ระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติ

ชาญวุฒิ แบนลี

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2562

Automatic WiFi Access Point Problem Solving Support System

Chanwut Banlee

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

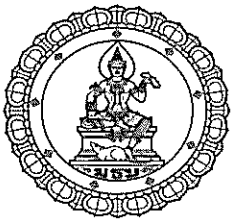
For the Degree of Master of Engineering

Department of Computer and Telecommunication Engineering

College of Innovative Technology And Engineering

Dhurakij Pundit University

2019



ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ ระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติ

เสนอโดย นายชาญวุฒิ แบนลี

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ อาจารย์ ดร.ธนัญ จารุวิทยโกวิท

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(อาจารย์ ดร.ธนัญ จารุวิทยโกวิท)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

.....คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)

วันที่ ...20... เดือน ...กค.... พ.ศ. ...2562...

หัวข้อสารนิพนธ์ ระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติ
ชื่อผู้เขียน ชาญวุฒิ แบนลี
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ธนัญ จารุวิทยโกวิท
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาที่พบบ่อยในการใช้งาน WiFi ของผู้ใช้บริการคือเมื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi (Access Point) เมื่อใช้เวลานานหรือสาเหตุอื่น ๆ เช่น อยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงหรือระบบไฟฟ้าไม่เสถียรไฟฟ้าตกบ่อย เป็นสาเหตุให้ตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้ใช้งานไม่สามารถใช้งานอินเตอร์เน็ตได้ วิธีแก้ไขปัญหาเบื้องต้น คือผู้ดูแลระบบจำเป็นต้องเข้าไป Reset ที่ตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ที่มีปัญหา ทำให้ใช้เวลาแก้ปัญหานานและมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางเกิดขึ้น งานวิจัยนี้มองเห็นถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นข้างต้น จึงมีแนวความคิดในการพัฒนาระบบสนับสนุนการให้บริการอินเทอร์เน็ตผ่าน WiFi ในจุดให้บริการย่อยที่สามารถตรวจจับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ที่มีปัญหา และจะ Reset ระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ให้อัตโนมัติ โดยงานวิจัยนี้มีอุปกรณ์หลัก ๆ อยู่ด้วยกันสามส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ส่วนควบคุมกลางประกอบด้วย Miktotik และบอร์ด Raspberry Pi โดยใช้ภาษา Python เขียนโปรแกรมในการควบคุม ส่วนที่ 2 ส่วนของวงจร Solid State Relay ที่รับคำสั่งจากบอร์ด Raspberry Pi โดยบอร์ด Raspberry Pi จะตรวจสอบการทำงานที่ผิดปกติของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi และส่งสัญญาณ Output มาที่วงจร Solid State Relay และส่วนที่ 3 โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อรับการแจ้งเตือนผ่าน Application LINE โดยทั้งสามส่วนจะมีการทำงานร่วมกันอย่างอัตโนมัติ

ระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น ถูกนำไปทดสอบให้อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ขาดการติดต่อ ผลการทดสอบจำนวน 100 ครั้งพบว่าระบบสามารถ Detect อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ที่ผิดปกติได้ทุกกรณี และสามารถ Recovery ระบบให้กลับมาใช้งานได้อย่างปกติภายในเวลา 5 นาที

Thematic Paper Title	Automatic WiFi Access Point Problem Solving Support System
Author	Chanwut Banlee
Thematic Paper Advisor	Dr. Tanun Jaruvitayakovit
Department	Computer and Telecommunication Engineering
Academic Year	2018

ABSTRACT

In the potent, a common problems of using WiFi by users are when a WiFi distribution device (Access Point) for a long time or others such as high temperature condition or unstable electrical system. These are the cause of unavailable WiFi distribution device. Then, users cannot use the internet. A basic solution is Administrators need to reset WiFi distribution device. Therefore, it takes time and transportation cost. This study focuses on an importance of this issue so it has a concept to develop internet supporting system through WiFi in sub-service location that can detect malfunctioned WiFi distribution devices. Then, they will reset the electrical system which supply electricity to the WiFi distribution device automatically. This study has 3 main objectives. First, the center control part consists of Miktotik and Raspberry Pi board by using Python to write software to control. Second, Solid State Relay circuit part which controlled by Raspberry Pi board when Raspberry Pi board will investigate the malfunction of WiFi distribution device and send Output to Solid State Relay. Third, mobile device receives notification via Line Application. These 3 parts will work together automatically.

The developed automatic WiFi distribution solution system WiFi will be tested by offline WiFi distribution device. From 100 tests, the system can detect malfunctioned WiFi distribution device in every case and recovery the system to normal within 5 minutes.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร.ธนัญ จารุวิทยโกวิท อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่ให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และเอาใจใส่นักศึกษาเสมอมาตลอดจนแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ร่วมรุ่น ที่คอยให้กำลังใจสำหรับการทำสารนิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ตลอดจนคนในครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยในทุกๆ ด้านตลอดระยะเวลาการศึกษาจวบจนสำเร็จการศึกษา

ชาญวุฒิ แบนลี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

3.1 การออกแบบและพัฒนาฮาร์ดแวร์ 21

3.2 การออกแบบการเชื่อมต่อขา GPIO ของ Raspberry Pi กับ โซลิตสเตทรีเลย์ 23

3.3 การออกแบบและการติดตั้งของฮาร์ดแวร์ 24

3.4 การออกแบบและพัฒนาซอฟแวร์ 26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 การทดลองและผลการทดลอง	31
4.1 การออกแบบการเชื่อมต่อของระบบที่ใช้ในการทดสอบ	31
4.2 ทดสอบการไม่ตอบสนองของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ด้วยการดึงสายแลน	33
4.3 ผลการทดลอง	39
4.4 สรุปผลการทดสอบ	43
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	45
5.1 สรุปผลการวิจัย	45
5.2 ข้อจำกัดของการวิจัย	46
5.3 ข้อเสนอแนะ	46
บรรณานุกรม	47
ภาคผนวก	49
ก คู่มือการใช้งาน Raspberry PI 3 Model B +	50
ข คู่มือการใช้งาน Router Mikrotik รุ่น RB2011UiAS-2HnD-IN	57
ประวัติผู้เขียน	60

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบความสามารถของระบบแต่ละงานวิจัย	20
4.1 ตารางสรุปผลการทดสอบจำนวน 100 ครั้ง……	43
4.2 ตารางสรุปผลการดำเนินงานในภาพรวม ……..	44

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงบอร์ด Raspberry Pi 512MB Model B+ 5
2.2 แสดงไดอะแกรมพอร์ต GPIO ของ RaspberryPi Model B+ 5
2.3 แสดงวงจรภายในของโซลิตสเตทรีเลย์ 5
2.4 การส่ง segment ของ segment และมีการส่ง segment แลกซ้ำใน กรณีการส่งทั้ง 6 segment 11
2.5 รูปแบบการแจ้งเหตุเสียของระบบเดิมเมื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ทำงานไม่ปกติ 14
2.6 รูปแบบการแจ้งเหตุเสียเมื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ทำงานไม่ปกติเมื่อใช้ระบบสบับสนุนการให้บริการอินเทอร์เน็ตผ่าน WiFi ในจุดให้บริการย่อย 15
3.1 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติ 22
3.2 รูปแบบการเชื่อมต่อขา GPIO ของ Raspberry กับ Solid State Relay 24
3.3 อุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งลงภายในกล่องเอนกประสงค์ 25
3.4 อุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งลงภายนอกกล่องเอนกประสงค์ 26
3.5 แสดงการทำงานของโปรแกรม 27
3.6 แสดงในส่วน Source Code Python การแจ้งเตือนผ่าน Appplication Line 29
3.7 โปรแกรมการทำงานในส่วนของการ Reset ปลั๊กไฟ 30
4.1 ก รูปแบบการเชื่อมต่อ และหมายเลข IP ที่ใช้ในระบบ 32
4.1 ข รูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 33
4.2 แสดงสถานะต่างๆที่อุปกรณ์ทำงานในสภาวะปกติ 34
4.3 แสดงสถานะในโปรแกรมจากการ Telnet ไปที่บอร์ด Raspberri piในสภาวะที่อุปกรณ์ทำงานปกติ 35
4.4 แสดงสถานะยังไม่มีการแจ้งเตือนผ่าน Appplication Line 35
4.5 แสดงการทดสอบด้วยดึงสายแลนที่เชื่อต่อไปยัง Access point ตัวที่ 1 36
4.6 แสดงสถานะในโปรแกรมในสภาวะที่อุปกรณ์ทำงานไม่ปกติ 37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.7 แสดงสถานะการแจ้งเตือนผ่าน Appplication Line ว่าอุปกรณ์ Access point Down 37
4.8 แสดงสถานะในโปรแกรมในสภาวะที่หลังจาก Reset แล้วกลับมาทำงานปกติ 38
4.9 แสดงสถานะการแจ้งเตือนผ่าน Application Line ว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi Up 39
4.10 กระบวนการ Retransmission ที่ใช้โปรแกรม Wireshark Filter 40
4.11 กระบวนการ Retranmission ที่ใช้โปรแกรม Wireshark Filter 41
4.12 กระบวนการ Retranmission ที่ใช้โปรแกรม Wireshark Filter 42

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีต่างๆได้มีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น รวมไปถึงเทคโนโลยี WiFi (Wireless Fidelity) ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานตามบ้านที่ทำงาน รวมไปถึงสถานที่ทั่วไป เช่น โรงแรม, สนามบิน, โรงพยาบาล, ศูนย์การค้า, ห้องพัก ฯลฯ สังเกตได้จากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่รองรับกับเทคโนโลยีไร้สาย ซึ่ง ในอนาคตเทคโนโลยีการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่ายเพื่อเข้าระบบ เน็ตเวิร์คแบบมีสาย จะถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีไร้สาย เนื่องจากมีความสะดวกสบาย ความคล่องตัวในการใช้งานสูง ง่ายในการติดตั้งโดยไม่ต้องเดินสาย สามารถใช้งานได้ทุกที่เหมาะกับการนำมา ใช้ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้งานก็มีราคาถูก และในขณะเดียวกันเทคโนโลยี WiFi เริ่มมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย WiFi เป็นการสื่อสารด้วยระบบไร้สาย บนเทคโนโลยี IEEE 802.11 โดยที่จะทำงานภายใต้คลื่นวิทยุ 2.4 GHz หรือ 5 GHz โดยสามารถต่อเข้ากับเน็ตเวิร์คหรืออินเตอร์เน็ตความเร็วสูงได้ โดยไม่ต้องใช้สายโทรศัพท์หรืออุปกรณ์ใด ๆ จึงมีการตั้งจุดให้บริการ WiFi ในแต่ละจุดเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานอินเตอร์เน็ตได้ในบริเวณรอบ ๆ ที่สัญญาณกระจายออกไปถึง ซึ่งที่เป็นที่มาของคำว่า WiFi Hotspot

ปัญหาที่พบบ่อยในการใช้งาน WiFi คือเมื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi (Access Point) ให้บริการเป็นเวลานานหรือสาเหตุอื่นๆ ที่ทำให้ตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถให้บริการได้ ทำให้ผู้ใช้งานไม่สามารถใช้งานอินเตอร์เน็ตได้ วิธีแก้ปัญหาเบื้องต้น คือผู้ดูแลระบบจำเป็นต้องเข้าไป Reset ที่ตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตามจุดต่างๆ ที่ผู้ใช้บริการแจ้งมา ซึ่งในขณะที่ ผู้ดูแลระบบเดินทางเข้าไปที่ตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi เพื่อ Reset อาจจะใช้เวลานาน ซึ่งส่งผลกระทบกับผู้ใช้งานอินเตอร์เน็ตในขณะนั้น

งานวิจัยนี้มองเห็นถึงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นในข้างต้น จึงได้เกิดแนวความคิดในการออกแบบระบบสนับสนุนเพื่อช่วยในการ Reset ตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ให้เป็นแบบอัตโนมัติในกรณีที่มีปัญหา เพื่อให้ง่ายและรวดเร็ว โดยจะมีการทำงานอยู่ด้วยกันสามส่วนหลักๆ ได้แก่ส่วนแรกตัวอุปกรณ์ได้แก่ โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อรับการแจ้งเตือนผ่าน Application

Line และส่วนที่สองได้แก่ระบบเครือข่ายที่ใช้ Router เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ และส่วนที่สามได้แก่ ส่วนของวงจร Solid State Relay ที่คอยรับคำสั่งจาก Raspberry Pi และ Raspberry Pi ทำการตรวจสอบการทำงานที่ผิดปกติของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi โดยทั้งสามส่วนจะมีการทำงานร่วมกันอย่างอัตโนมัติ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติทำให้ง่ายต่อการจัดการ

1.2.2 ระบบที่พัฒนาสามารถสั่ง Reset อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi อย่างอัตโนมัติเมื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถให้บริการได้

1.2.3 ระบบที่พัฒนาสามารถแจ้งเตือน การทำงานที่ผิดปกติของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ผ่านApplication LINEให้ผู้ดูแลระบบทราบ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1. ระบบสามารถจัดการปัญหาได้เองแบบอัติโนมัติ

1.3.2 สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาระบบ WiFi ตามที่พักอาศัยต่างๆ เช่น อพาร์ทเม้นท์ เป็นต้น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 งานวิจัยนี้ออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติโดยใช้ Raspberry Pi

1.4.2 งานวิจัยนี้พัฒนาระบบเพื่อให้ Raseberry Pi ตรวจจับสถานะการทำงานของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ได้โดยใช้ภาษา Python

1.4.3 ในกรณีที่อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ทำงานไม่ปกติ เช่น ไม่ตอบสนอง ระบบที่พัฒนาสามารถสั่ง Reset อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ให้อย่างอัตโนมัติ

