30  
มกราคม 2559
- [13] ธนวินท์ ทิพย์ธาราโลย. 2553. ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีเว็บ. สารนิพนธ์ฉบับ  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- [14] ชาริณี ชาญดนตรีกิจ ญัฐการ์ สืบบุก. 2555. ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต.  
ปริญญาานิพนธ์ฉบับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [15] สุรียา คุณเลสา ภูวนัย ไชยสิงห์. 2555. ระบบควบคุมแสงสว่างผ่านทางอินเทอร์เน็ต.ปริญญา  
นิพนธ์ฉบับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [16] พงศกร เทียมวัง บุษกุล ศิริรัตน์าสกุล ศิวภรณ์ เทพวรรณ สุรศักดิ์ เทพสมรส. 2559 ระบบควบคุม  
อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารผ่าน Web Application. ปริญญาานิพนธ์ฉบับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต,  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [17] พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านแอนดรอยด์และเว็บแอปพลิเคชัน.  
แหล่งที่มา:[http://cpe.eng.kps.ku.ac.th/db\\_cpeproj/fileupload/project\\_IdDoc91\\_IdPro  
90.pdf](http://cpe.eng.kps.ku.ac.th/db_cpeproj/fileupload/project_IdDoc91_IdPro90.pdf) . 20 มีนาคม 2559
- [18] สรภฤช สิริปริตาทกุล พิมพ์ลักษณ์ จิรกุลกนก. 2551. การพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee.  
รายงานวิจัย, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- [19] สายใจ การะศรี สุกัญญา นามบัญญัติ. 2555. ระบบควบคุมบ้านผ่านแอนดรอยด์ ปริญญาานิพนธ์  
ฉบับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.