1.4.4 ระบบที่พัฒนามีเป้าหมายให้อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi กลับมาทำงานในสภาวะปกติภายหลังจากระบบตรวจจับเหตุผิดปกติได้ ภายในเวลา 5 นาที (300วินาที)

1.4.5 ในการที่ระบบตรวจพบเหตุผิดปกติหรือแก้ไขเหตุผิดปกติเรียบร้อยจะส่งข้อความสั้นผ่าน Appplication LINE ให้ผู้ดูแลระบบทราบได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อช่วยลดภาระหน้าที่ของ Admin ในการเดินเข้าไปในพื้นที่ในแต่ละอาคารที่บริเวณไซด์งานเพียงแค่ Reset ระบบอย่างเดียว

1.5.2 Admin สามารถรับจากการแจ้งเตือนของระบบผ่าน Appplication LINE

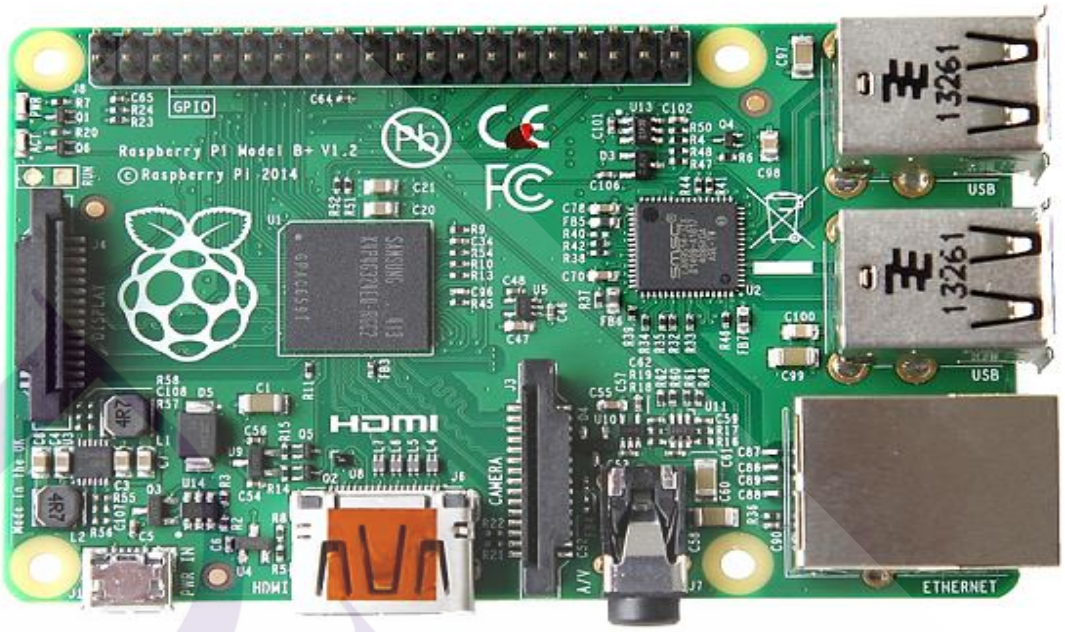
1.5.3 ผู้ใช้งานสามารถกลับมาใช้งานบริการ Wifi Hotspot ได้รวดเร็วยิ่งขึ้นภายใน 5 นาที หลังจากการ Reset ระบบ เพราะว่าระบบสามารถ Reset ได้เอง Automatic โดยไม่ต้องอาศัยผู้ดูแลระบบ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 บอร์ดราสเบอร์รี่ (Raspberry Pi B+)[1]

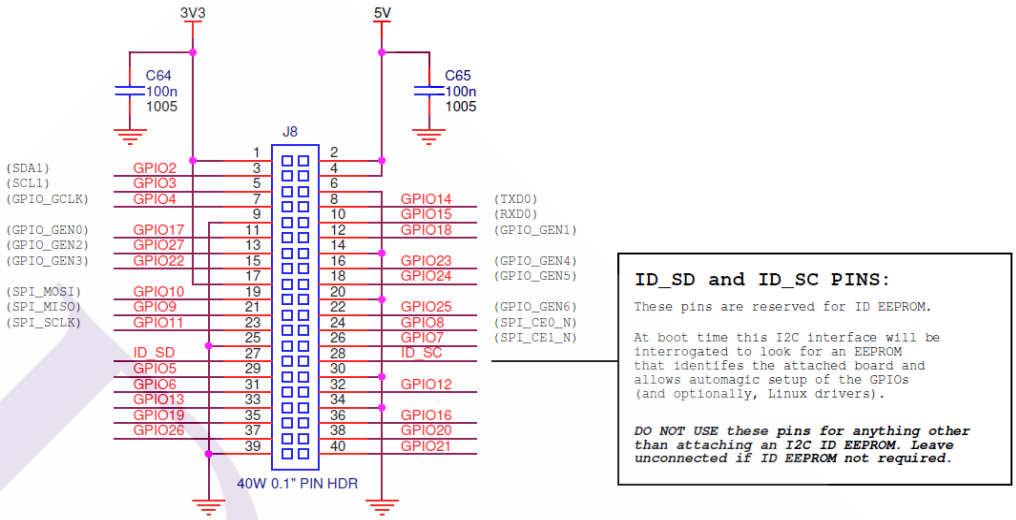
Raspberry Pi B+ คือบอร์ดคอมพิวเตอร์ที่มีขนาด 32 บิต ดังภาพที่ 2.1 เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดใหญ่กว่าบัตร ATM เพียงเล็กน้อย สามารถรองรับระบบปฏิบัติการ Linux ที่ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นโดย Raspberry Pi Foundation ซึ่งเป็นบอร์ดที่มีราคาถูกใช้งานสะดวก เมื่อเปรียบเทียบกับบอร์ดอื่นๆ Raspberry Model B+ ออกแบบมาให้ใช้ CPU BCM2835 ที่อยู่ในตระกูล Application Processor บนโครงสร้างสถาปัตยกรรม ARM ที่11 ความเร็วในการประมวลผลถึง 700MHz มี Chip ช่วยประมวลผลภาพ มีหน่วยความจำหลักขนาด 512MB ไม่มีหน่วยความจำสำรอง ใช้สายไฟเลี้ยงบอร์ดผ่าน microUSB และใช้ระบบปฏิบัติการที่ชื่อว่ Raspbian ในส่วนของขา GPIO มีทั้งหมด 40 ขา มีพอต HDMI ขนาด Full-Size รวมไปถึงพอร์ตของ Audio Out ผ่าน Audio Jack



ภาพที่ 2.1 แสดงบอร์ด Raspberry Pi 512MB Model B+

ที่มา: https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/พรีวิว-raspberry-pi-512mb-model-b-ปรับปรุงใหม่ล่าสุด-ต่างจากรุ่นเดิมอย่างไร-by-thaieasyelec.html

ในส่วนของขา GPIO มีทั้งหมด 40 ขา ดังภาพที่ 2.2 โดยที่กำหนดให้ขาสัญญาณ ขาที่ 1 ถึง 26 เรียงไว้อยู่ในรูปแบบเดิมเหมือน Model B เพื่อที่จะให้สามารถทำให้เชื่อมต่อการใช้งานกับอุปกรณ์ได้สะดวกเหมือนเดิม ขา GPIO ที่เพิ่มขึ้นมาโดยเฉพาะคือขา ID_SD และ ID_SC โดยใช้เชื่อมต่อกับ EEPROM ซึ่งมีไว้ใช้เก็บการตั้งค่าต่างๆ เพื่อกำหนดค่าของขา GPIO ให้เป็นอัตโนมัติในตอนเริ่มเปิดเครื่อง และยังเพิ่มขา GND ขึ้นมาอีก 3 ขาและเพิ่มขา GPIO จากรุ่น Model B 9 ขา เพื่อรองรับการใช้งานในการเชื่อมต่ออุปอุปกรณ์ภายนอกเพิ่มขึ้น



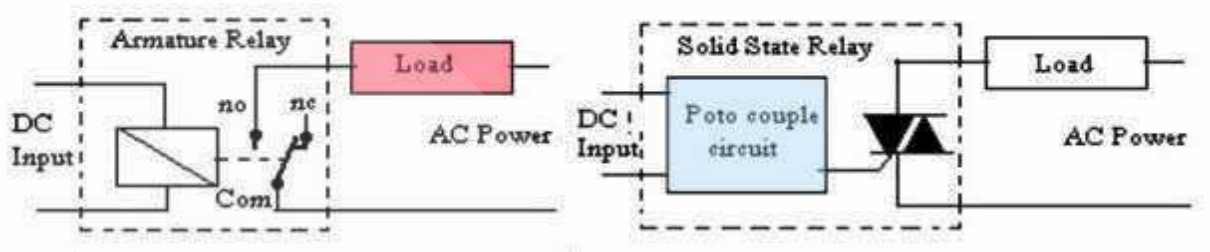
ภาพที่ 2.2 แสดงไดอะแกรมพอร์ต GPIO ของ RaspberryPi Model B+

ที่มา: https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/พรีวิว-raspberry-pi-512mb-model-b-ปรับปรุงใหม่ล่าสุด-ต่างจากรุ่นเดิมอย่างไร-by-thaieasyelec.html

งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ Raspberry Pi B+ เพราะมีขนาดเล็กและฟังค์ชั่นตามที่ต้องการรวมไปถึงความสะดวกในการเขียนโปรแกรมควบคุมการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.2 หลักการทำงานของโซลิตสเตทรีเลย์ (Solid State Relay) [2]

โซลิตสเตทรีเลย์เป็นสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้เพื่อการคุมคุมการ เปิด – ปิด ของระบบไฟฟ้าลักษณะเหมือนสวิทช์ไฟฟ้าทั่วไป ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC แตกต่างตรงไม่มีหน้าสัมผัสเราจะไม่ได้ยินเสียงในขณะทำงาน และมีการทำงานที่รวดเร็วมาก เมื่อเทียบกับรีเลย์ใช้พลังงานควบคุม 3 – 32 VDC จึงเหมาะกับการควบคุมระบบไฟฟ้าใหญ่ๆ และป้องกันการกระชากของกระแสไฟฟ้าได้ดีกว่ารีเลย์ ดังภาพที่ 2.3 โดยจะมี 2 ขั้ว คือขั้วอิน input สำหรับป้อนการควบคุมและขั้ว output เพื่อปิดเปิดวงจร เกิดจากการทำงานของแสงสว่างจาก LED มาตกกระทบบริเวณที่มี Photo sensitive Diode จึงทำให้มีแรงดันตกคร่อมที่ Mosfet Source รวมไปถึง Gate จึงทำให้ Mosfet เปิดวงจรนั้นเอง



ภาพที่ 2.3 แสดงวงจรภายในของโซลิตสเตทรีเลย์

ที่มา: https://mall.factomart.com/structure-and-principle-of-solid-state-relay/

2.1.2.1 ข้อแตกต่างระหว่างรีเลย์ทั่วไปกับโซลิคสเตตรีเลย์

อุปกรณ์โซลิคสเตตรีเลย์จะไม่มีส่วนที่เป็นหน้าสัมผัส เพราะฉะนั้นจะไม่มีเสียงขณะที่ตัวอุปกรณ์กำลังทำงานจะไม่เกิดปัญหาเรื่องฝุ่นเกาะหน้าสัมผัสซึ่งถ้าหากหน้าสัมผัสสกปรกจะทำให้การสั่งงานผิดพลาด สามารถทำงานได้รวดเร็วมาก ในส่วนของรีเลย์ จะมีหน้าสัมผัสและมีเสียงขณะที่อุปกรณ์ทำงานไม่สามารถใช้พลังงานในการควบคุมที่มีแรงดันต่ำ แต่โซลิคสเตตรีเลย์ใช้แรงดันในการควบคุมเป็นไฟกระแสตรง 3-32 VDC เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับการใช้งานที่ใช้การควบคุมโดยตรงจากวงจร Electronic Computer (PC) และ Microcontroller ต่างๆ

งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้โซลิตสเตทรีเลย์เพราะว่ารองรับแรงดันไฟฟ้า Input ต่ำสุดได้ถึง 3 VDC และไม่มีหน้าสัมผัสทำให้ไม่เกิดปัญหาสนิมกัดกร่อนรวมไปถึงการทำงานที่รวดเร็วและแม่นยำกว่ารีเลย์ทั่วไป

2.1.3 ภาษา Python[3]

Python เป็นภาษาโปรแกรมระดับสูงที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการเขียนโปรแกรมต่างๆ ภาษา Python ถูกสร้างขึ้นโดย นายGuido van Rossum และถูกนำมาใช้ครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1991 ภาษา Python ถูกออกแบบให้เข้าใจง่ายขึ้น ใช้บรรทัดในการเขียนที่น้อยลงเมื่อเทียบกับภาษา C++ และ Java ภาษา Python นี้มีคุณสมบัติการในเขียนโปรแกรมแบบไดนามิกส์ มีกระบวนการการจัดการหน่วยความจำแบบอัตโนมัติ โครงสร้างของภาษา Pythonนั้นก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับโครงสร้างของภาษามนุษย์ ซึ่งไฟล์ของภาษา Python จะถูกเรียกว่า Module ซึ่ง Module จะมีองค์ประกอบด้วย

คลาสฟังก์ชันและค่าตัวแปรต่างๆ และสามารถ import ตัว Module ที่ต้องการใช้งานเข้ามาในตัวโปรแกรมได้ ในการคอมเมนต์ในภาษา Python จะใช้เครื่องหมาย # ซึ่งเมื่อใส่เครื่อง # หน้าบรรทัดที่เขียนโปรแกรมจะไม่มีผลต่อการทำงานของโปรแกรมในภาษา Python จะใช้ Whilespace และ Tab เพื่อทำการกำหนด Block ของตัวโปรแกรมโดย จำนวนช่องว่างของ Block นั้นต้องเท่ากัน เช่น คำสั่ง IF Else ในการเขียนภาษา Python Literals คือเครื่องหมายที่ใช้แสดงค่าคงที่ ในภาษา Python นั้นจะมี Literal ของข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น Integer Floating-point number และ String รวมไปถึง Boolean ในส่วนของคำว่า Expression คือการทำงานร่วมกันหลายๆค่า

2.1.3.1 ความสามารถของภาษาไพทอน (Python)

ในสมัยปัจจุบันภาษาที่ใช้งานในการเขียนโปรแกรม มีหลายภาษา เช่น ภาษา JAVA, PHP เป็นต้น ซึ่งภาษา Python ถือว่าเป็นภาษาที่ใหม่ในการเขียนที่สำหรับพัฒนาโปรแกรมบนเว็บและเขียนโปรแกรมในการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ เนื่องด้วยภาษา Python มีข้อดีหลายข้อ จึงทำให้นิยมใช้มากขึ้นเรื่อยๆข้อดีของภาษา Python มีดังต่อไปนี้

1. เรียนรู้ง่ายโครงสร้างขอภาษาไม่ซับซ้อน
2. ภาษา Python เป็น Freeware ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น
3. สามารถใช้ได้กับทั้ง Windowns และ Linux
4. ภาษา Python คือภาษาที่เอาข้อดีของภาษาอื่นๆมารวมกัน เช่นC, C++, Java, Perl
5. ภาษา Python เป็นภาษาประเภท Server side Script

2.1.3.2 หลักการทางานของไพทอน (Python)

เมื่อเขียนโค้ดขึ้นมาตามโครงสร้างของโปรแกรมภาษาใดก็ตาม ถ้าจะให้โค้ดทำงานได้จะต้องมีตัวแปลภาษามาจัดการแปลโค้ดคำสั่ง เพื่อให้ทำงานตามที่ต้องการ โดยได้แบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. คอมไพเลอร์ (Compiler) เป็นตัวแปลภาษาสำหรับภาษา C, C++, Pascal โดยการทำงานจะตรวจสอบความผิดพลาดของโค้ดคำสั่งตั้งแต่ต้นจนจบ หรือเรียกว่าการคอมไพล์โดยถ้าหากไม่มีข้อผิดพลาดจะทำการแปลโค้ดคำสั่งเป็นไฟล์นามสกุล .obj (object file) หลังจากนั้นก็ทำการแปลงไฟล์ .obj ให้เป็นไบนารีไฟล์ .exe เพื่อให้ทำงานต่อไปตามการคอมไฟล์ของภาษา C

2. อินเตอร์พรีเตอร์ (Interperter) หรือโปรแกรมแปลคำสั่ง, ตัวแปลคำสั่ง หมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำงานตามชุดคำสั่งที่เขียนไว้ ซึ่งจะไม่เหมือนกับคอมไพเลอร์ (compiler) ที่แปลชุดคำสั่งจากภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งไปเป็นอีกภาษาหนึ่งก่อนทำงาน ซึ่งโดยทั่วไปหลักการ

ทำงานของโปรแกรมที่ทำงานผ่านอินเตอร์พรีเตอร์จะทำงานช้ากว่าจากโปรแกรมที่ผ่านการแปลโปรแกรมเป็นภาษาเครื่องแล้ว เพราะว่าอินเตอร์พรีเตอร์จะต้องแปลแต่ละคำสั่งในระหว่างการทำงาน

งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ภาษา Python ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมขา GPIO ควบคุมระบบจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi เพราะเป็นภาษาโปรแกรมที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อนและสามารถ import ตัว Module ที่ต้องการใช้งานเข้ามาในตัวโปรแกรมได้

2.1.4 กระบวนการ Retransmission ในโปรโตคอล TCP[4]

การเชื่อมต่อTCPคือเมื่อหมดเวลา RTO การส่งซ้ำถูกดูแลด้วยการตอบรับสำหรับ segment ถ้าไม่มีการตอบรับจาก TCP และหากการตอบรับหมดเวลา segment จะทำการส่งซ้ำเอง

1. เริ่มต้นจากการส่ง TCP ท่องไปในอินเตอร์เน็ตส่งจากต้นทางไปปลายทาง

2. การรับ TCP ถึงผู้รับจะประมวลผลโดยปลายทาง

3. การตอบรับหากมีการตอบรับจากปลายทางช้าจะมีการอัพเดทของ Windows และส่งการตอบรับซ้ำใหม่

4. สร้างการตอบรับฟ้องไปยัง Network

5. สร้างการตอบรับของผู้รับและการส่งออกไป

เมื่อรอบของการส่ง RTT และ RTT เป็นตัวชี้วัดของการติดต่อ TCP RTTเป็น เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อใช้ในการป้องกันการฟ้องในการส่งข้อมูลซ้ำ หน้าการตอบรับการส่ง segment มาไม่ถึง RTO มีการตอบรับล่าช้าปัญหาแรกที่จะเกิดจากการตอบรับล่าช้าและเมื่อเวลาผ่านไปนานจากผู้รับถึงผู้ส่งตามเหตุผลต่อไปนี้ว่าทำไมไม่มีการตอบรับ

2.1.4.1 Using the Selective Acknowledgment (SACK) TCP Option

1. เริ่มต้นจากการส่ง TCP segment ถูก drop ทิ้งโดย Router เพราะเกิดปัญหาความแออัด

2. เมื่อการส่งถูก drop ทิ้งโดย Router แพ็คเกจเสียหายเกิดความผิดพลาดในการเข้ารหัสสัญญาณจะเกิดปัญหาค่าของแพคเกจเปลี่ยนไปปัญหาของแพคเกจที่ถูกดับทิ้งเพราะเกิดจากการคำนวณค่าเช็คซัมผิดพลาด

3. การตอบรับโดนดรอปทิ้งโดย Router เพราะว่าปัญหาจากความแออัด

4. การตอบรับถูก drop ทิ้งโดย Router แพ็คเกจเกิดความเสียหายปัญหาส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการส่งการตอบรับเกิดจากความแออัดของเครือข่ายและอุปกรณ์ Router และความเสียหายของข้อมูล

SACK TCP คือค่ามาตรฐานจำกัดใน RFC 2018 ของการอนุญาตให้ผู้รับเพื่อการตอบรับข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่องผู้ส่งไม่สามารถทำการเลือกการตอบรับได้เพราะจากการส่งจน segment รวมกับการตอบรับแบบสะสม

RFC 2018 อนุญาตให้ผู้รับข้อมูลทั้ง segment ที่แบบไม่ต่อเนื่องจากการเลือกรับการตอบรับผู้ส่งมาจะส่งซ้ำจนได้รับข้อมูลที่เป็นหมายเลขฟิลด์ ACK จากผู้รับการเลือกการตอบรับมีพฤติกรรมคือ

1. Segment แต่ละ segment เลือกการตอบรับ

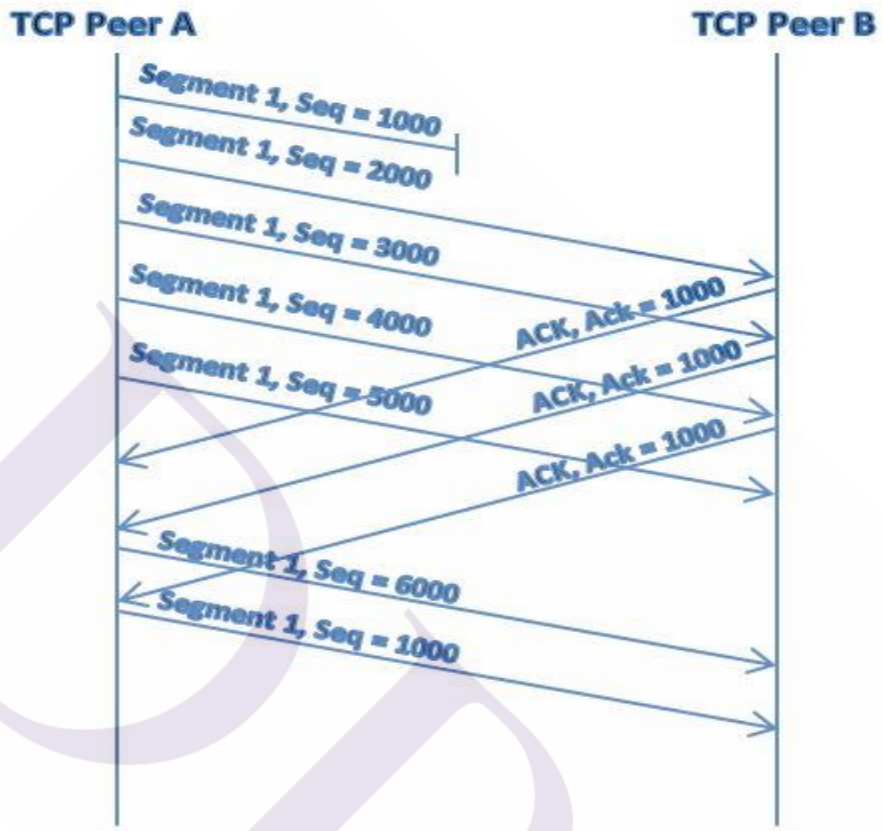
2. เมื่อเวลา RTO จะหมดอายุ segment จะทำการส่งซ้ำโดยไม่เลือกการตอบรับ

3. ถ้าการตอบรับของผู้รับเป็นแบบสะสมการส่งช้ามีผลรวมกับหมายเลขการต่อปลั๊กรวมกับผลรวมของWindows segment ใหม่จะเลือกการตอบรับการทำงานและบำรุงรักษา segment

4. หากการส่งซ้ำหมดเวลาจะมีการชี้วัดของการเลือกการตอบรับที่ไม่ทำงาน Windows จะมีการส่งซ้ำปกติ

2.1.4.2 Fast Retransmit ในโปรโตคอล TCP

เมื่อ TCP segment มาถึงและไม่เป็นไปตามลำดับการตอบรับจะส่งด้วยฟิลด์ของหมายเลขและการตอบรับที่จะส่งฟิลด์ ซ้ำไปอีกครั้งและไม่มีการตอบรับที่ล่าช้าอีกเป็นพฤติกรรมของการส่งรับข้อมูลที่ต่อเนื่องชุดใหม่หลังจากการตอบรับอีกครั้งไม่สามารถหาการตอบรับเพราะ TCP segment มาถึงไม่ตรงความต้องการเพราะว่า segment มีความเสียหายการส่งซ้ำแบบรวดเร็วคือการส่งของ TCP segment ก่อนที่ RTO สำหรับ segment จะหมดอายุลงไปภายใต้การส่งข้อมูลซ้ำการตอบ 3 ครั้งเมื่อหมายเลขตอบรับลำดับเลขการส่งช้า การส่งซ้ำคือเซ็กเมนต์ที่หายไปการส่งข้อมูลอย่างรวดเร็วถูกกำหนดใน RFC 2018 ดังภาพที่ 2.4 ฝั่ง A มีการส่ง segment ของ segment และมีการส่ง segment แลกซ้ำในกรณีการส่งทั้ง 6 segment ไม่จำเป็นต้องมีการตรวจจับ segment ที่ 1 และถ้าเซกเมนต์ที่ 4 รวมไปถึงเซ็กเมนต์ที่ 5 เสียหายเมื่อทำการส่งการตอบรับซ้ำเข้ามาจะทำให้ฝากที่ cpa ได้รับถ้า segment ตั้ง 6 segment ส่งมายัง TCP ฝั่ง B จะมีการตรวจจับ segment ที่หายและมีการส่งใหม่อีกครั้ง



ภาพที่ 2.4 การส่ง segment ของ segment และมีการส่ง segment แลกซ้ำในกรณีการส่งทั้ง 6 segment

ที่มา: http://cpe.rmutt.ac.th/comnet/_computer_network/25521/presentanddocuments/-50446CPE/Chapter%2013/Documents/chater%2013.doc

2.1.4.3 Fast Recovery ในโปรโตคอล TCP

การส่งสารแบบรวดเร็วเกิดจากเหตุคู่ส่งไม่พบการส่งสารก่อนที่ RTO จะหมดอายุถ้า RTO หมดอายุไปคนใช้ Algorithm แบบ Congestion avoidance ใช้ในการแก้ปัญหา รายละเอียดถูกกำหนดไว้ในมาตรฐาน RFC 2018 มีข้อกำหนดคือ

1. เมื่อมีการส่งซ้ำ 3 ครั้งค่าของ (ssthresh) จะมีค่าเท่ากับ 1 ครึ่งของ ค่า (cwind) ค่าความแออัดของ Window ด้วยค่าต่ำสุด 2*MSS

2. ในส่วนเซกเมนต์ที่หายไป (cwind) จะถูกกำหนดโดย (ssthresh + 3*MSS) และค่าของ cwind จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากผู้รับของ 3 TCP segment

3. การเพิ่มการตอบรับของ Cwind มีวิธีการเพิ่มโดยการ MSS 1 ครั้ง Cwind จะเพิ่มขึ้น เพราะว่ามีการ segment ที่มาถึงผู้รับ ถ้ามีการอนุญาตให้ค่าของ Cwind มีการประกาศขนาดของ Window TCP ต่อไปจะถูกส่งออกไป

4. เมื่อผู่ส่งส่ง segment มาถึงฝั่งผู้รับและผู้รับไม่พบ segment ใหม่ที่ถูกส่งออกมาและ segment อื่น Cwind จะกำหนดค่าของ ssthresh ในค่าของ Cwind slow start

2.1.5 Hyper Text Transfer Protocol [5]

HTTP เป็นโพรโทคอลมาตรฐานในการร้องขอและการตอบรับระหว่างเครื่อง Client กับเครื่อง Server โดยที่ เครื่อง Client จะสร้างการร้องขอข้อมูล และเครื่อง Server จะตอบรับและส่งข้อมูลไปที่เครื่อง Client

รูปแบบคำสั่งที่ใช้งานมีจำนวน 8 คำสั่งได้แก่

1) HEAD คือการร้องขอการตอบรับเหมือนกับ GET แต่จะไม่มีในส่วนของเนื้อหาที่ร้องขอกลับมา โดยคำสั่งนี้จะใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบข้อมูลส่วนหัวที่ใช้ในการตอบรับโดยไม่จำเป็นต้องส่งเนื้อหาทั้งหมด

2) GET คือการร้องขอเสนอทรัพยากรที่ระบุ คำสั่งนี้จะทำให้เกิดผลกระทบต่อเว็บแอปพลิเคชั่นได้

3) POST คือการส่งข้อมูลไปยังทรัพยากรที่ระบุเพื่อนำไปประมวลผลโดยเฉพาะข้อมูลที่ส่งมาจากฟอร์ม โดยข้อมูลที่ส่งจะถูกบรรจุอยู่ในเนื้อหาของการร้องขอด้วยคำสั่งนี้จะทำให้เกิดผกระทบกับเว็บ Application ได้ทั้งการสร้างข้อมูลใหม่ และการปรับปรุงข้อมูลที่มีอยู่

4) PUT คือการส่งข้อมูลไปยังทรัพยากรที่ระบุ ซึ่งคำสั่งนี้จะทำให้เกิดผลกระทบกับเว็บ Application ได้ทั้งการสร้างข้อมูลใหม่ และการปรับปรุงข้อมูลที่มี

5) DELETE คือการลบทรัพยากรที่ระบุ จะทำให้เกิดผลกระทบกับเว็บ Application ได้ทั้งการสร้างข้อมูลใหม่ และการปรับปรุงข้อมูลที่มี

6) TRACE คือการส่งข้อมูลที่ร้องขอกลับมายังเครื่อง Client เพื่อจะเห็นว่าข้อมูลมีอะไรบ้างที่สื่อกลางเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงข้อความที่ร้องขอก่อนไปถึงปลายทาง

7) OPTIONS คือการคืนค่าที่เป็นรายชื่อคาสั่งที่เครื่อง Server นั้นรองรับสำหรับทรัพยากรที่ระบุ สิ่งนี้สามารถใช้ตรวจสอบฟังก์ชั่นการทำงานของเว็บ Server ได้

8) CONNECT คือการแปลงรูปแบบการเชื่อมต่อการร้องขอไปเป็นท่อจะใช้กับการแปลงการเชื่อมต่อที่ Encryption SSL เพื่อให้การเดินทางผ่าน Proxy ที่ไม่มีการ Encryption ได้ง่ายและปลอดภัยมากที่สุด

งานวิจัยนี้ใช้โปรโตคอล HTTP ในการ Request URL ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi เพื่อตรวจสอบว่าสามารถให้บริการได้อยู่หรือไม่

2.1.6 Wireshark[6]

Wireshark คือโปรแกรมดักจับข้อมูลผ่านเครือข่ายสามารถดักข้อมูลผ่านเทคโนโลยี WiFi และสาย Lan ซึ่งโปรแกรม Wrieshark เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูล Packet ในเครือข่ายที่อุปกรณ์เครือข่ายติดต่อสื่อสารกันด้วย Packet ต่างๆ ในการติดตั้งโปรแกรมจะสามารถติดตั้งได้หลาย platform ทั้งระบบปฏิบัติการ Windows หรือ Linux และ Unix โดยอาศัย PCAP ช่วย ในการจับ packet บน interface ของแต่ล่ะครื่องนั้น และมี TShark เป็น commnad line version สำหรับวิเคราะห์บน linux และ unix สำหรับ window มี Graphic User Interface (GUI) ในการใช้งานโปรแกรม Wireshark ดังภาพที่ 2.5 เป็น program วิเคราะห์ Packet ที่สามารถใช้ได้กับ protocol ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ทำให้แปลงข้อมูลขึ้นมาแสดงแยกเป็น field แต่ละส่วนได้

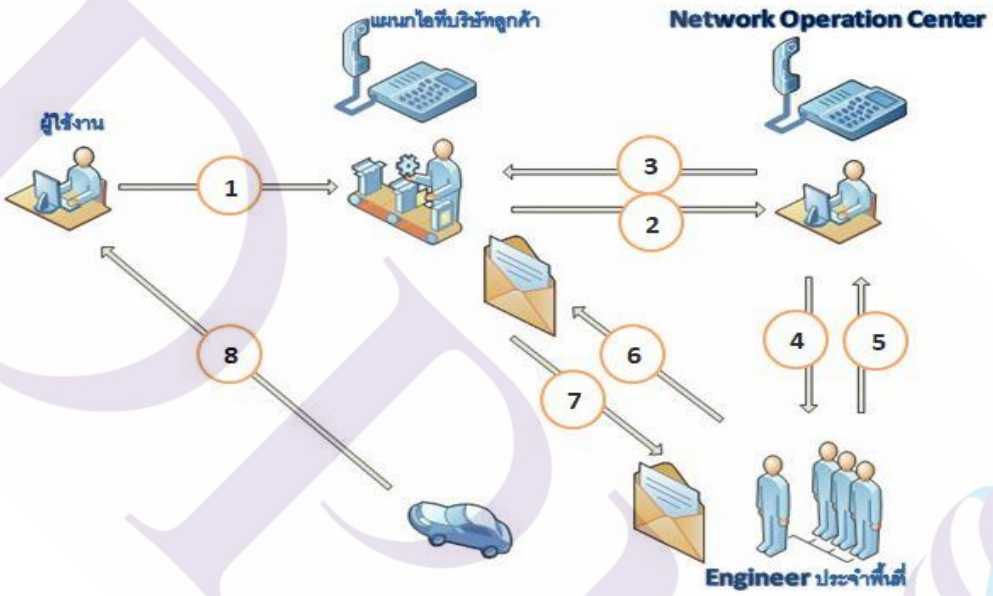
คุณสมบัติของ Wireshark

1. สามารถจับ Packet ในระบบ network ได้ รวมถึงอ่านข้อมูล packet จาก file มาวิเคราะห์ได้
2. สามารถดักจับ Packet ได้หลาย network ทั้ง Ethernet, IEEE 802.11, PPP และ loopback
3. ใช้งานได้ทั้งบน GUI และ Command line
4. สามารถ filter ข้อมูลได้ตามที่ต้องการ
5. เพิ่ม plugin สำหรับ protocol
6. จับข้อมูล USB แบบ raw data
7. ดักจับ Packet ได้ทั้งแบบ มีสาย (lan) และไร้สาย (wireless)

งานวิจัยนี้เลือกใช้โปรแกรม Wireshark เพราะว่าสามารถดักจับ Packet การสื่อสารกันระหว่าง Raspberry Pi B+ กับ อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi และสามารถ Filter Packet ตามที่ต้องการเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลการทอสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.7 รูปแบบการแจ้งเหตุเสียเมื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ทำงานไม่ปกติ

ขั้นตอนการแจ้งเหตุเสียกับบริษัท Provider ผู้ให้บริการอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตาม Site งานลูกค้าเมื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถให้บริการได้ในกรณีไม่มีการตอบสนองมีขั้นตอนดังภาพที่ 2.6 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.5 รูปแบบการแจ้งเหตุเสียของระบบเดิมเมื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ทำงานไม่ปกติ

ขั้นตอนที่

1. ผู้ใช้งานจะแจ้งเหตุเสียไปที่แผนกไอทีประจำบริษัท
2. แผนกไอทีประจำบริษัทจะโทรศัพท์ไปแจ้งเหตุเสียที่ Network Operation Center
3. เจ้าหน้าที่ Network Operation Center จะทำการ Remote เข้ามาตรวจสอบอุปกรณ์ที่ Site งานลูกค้าเพื่อเช็คอาการเบื้องต้นก่อนที่จะรับแจ้งเหตุเสียกับลูกค้า
4. เจ้าหน้าที่ Network Operation Center จ่ายงานไปที่ Engineer ประจำพื้นที่นั้นๆ
5. แผนก Engineer ตอบรับงาน

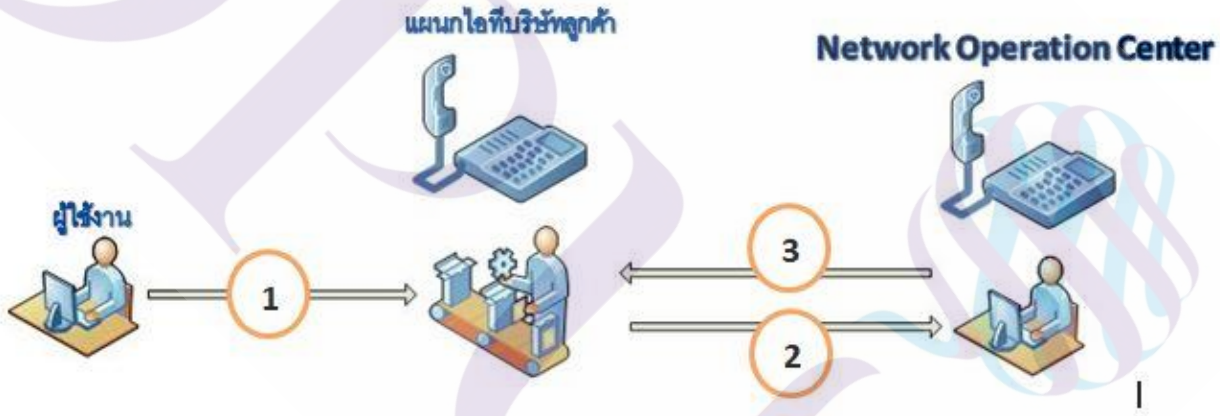
6. แผนก Engineer แจ้งอีเมลรายชื่อ Engineer และเบอร์โทรศัพท์เพื่อขอเข้าพื้นที่ไปตรวจเช็คอุปกรณ์

7. แผนกไอทีประจำบริษัทจะส่งเมลกลับมาเพื่อรับทราบให้เข้าพื้นที่ได้

8. แผนก Engineer จะส่งเจ้าหน้าที่ไป Onsite ลูกค้าเพื่อทำการ Reset อุปกรณ์

จะเห็นได้ว่ารูปแบบการทำงานก่อนที่จะสามารถเข้าไปทำการ Reset อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ได้จะมีกระบวนการทำงานหลายขั้นตอนและมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางเกิดขึ้นรวมไปถึงระยะเวลาที่ผู้ใช้บริการไม่สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้อย่างต่อเนื่อง

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติโดยใช้ Raspberry Pi ซึ่งเมื่อนำระบบนี้มาใช้จะมีขั้นตอนการแจ้งเหตุเสียเมื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ทำงานไม่ปกติ ที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและการใช้งานอินเทอร์เน็ตได้อย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 2.7 ที่โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.6 รูปแบบการแจ้งเหตุเสียเมื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ทำงานไม่ปกติเมื่อใช้ระบบสบับสนุนการให้บริการอินเทอร์เน็ตผ่าน WiFi ในจุดให้บริการย่อย

ขั้นตอนที่

1. ผู้ใช้งานจะแจ้งเหตุเสียไปที่แผนกไอทีประจำบริษัท
2. แผนกไอทีประจำบริษัทจะโทรศัพท์ไปแจ้งเหตุเสียที่ Network Operation Center
3. เจ้าหน้าที่ Network Operation Center จะทำการ Monitor อุปกรณ์หลังจากที่ระบบทำการ Reset ให้อย่างอัตโนมัติและทดสอบการใช้งาน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ระบบแจ้งเตือนและรีเซ็ตสวิทช์อัตโนมัติผ่านเครือข่ายให้กับระบบพีเอบีเอ็กซ์[7]

Sarawut Buttarach ได้กล่าวถึง บริษัททรูคอร์ปอเรชั่นจำกัดมหาชน เป็นบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับการสื่อสารโทรคมนาคม ทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งมีการวางเครือข่ายชุมสายโทรศัพท์ทั่วทุกพื้นที่ และในการวางโครงข่ายโทรศัพท์แต่ล่ะพื้นที่ จะทำการติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายต่างๆ เพื่อให้ชุมสายโทรศัพท์ที่ลูกค้าขอใช้บริการเชื่อมต่อถึงกันได้ เพื่อให้สามารถใช้งานในด้านโทรศัพท์ โดยในบางพื้นที่จะทำการติดตั้งในไซด์งานลูกค้า โดยจะมีอุปกรณ์สื่อสารที่เป็นตัวกลางเชื่อมต่อไปยังชุมสาย คือ ระบบPABX ข้างในตู้จะเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งปัญหาที่พบบ่อยคือ ระบบโทรศัพท์ PABX ทำงานผิดปกติเมื่อระบบไฟฟ้าไม่เสถียรตู้ PABX จะไม่สามารถให้บริการได้ และทำให้ไม่สามารถ Remote เข้ามาทำการ Reset ตัวอุปกรณ์ได้ แล้วจำเป็นต้องให้วิศวกรผู้ดูแลระบบในแต่ละไซด์ของลูกค้าต้องเดินเข้ามาทำการ Reset ที่ตัวอุปกรณ์ที่ไซด์งาน จึงทำให้เกิดปัญหาการใช้งานโทรศัพท์ไม่ต่อเนื่อง มีผลกระทบต่อผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก จึงได้มีแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในข้างต้น จึงได้ออกแบบระบบเพื่อช่วยในการ Remote Reset อุปกรณ์สื่อสารผ่านระบบเครือข่าย เพื่อให้ง่ายและรวดเร็วต่อการ Reset ระบบ PABX โดยจะมีการทำงานอยู่ด้วยกันสามส่วน

1. ตัวอุปกรณ์ได้แก่ Computer และ Mobile
2. ได้แก่เว็บเซิร์ฟเวอร์
3. ได้แก่ส่วนของวงจร Solid State Relay และ Raspberry Pi

โดยทั้งสามส่วนจะมีการทำงานแจ้งเตือนแบบอัตโนมัติผ่านอีเมลและดูสถานะขา Pin ของ Raspberry ที่เชื่อมต่อไปยังระบบเพื่อ Monitor ว่าระบบใช้งานได้หรือไม่ และการทำ Reset ระบบ PABX ผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อควบคุมวงจร Solid State Relay ในการ Reset

- ข้อดีของงานวิจัยนี้ คือ สามารถควบคุมการ ปิด – เปิด สวิทช์ผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์และมีการแจ้งเตือนผ่านอีเมล
- ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือเมื่ออุปกรณ์ตรวจสอบพบปัญหาไม่สามารถ ปิด – เปิด สวิทช์ได้อัตโนมัติ

2.2.2 ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต[8]

Wunchai Rowngam ได้กล่าวถึงในปัจจุบันระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์คนั้น เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของสังคมในยุคปัจจุบัน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์คและช่วยให้อำนวยความสะดวกให้อย่างมาก เช่นการทำธุรกรรมทางการเงินผ่านระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์ค (e-banking) การซื้อของออนไลน์ผ่านอินเตอร์เน็ต(e-commerce) การเรียนการสอนผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (e-learning) เป็นต้น นอกจากนี้ระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์คยังเข้ามาสนับสนุนการทำงาน เช่น การนำระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์คมาช่วยบริหารจัดการระบบโลจิสติกส์ เช่น การติดตามสินค้าและบริการ รวมไปถึงในอุตสาหกรรม ปัจจุบันก็มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้ากันผ่านระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์ค ซึ่งในอดีตเชื่อมต่อผ่านสัญญาณ RS-232 หรือ RS-485 และในปัจจุบันมาใช้สายคู่ตีเกลียว (Twisted Pair) และเทคโนโลยีไร้สาย (Wireless LAN:WLAN) โดยทำงานบนมาตรฐานการส่งข้อมูลแบบ TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) เป็นการส่งข้อมูลที่รวดเร็วและมีการจัดการบริหารที่ดีกว่า การใช้งานระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์คในระดับอาคารบ้านเรือนทั่วไป การนำระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์คเข้ามาใช้ทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น เช่นถ้าหากเรานำมาใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยใช้ระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์คในการตรวจสอบสถานะต่างๆ เช่นค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ปริมาณฝุ่นละออง และระบบสัญญาณเตือนภัย โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด สามารถกลายเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ (System)ขนาดเล็กๆ จึงได้มีการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์ค เพื่อผู้ใช้ตามบ้านเรือนหรือผู้ใช้ทั่วไปได้มีโอกาสเข้าถึงเทคโนโลยีประเภทนี้ได้มากขึ้น จึงได้มีแนวคิดโดยใช้การประยุกต์อุปกรณ์ Raspberry Pi, Arduino ออกแบบการทำงานร่วมกัน เครือข่ายและอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อให้อุปกรณ์สื่อสารกันบนระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตผ่าน เทคโนโลยี WiFi บน Application ที่อยู่บนปฏิบัติการ Android ซึ่งสามารถควบคุมผ่านเว็บบราวเซอร์ ซึ่งเมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าถูกเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์คแล้วทำให้เราสามารถที่จะควบคุมอุปกรณ์จาก Application บนโทรศัพท์มือถือ ทำให้เกิดความสะดวกสบาย และเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ ซึ่งการทดลอง

นี้ จะช่วยให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์และซอฟแวร์ที่ใช้ในการควบคุม และสั่งการระบบไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ข้อดีของงานวิจัยนี้ คือสามารถควบคุมและตรวจสอบการทำงานผ่านระบบปฏิบัติการ Android

- ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือใช้รีเลย์ในการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าภายในบ้านและไม่มีการแจ้งเตือนหา พบว่าอุปกรณ์ทำงานไม่ปกติ

2.2.3 ระบบบ้านอัตโนมัติต้นทุนต่ำโดยใช้ Android , Raspberry Pi และ Arduino ส่งข้อมูลโดยใช้การเขียนโปรแกรมแบบซ็อกเก็ตและเอฟซีเอ็ม กรณีศึกษา ระบบดูแลสัตว์เลี้ยงผ่านอินเทอร์เน็ต [9] เชี่ยวชาญ ยางศิลา ได้กล่าวถึงสัตว์เลี้ยงที่เข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ มีลูกน้อยลง จึงทำให้สัตว์เลี้ยงกลายเป็นเพื่อนหรือเป็นลูกทดแทน ทำให้สัตว์เลี้ยงในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลดีต่อธุรกิจสัตว์เลี้ยง ปัจจัยที่สำคัญคือ มนุษย์ครองโสดมากขึ้น หาคู่แต่งงานที่ไม่มีลูก รวมถึงสังคมโซเชียลที่มีการแชร์ภาพของสุนัข แมว และสัตว์เลี้ยงอื่นๆในโลกออนไลน์ ทำให้มนุษย์มีพฤติกรรมหันมาเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น เนื่องจากสภาพเศรษฐกิจในยุคปัจจุบัน มนุษย์ต้องออกจากบ้านไปทำงานไม่สามารถดูแลสัตว์เลี้ยงได้ตลอดเวลา ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบบ้านอัตโนมัติ เพื่อรองรับการดูแลสัตว์เลี้ยงทางไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบ้านอัตโนมัติต้นทุนต่ำโดยใช้ Android , Raspberry Pi และ Arduino ส่งข้อมูลโดยใช้การเขียนโปรแกรมแบบซ็อกเก็ตและเอฟซีเอ็ม กรณีศึกษาระบบดูแลสัตว์เลี้ยงผ่านอินเตอร์เน็ต ระบบสามารถแจ้งเตือนไปยัง Application ที่อยู่ในระบบปฏิบัติการ Android ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เมื่ออาหารสัตว์หมด และยังสามารถใช้ Application ในการควบคุมการให้อาหาร ผ่านอินเตอร์เน็ต รวมไปถึงสามารถดูได้ทั้งแบบภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวได้อีกด้วย ระบบที่ออกแบบมี 2 ส่วน
ในส่วนฮาดแวร์ ประกอบด้วย

1. Broad Raspberry Pi
2.กล้องสำหรับถ่ายภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว
3. Broad Arduino
4. เซ็นเซอร์วัดความชื่น
5. อินฟราเรดแอลอีดี เพื่อตรวจวัดปริมาณอาหาร

6. เซอร์โวมอเตอร์ สำหรับหมุนกล้อง

7. เรกูเลเตอร์ สำหรับเพิ่มแรงดันไฟฟ้า

8. รีเลย์

ในส่วนซอฟแวร์ ประกอบด้วย

1. เอฟซีเอ็ม

2.ภาษา Python

3.แอนดรอยด์สตูดิโอ

4. Arduino IDE

5. MJPG Streamer

6. เว็บเซิร์ฟเวอร์

จากผลการทดลองสรุปผลได้ดังนี้

1). การตรวจวัดความชื่นและปริมาณอาหารให้ความถูกต้อง 100%

2).การแจ้งเตือนให้ความถูกต้อง 100%

3).การควบคุมเปิดน้ำให้อาหารและวีดีโอสัตว์เลี้ยงให้ความถูกต้อง 100%

4). การสั่งหมุนกล้องให้ความถูกต้อง 100%

- ข้อดีมีของงานวิจัยนี้มีการแจ้งเตือนและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบปฏิบัติการ Android
- ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ไม่สามารถทำงานทำงานในรูปแบบอัตโนมัติได้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบความสามารถของระบบแต่ละงานวิจัย

ลำดับ	ความสามารถของระบบ	งานวิจัย[1]	งานวิจัย[2]	งานวิจัย[3]	งานวิจัยที่นำเสนอ
1	มีระบบการแจ้งเตือน	√	X	√	√
2	ควบคุมการ เปิด – ปิด สวิทช์อัตโนมัติ	X	X	X	√
3	ใช้โซลิตสเตทรีเลย์เพื่อรองรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 380 VAC	√	X	X	√
4	ควบคุมการการทำงานผ่านระบบปฏิบัติการ Android	X	√	√	X
5	ควบคุมระบบผ่านเครือข่ายสัญญาณ 4 G	X	√	√	X

หมายเหตุ. งานวิจัย1 เรื่อง Automatic Alert and Reset Switch Via Network On PABX.
งานวิจัย2 เรื่อง Electric control systems via the internet network.
งานวิจัย3 เรื่องระบบบ้านอัตโนมัติต้นทุนต่ำโดยใช้ Android , Raspberry Pi และ Arduino ส่งข้อมูลโดยใช้การเขียนโปรแกรมแบบซ็อกเก็ตและเอฟซีเอ็ม กรณีศึกษา ระบบดูแลสัตว์เลี้ยงผ่านอินเทอร์เน็ต
เครื่องหมาย : √ (ทำได้), X (ทำไม่ได้)

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนาระบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึง ขั้นตอนการออกแบบระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติ ที่พัฒนาเพื่อการรองรับการใช้มาจากระบบ WIFI Hotspot ที่ใช้ตามสถานที่ทั่วไป เช่น โรงแรม , สนามบิน , โรงพยาบาล , ศูนย์การค้า , ห้องพัก ฯลฯ โดยวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาจะมุ่งเน้นไปที่การลดภาระงานของผู้ดูแลระบบในกรณีที่อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi มีปัญหาโดยระบบสามารถตรวจจับ (detect) ปัญหาและการจัดการปัญหาดังกล่าวได้ด้วยตนเอง ตามลำดับดังนี้

3.1. การออกแบบและพัฒนาฮาร์ดแวร์

3.2. การออกแบบการเชื่อมต่อขา GPIO ของ Raspberry pi กับโซลิตสเตทรีเลย์

3.3. การออกแบบและการติดตั้งของฮาร์ดแวร์

3.4. การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์

3.1. การออกแบบและพัฒนาฮาร์ดแวร์

ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างของระบบไว้ดังภาพที่ 3.1 จะแสดงให้เห็นถึงรูปแบบการเชื่อมต่อของระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติ ประกอบไปด้วย 4 ส่วนที่เชื่อมต่อกัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

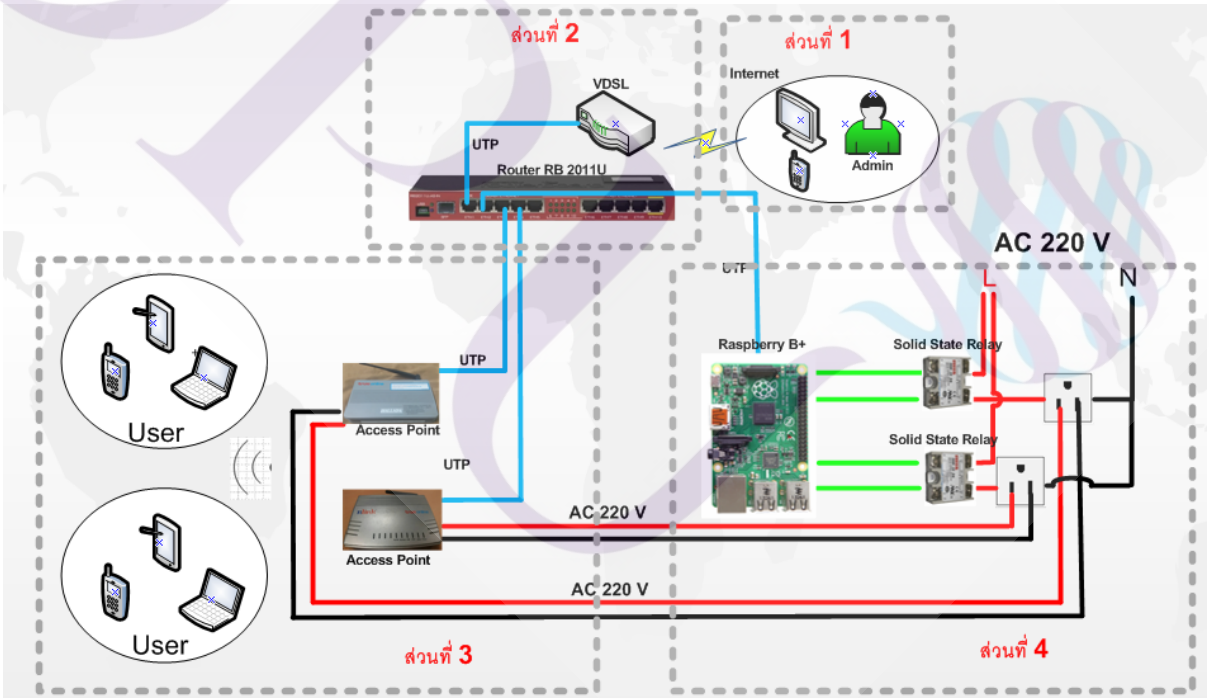
- ส่วนที่ 1 คือส่วนของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นส่วนที่ผู้ดูแลระบบ ทำหน้าที่คอยรับการแจ้งเตือนจากระบบ โดยเมื่อระบบตรวจพบเหตุผิดปกติและแก้ไขเหตุผิดปกติเรียบร้อยแล้ว จะมีข้อความสั้นส่งผ่าน Application Line ให้ผู้ดูแลระบบทราบได้

- ส่วนที่ 2 คือส่วนของ Router โดยจะทำหน้าเป็นส่วนกลางเพื่อทำการเชื่อมต่อส่วนที่ 1 และส่วนที่ 3 ให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ซึ่งทำการตั้งค่า DHCP Server ไว้ และทำให้เป็นบริดจ์เพื่อให้ง่ายต่อการเพิ่มอุปกรณ์ใน Network เดียวกันโดยจะใช้ Router ยี่ห้อ MikroTik รุ่น RB2011UiAS-IN

- ส่วนที่ 3 คือส่วน อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ที่คอยทำหน้าที่ปล่อยสัญญาณให้บริการ WiFi ให้กับผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตในบริเวณนั้น ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ปลั๊กไฟไปเสียบที่เต้ารับที่เชื่อมต่อกับโซลิตสเตทรีเลย์

- ส่วนที่ 4 คือส่วนของ Raspberry pi และ โซลิตสเตทรีเลย์ โดย Raspberry pi จะถูกออกแบบให้มีหน้าที่ทำการตรวจเช็ค URL ของ อุปกรณ์การะจานสัญญาณ WiFi หากตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่ตอบสนองภายใน 3 ครั้ง ตัวบอร์ด Raspberry pi จะส่งสัญญาณ Output ไปที่ขา GPIO ที่ต่ออยู่กับโซลิตสเตทรีเลย์ ในส่วนของวงจรโซลิตสเตทรีเลย์ ทำหน้าที่รับคำสั่งจาก Raspberry pi ในการควบคุมการตัดต่อระบบวงจรไฟฟ้า 220 V ที่เชื่อมไปยังปลั๊กไฟเพื่อใช้เป็นสวิทซ์ควบคุมการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi

โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ Single Phase Solid State Relay เป็นรีเลย์ที่ไม่มีหน้าคอนแทค จึงสามารถทำงานความถี่สูงได้ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และมี LED เพื่อแสดงสภาวะการทำงานของอินพุตซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบไว้เพื่อให้รองรับการใช้งานของ อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi 2 ตัว จึงจำเป็นต้องมี โซลิตสเตทรีเลย์ 2 ตัว



ภาพที่ 3.1 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติ

3.2. การออกแบบการเชื่อมต่อขา GPIO ของ Raspberry pi กับ โซลิตสเตทรีเลย์

ในการออกแบบการเชื่อมต่อสั่งงานกันระห่าง Raspberry กับโซลิตสเตทรีเลย์ ดังภาพที่ 3.2 จะมีหลักการทำงานอยู่ 2 ส่วนที่สำคัญมีดังนี้

ส่วนแรกคือส่วนที่เป็นอุปกรณ์ Raspberry ส่วนนี้จะเป็นการใช้คำสั่งในการโปรแกรมสั่งงานออกไปเพื่อให้อุปกรณ์โซลิตสเตทรีเลย์ทำงาน โดยการเขียนโปรแกรมสั่งงานด้วยภาษา Python พร้อมด้วยระบุ Pin Number ของขา GPIO ให้ทำงานโดนการระบุเป็นขา Output แล้วหลังจากนั้นทำการส่งเป็นสัญญาณดิจิตอลออกไปทางขา Pin Number ของ GPIO ในรูปแบบเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า Signal คือ 0 กับ 1 โดยที่ Raspberry จะทำการ Interpreter คือแปลงคำสั่งแต่ละบรรทัด ให้เป็นภาษา Machine Code เพื่อให้เครื่องเข้าใจคำสั่งนั้นแล้วหลังจากนั้นก็จะทำการส่งสัญญาณออกไปทางพอร์ตของ ขา Pin ที่เราระบุไว้ในที่นี้การออกแบบได้มีการระบุ Pin Number ดังนี้

กำหนดให้ Pin 7 ของ GPIO เป็น Output โดยกำหนดเป็น Signal 3.3 VDC

กำหนดให้ Pin 11 ของ GPIO เป็น Output โดยกำหนดเป็น Signal 3.3 VDC

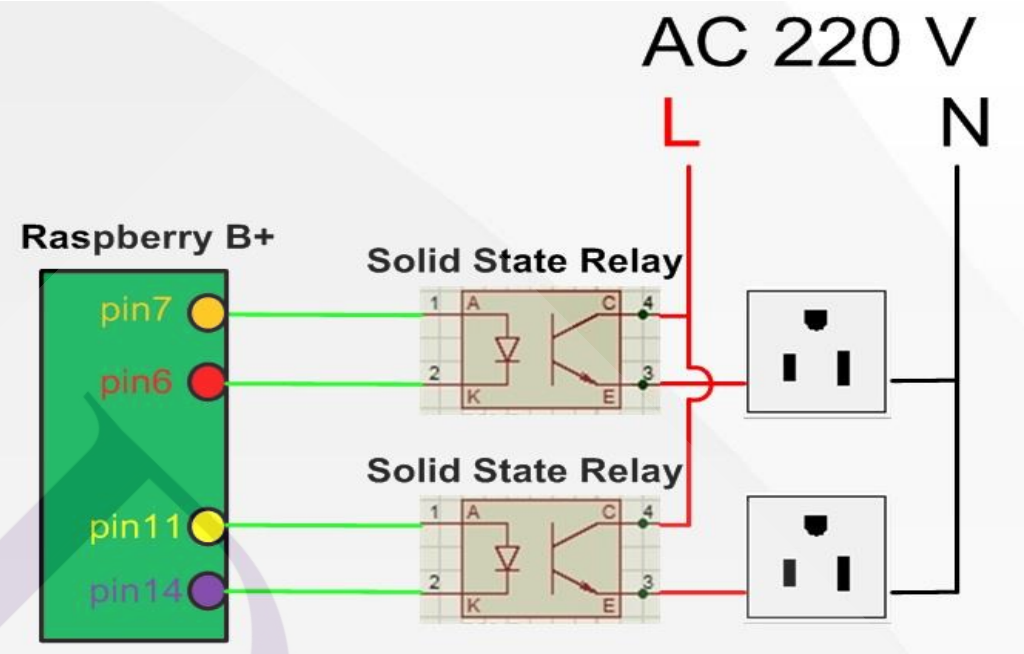
กำหนดให้ Pin 6 ของ GPIO เป็นขา Ground อุปกรณ์ Solis State Relay

กำหนดให้ Pin 14 ของ GPIO เป็นขา Ground อุปกรณ์ Solis State Relay

ส่วนที่สองคือส่วนที่เป็นโซลิตสเตทรีเลย์

ในส่วนนี้จะมีหลักการทางานเชื่อมต่อสัญญาณ Signal กับทางขา GPIO Pin Number ของบอร์ด Raspberry pi และต่อกับเต้ารับที่ไว้สำหรับเสียบปลั๊กไฟของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi โดยจะมีอุปกรณ์ดังนี้

- โซลิตสเตทรีเลย์ Input 3-32VDC /25A และ Output 24-380 VAC 2 ตัว
- เต้าเสียบไฟ 1 ตัว
- เต้ารับปลั๊กไฟ 2 ตัว
- สายไฟ



ภาพที่ 3.2 รูปแบบการเชื่อมต่อขา GPIO ของ Raspberry กับ Solid State Relay

3.3. การออกแบบและการติดตั้งของฮาร์ดแวร์

ในการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ภายในกล่องเอนกประสงค์จากที่ได้ทำการออกแบบไว้โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ใช้งานได้อย่างสะดวกและมีความปลอดภัย โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งาน

3.3.1. อุปกรณ์ที่ติดตั้งลงภายในกล่อง ดังภาพที่ 3.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1 เป็นช่องเสียบ LAN Outlet ที่ถูกออกแบบไว้เพื่อให้สามารถเสียบสาย LAN ที่นอกกล่องเอนกประสงค์ได้เลยซึ่งได้ทำการเชื่อมต่อกับบอร์ด Raspberry piไว้แล้วเพื่อให้ง่านต่อการใช้งาน

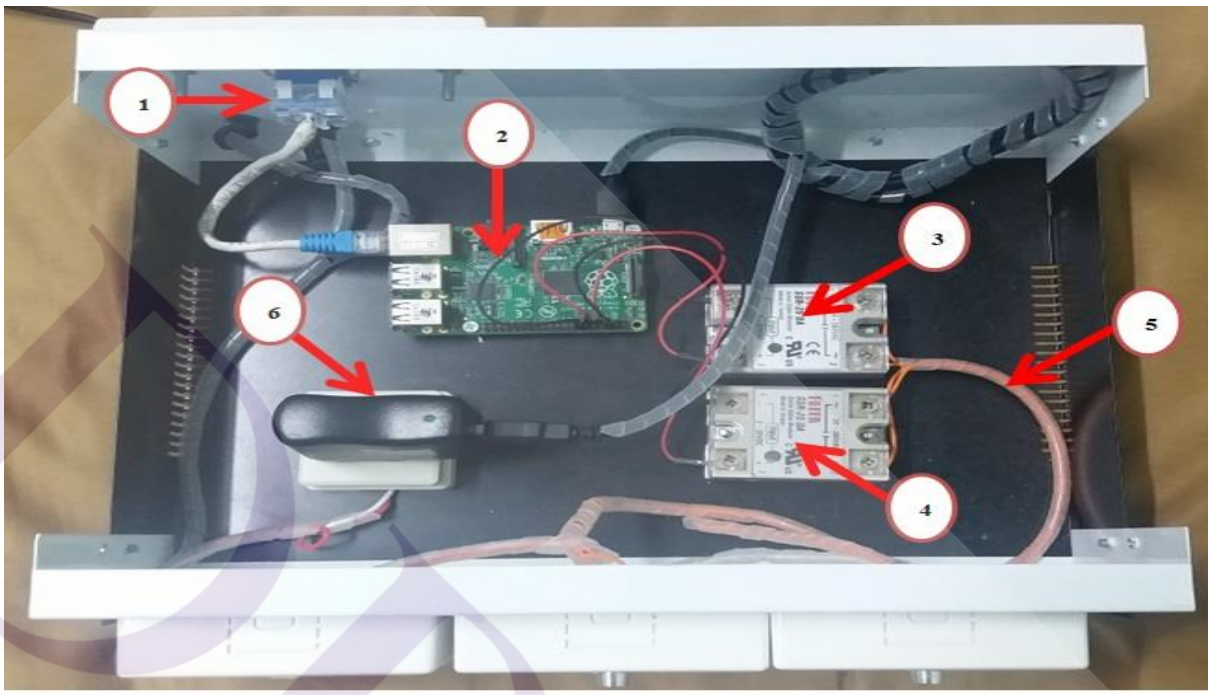
หมายเลข 2 บอร์ด Raspberry pi เป็นหัวใจหลักของงานวิจัยชิ้นนี้ถูกติดตั้งลงภายในกล่องเพื่อให้ง่ายต่อการเชื่อต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ

หมายลข 3 โซลิตสเตทรีเลย์ ตัวที่ 1 ที่คอยรับคำสั่งจากบอร์ด Raspberry pi เพื่อไปทำการ Reset ปลั๊กไฟของ อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 1

หมายลข 4 โซลิตสเตทรีเลย์ ตัวที่ 2 ที่คอยรับคำสั่งจากบอร์ด Raspberry pi เพื่อไปทำการ Reset ปลั๊กไฟของ อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 2

หมายลข 5 เป็นสายไฟภายใน 220 VAC ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่าง โซลิตสเตทรีเลย์ไปยังเต้ารับที่ถูกติดตั้งอยู่ที่ภายนอกของกล่อง

หมายเลข 6 เป็นเต้ารับที่มีไฟ 220 VAC ที่ใช้สำหรับเสียบอะแดปเตอร์สำหรับไฟเลี้ยงไปยัง บอร์ด Raspberry pi



ภาพที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งลงภายในกล่องเอนกประสงค์

3.3.2. อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายนอกกล่องดังภาพที่ 3.4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1 เป็นเต้ารับที่รับไฟมาจากโซลิตสเตทรีเลย์ ตัวที่ 1 เพื่อทำหน้าที่เลี้ยงจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi

ตัวที่ 1 หากอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถตอบสนองได้จะถูกสั่ง Reset จากบอร์ด Raspberry pi

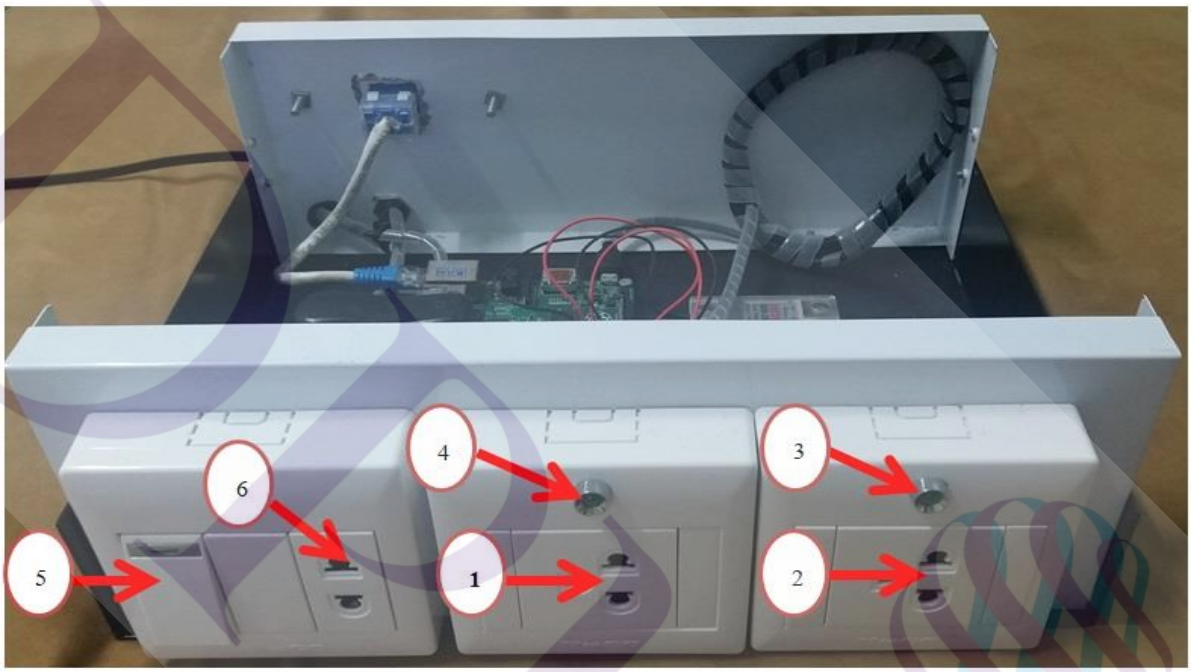
หมายเลข 2 เป็นเต้ารับที่รับไฟมาจากโซลิตสเตทรีเลย์ ตัวที่ 2 เพื่อทำหน้าที่เลี้ยงจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 2 หากอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถตอบสนองได้จะถูกสั่ง Reset จากบอร์ด Raspberry pi

หมายเลข 3 เป็นหลอด LED เพื่อแสดงสถานะไฟฟ้าของเต้ารับตัวที่ 2 เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจเช็ค โดยถูกออกแบบไว้หากมี สถานะไฟเขียวติดค้าง จะแสดงว่ามีไฟฟ้า ที่เต้ารับ หากไฟไม่ติดแสดงว่าไม่มีไฟฟ้า

หมายเลข 4 เป็นหลอด LED เพื่อแสดงสถานะไฟฟ้าของเต้ารับตัวที่ 1 เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจเช็ค โดยถูกออกแบบไว้หากมี สถานะไฟเขียวติดค้าง จะแสดงว่ามีไฟฟ้า ที่เต้ารับ หากไฟไม่ติดแสดงว่าไม่มีไฟฟ้า

หมายเลข 5 เป็นสวิทช์ เปิด – ปิด ของเครื่อง

หมายเลข 6 เป็นเต้ารับอเนกประสงค์ที่ใช้สำหรับเสียบอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วที่ใช้ไฟ 220 VAC เช่า Router เป็นต้น

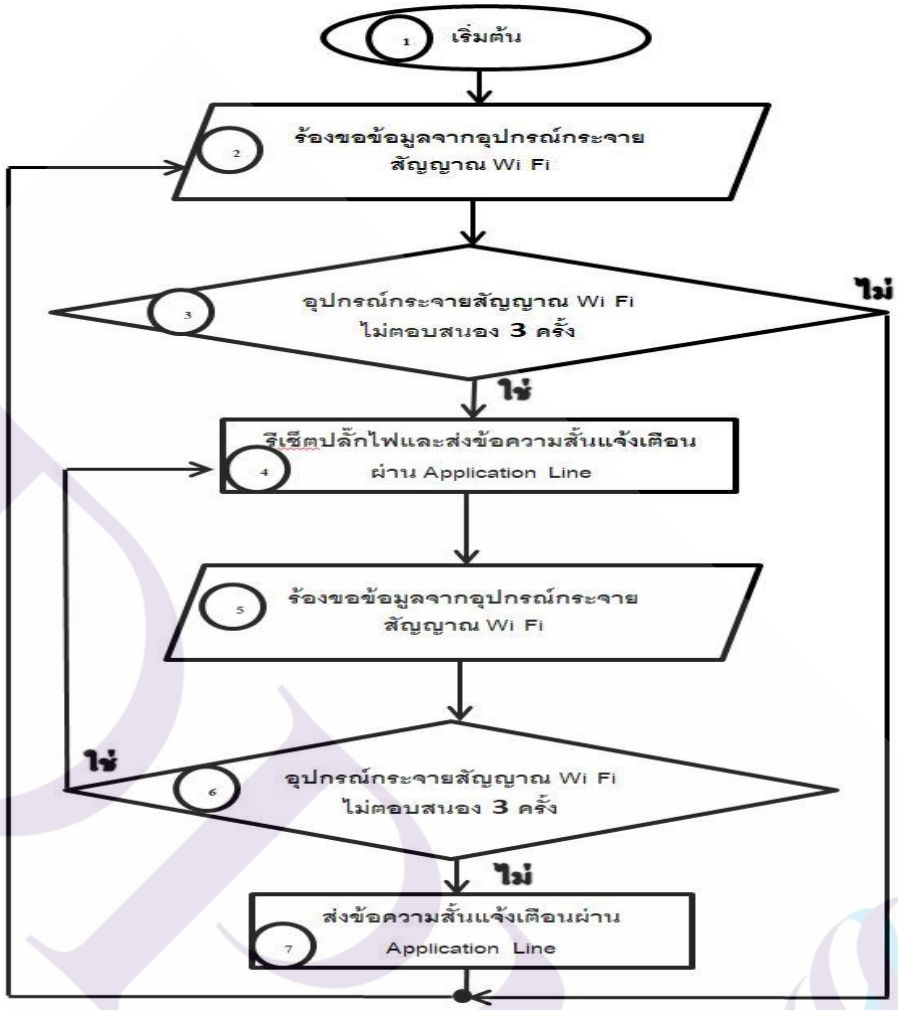


ภาพที่ 3.4 อุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งลงภายนอกกล่องเอนกประสงค์

3.4. การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์

3.4.1. การออกแบบการทำงานของโปรแกรม

งานวิจัยนี้เน้นการใช้งานในรูปแบบอัตโนมัติโดยได้ออกแบบไว้ให้ระบบสามารถแก้ไขปัญหาด้วยตัวเองโดยในกรณีที่อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi มีอาการไม่ตอบสนอง ซึ่งไม่ต้องอาศัยผู้ดูแลระบบ ที่ต้องเดินทางไป Reset อุปกรณ์ในเวลาที่อุปกรณ์มีปัญหาเพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางและการใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง จึงได้ทำการออกแบบการทำงานของโปรแกรมดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แสดงการทำงานของโปรแกรม

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เริ่มการทำงานของโปรแกรม

2. โปรแกรมจะเริ่มการ http GET ไปที่อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ด้วย URL เพื่อเป็นการตรวจสอบว่ายังสามารถให้บริการได้อยู่หรือไม่ หากตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ทำการ http response กลับภายในระยะเวลาที่กำหนดระบบจะ http GET ครั้งต่อไปภายใน 12 วินาที

3. หากตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่ http response กลับมาติดต่อกัน 3 ครั้ง (แต่ละครั้งถูกกำหนดระยะเวลาไว้ 12 วินาที) ที่ออกแบบโปรแกรมเช่นนี้เพราะว่าให้แน่ใจว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถใช้งานได้จริง ซึ่งในครั้งแรกหรือครั้งที่สองอุปกรณ์

กระจายสัญญาณ WiFi อาจจะไม่ตอบสนองการ http GET ได้เนื่องจากอาจจะโหลดสูงเกินไปในขณะนั้นจึงต้องเช็คทั้งหมด 3 ครั้ง

4. บอร์ด Raspberry pi จะคิดว่าไม่มีการตอบสนองกลับมาจากตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi จะ Recoverry ด้วยการสั่ง Reset ปลั๊กไฟผ่าน โซลิตสเตทรีเลย์ที่ตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ต่อใช้งานอยู่ พร้อมส่งข้อความแจ้งเตือนผ่าน Application Line ไปยังผู้ดูแลระบบเพื่อแจ้งว่าอุปกรณ์ Down

5. เมื่อระบบ Reset ตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi แล้วจะส่ง http GET ใหม่

6. หากตัวอุปกรณ์ กระจายสัญญาณ WiFi หลังจาก Reset แล้วยังไม่สามารถ Requests URL ติดต่อกัน 3 ครั้ง ก็จะวนลูปไป Reset ปลั๊กไฟและส่งข้อข้อความสั้นผ่าน Application Line

7. หรือหลังจาก Reset แล้วสามารถ Requests URL ได้ภายในครั้งแรกก็จะส่งข้อความสั้นผ่าน Application Line แล้วจะวนลูปไป Requests URL ของตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ในขั้นตอนที่ 2

3.4.2 การออกแบบโปรแกรมการส่งข้อความสั้นผ่าน Application Line [10]

วิธีการส่งข้อความจากบอร์ด Raspberry pi ผ่าน Application Line จะต้องทำสมัคร Application Line และเมื่อสมัครเรียบร้อยนำ ID Line มาผูกกับอีเมล เพื่อใช้สมัครใช้งาน Line Notify เพื่อให้ทางเว็บออก Access Token และนำเลข Access Token มาใส่ใน Code ที่ใช้งานการแจ้งเตือนของงานวิจัยนี้ดัง ภาพที่ 3.6 ซึ่งข้อความที่ใช้ในการแจ้งเตือนได้ทำการออกแบบไว้จะมีอยู่ 4 ข้อความดังนี้

- Champ_Mansion_Fl2_B_192.168.100.2 UP! (ใช้เพื่อบอกสถานะ ip 192.168.100.2 สถานะ Up)
- Champ_Mansion_Fl2_B_192.168.100.2 Down! (ใช้เพื่อบอกสถานะ ip 192.168.100.2 สถานะ Down)
- Champ_Mansion_Fl2_A_192.168.100.3 UP! ! (ใช้เพื่อบอกสถานะ ip 192.168.100.3 สถานะ Up)
- Champ_Mansion_Fl2_A_192.168.100.3 Down! (ใช้เพื่อบอกสถานะ ip 192.168.100.3 สถานะ Down)

```
1. import requests,json
2. import sys
3. LINE_ACCESS_TOKEN="BPrqtgz688fCrntJ7ynYRmSpIXWZ5wRAbJHiRE7on1W"
4. url = "https://notify-api.line.me/api/notify"
5. def line_text(message):
6.         msg = {"message":message}
7.         LINE_HEADERS = {'Content-Type':'application/x-www-form-urlencoded',"Authorization":"Bearer "+LINE_ACCESS_TOKEN}
8.         session = requests.Session()
9.         a=session.post(url, headers=LINE_HEADERS, data=msg)
10.        print(a.text)
11. line_text(sys.argv[1])
```

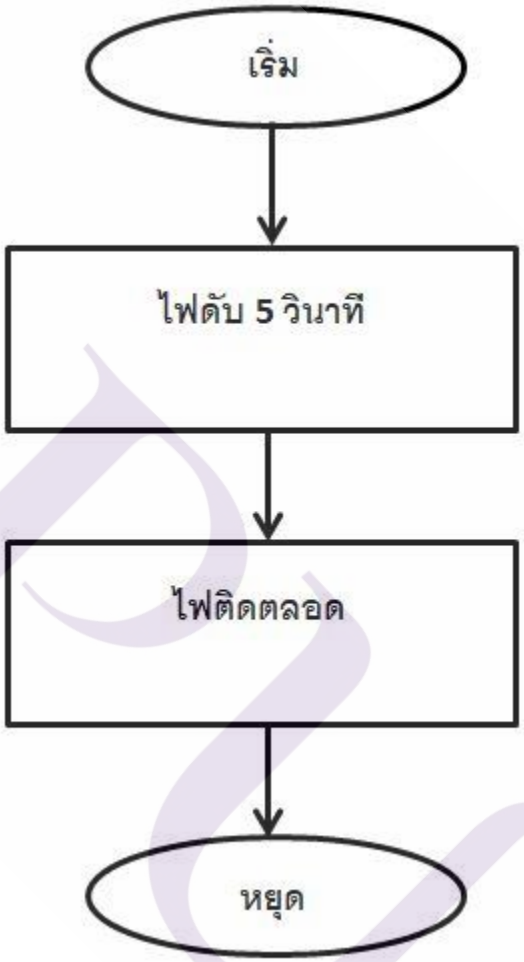
ภาพที่ 3.6 แสดงในส่วน Source Code Python การแจ้งเตือนผ่าน Application Line

ในแต่ละบรรทัดของภาพที่ 3.6 มีความหมายดังต่อไปนี้

- บรรทัดที่ 1 คือ Module ที่ 1 จะใช้ requests,json ซึ่งภาษา Python ได้รองรับ JSON ย่อมาจาก JavaScript Object Notation เป็นรูปแบบหนึ่งที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล เพราะว่าโครงสร้างของ JSON ได้ทำการออกแบบมาให้กระชับเข้าใจง่าย
- บรรทัดที่ 2 คือ Module ที่ 2 ใช้ sys ทำหน้าที่เก็บข้อความที่เป็น prompt
- บรรทัดที่ 3 คือเลข Token ที่ได้มาจากการสมัครมาจาก Line Account
- บรรทัดที่ 4 คือURL ที่จะทำการ Request
- บรรทัดที่ 5 คือการสั่งฟังชั่นในการส่งข้อความ
- บรรทัดที่ 6 คือข้อความที่ต้องการส่ง
- บรรทัดที่ 7 คือการกำหนด HEADERS
- บรรทัดที่ 8 คือการสร้าง Session ขึ้นมาเพื่อเก็บข้อมูล
- บรรทัดที่ 9 คือจะทำการเรียกใช้ API
- บรรทัดที่ 10 คือต้องการให้แสดงผลลัพท์ของการ request
- บรรทัดที่ 11 คือเมื่อเรียกใช้ตัวแปลบรรทัดคำสั่ง ค่าตามหลังที่เราส่งผ่านให้กับโปรแกรม จะถูกเก็บไว้ที่ตัวแปร sys.argv

3.4.3. การออกแบบโปรแกรมในส่วนของการ Reset ปลั๊กไฟ

การทำงานของโปรแกรมนี้จะเป็นส่วนการ Reset ปลั๊กไฟได้ทำการออกแบบไว้เมื่อตัวบอร์ด Raspberry pi ไม่ได้รับการตอบสนองจากตัวอุปกรณ์อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ในส่วนของโปรแกรมนี้จะถูกดึงไปใช้โดยกำหนดไว้ ให้ดับไฟเป็นเวลา 5 วินาทีและตามด้วยให้เปิดไฟไปตลอดจนกว่าจะมีการเรียกใช้โปรแกรมนี้อีกครั้งตามภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 โปรแกรมการทำงานในส่วนของการ Reset ปลั๊กไฟ

โดยโปรแกรมนี้ออกแบบมาเพื่อทำการตัดกระแสไฟฟ้าที่เลี้ยงไฟไปยังอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi จากโซลิตสเตทรีเลย์ที่ถูกควบคุมด้วยบอร์ด Raspberry pi ซึ่งบอร์ด Raspberry pi จะตัดกระแสไฟฟ้าได้ ต้องเข้าเงื่อนไขคืออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่ตอบสนองจากการ Request URL 3 ครั้งติดต่อกันเท่านั้น

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ผู้วิจัยออกแบบการทดสอบระบบว่าหลังจากระบบตรวจพบว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถให้บริการอินเทอร์เน็ตแก่ผู้ใช้งานได้ เฉพาะปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการอุปกรณ์กระจายสัญญาณไม่ตอบสนอง (hang) เท่านั้น ไม่รวมถึงการเสียหายของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ ระบบที่พัฒนาสามารถทำงานเพื่อให้ระบบสามารถกลับมาใช้งานได้ภายในระยะเวลา 5 นาที โดยระบบที่พัฒนาจะ Reset ระบบไฟฟ้าที่จ่ายเข้าอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ผู้วิจัยทดสอบให้อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถให้บริการได้ด้วยวิธีการดึงสาย LAN ที่เชื่อมระหว่างตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi กับ Router ที่เชื่อมต่อออกอินเทอร์เน็ต เมื่อระบบตรวจพบว่าไม่สามารถให้บริการอินเทอร์เน็ตได้ ระบบจะ Reset ระบบไฟฟ้า หลังจากนั้นผู้วิจัยจะเสียบสาย LAN กลับที่เดิม โดยผู้วิจัยจะใช้การวิเคราะห์ผลการทดสอบด้วยการใช้นาฬิกาจับเวลาควบคู่กับการใช้โปรแกรม WireShark เพื่อตรวจสอบว่าระบบว่าทำงานได้ตามขอบเขตที่ตั้งไว้หรือไม่

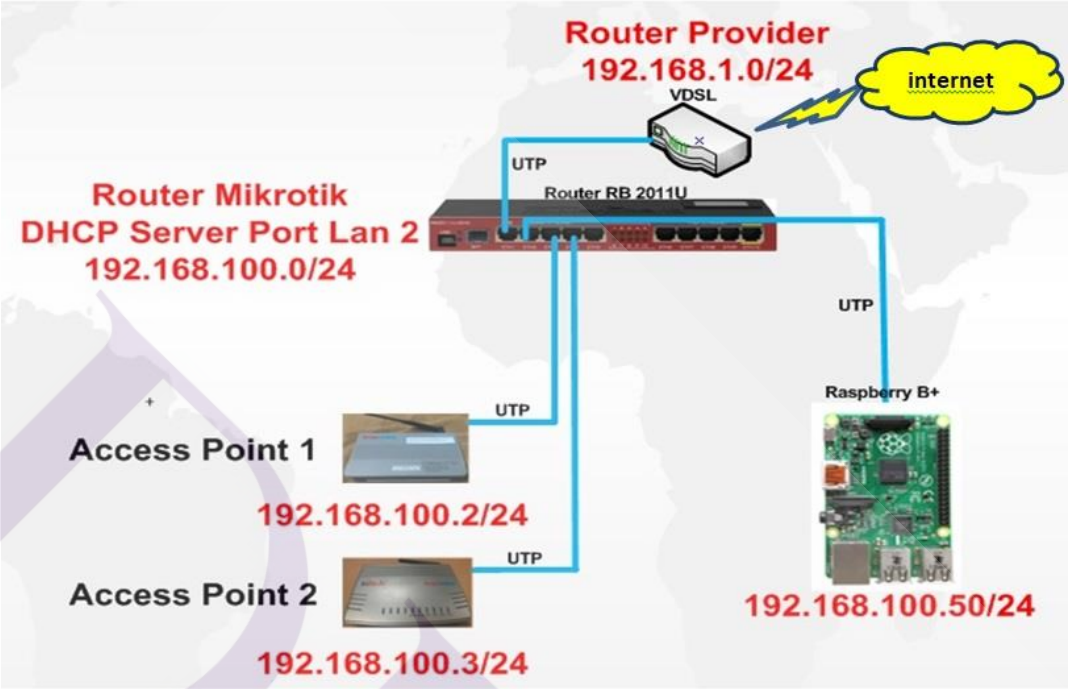
4.1. การออกแบบการเชื่อมต่อของระบบที่ใช้ในการทดสอบ

การออกแบบ IP address ที่ใช้ในการทดสอบได้ทำการตั้งค่าที่ Router Mkrotik ดังภาพที่ 4.1 ก ดังนี้

กำหนดให้ Interface Port 1 เป็น client server ที่รับ IP มาจาก Router Provider วง 192.168.1.0/24

Interface Port 2 เป็น DHCP Server ที่คอยแจก IP วง 192.168.100.0/24

- อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 1 ใช้ IP 192.168.100.2/24
- อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 2 ใช้ IP 192.168.100.3/24
- บอร์ด Raspberry pi ใช้ IP 192.168.100.50/24



ภาพที่ 4.1 ก รูปแบบการเชื่อมต่อ และหมายเลข IP ที่ใช้ในระบบ

- การเชื่อมต่อของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 4.1 ข ดังนี้

หมายเลข 1 อะแดปเตอร์จ่ายไฟของอุปกรณ์ อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 1

หมายเลข 2 อะแดปเตอร์จ่ายไฟของอุปกรณ์ อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 2

หมายเลข 3 สาย LAN ที่เชื่อมต่อมาจาก Router Provider

หมายเลข 4 สาย LANที่เชื่อมต่อไปยังบอร์ด Raspberry pi

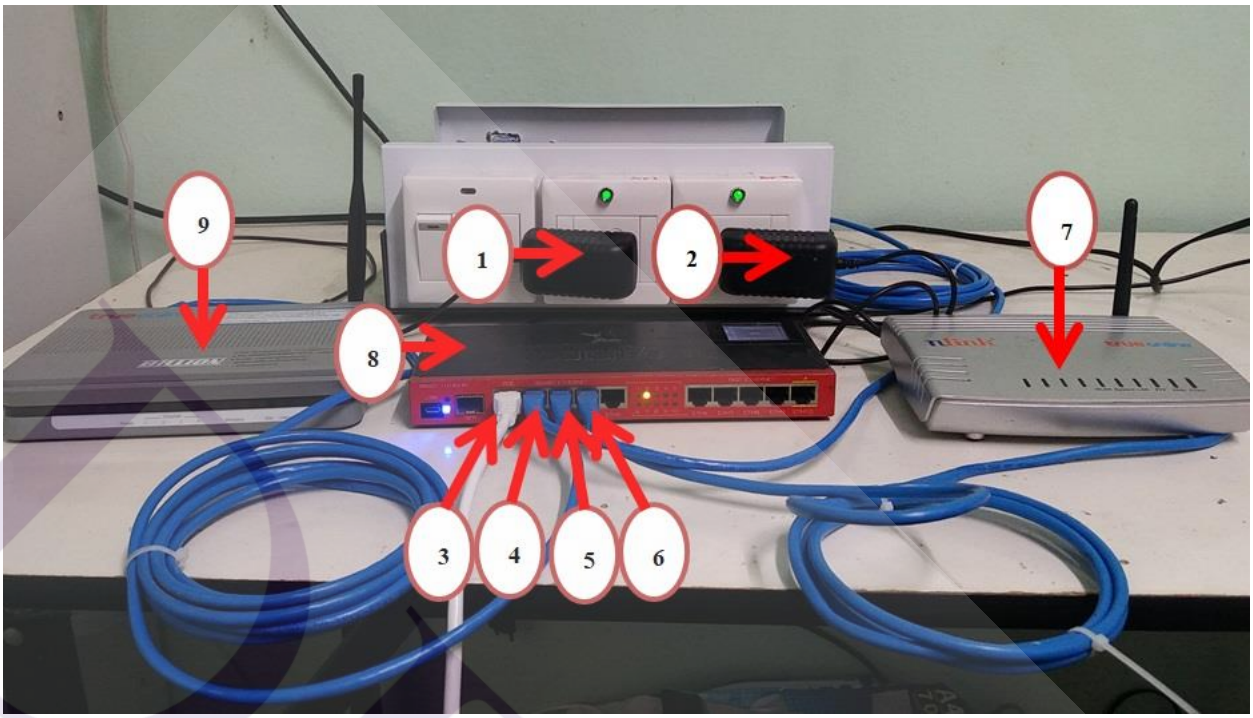
หมายเลข 5 สาย LAN ที่เชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 1

หมายเลข 6 สาย LAN ที่เชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 2

หมายเลข 7 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 1 ยี่ห้อ Nlink

หมายเลข 8 อุปกรณ์ Router ยี่ห้อ Mikrotik

หมายเลข 9 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 2 ยี่ห้อ Billion



ภาพที่ 4.1 ข รูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.2 ทดสอบการไม่ตอบสนองของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ด้วยการดึงสาย LAN

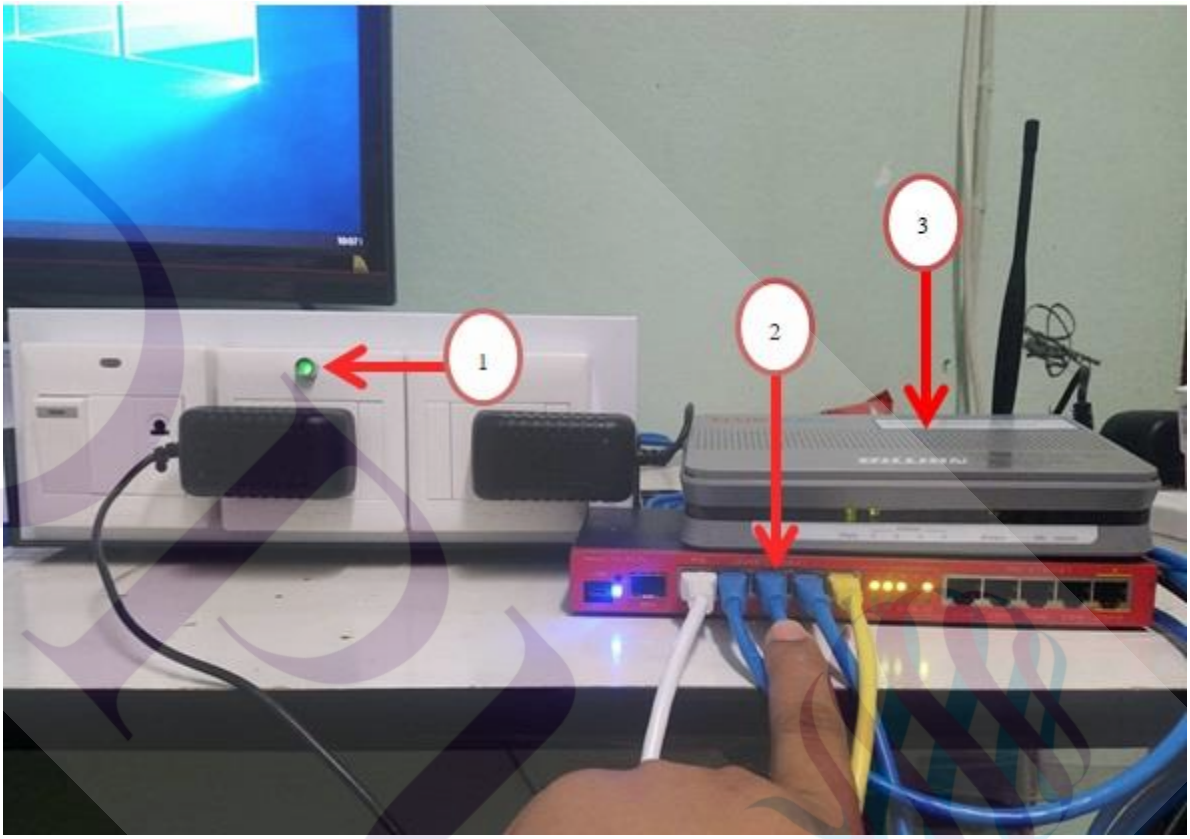
4.2.1 สถานะต่างๆก่อนที่จะทำการทดลองในสภาวะปกติ

โดยผู้วิจัยจะทำการจำลองสถานการณ์เพื่อไม่ให้อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ให้บริการอินเทอร์เน็ตได้โดยการดึงสาย LAN ของอุปกรณ์ กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 1 ที่ใช้ IP 192.168.100.2/24 ในขณะที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตอยู่ ซึ่งผู้วิจัยจะทดลองเฉพาะอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 1 เท่านั้นเพราะว่าหลักการทำงานของโปรแกรมจะเหมือนกับอุปกรณ์ กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 2 โดยสถานะต่างๆ ในสภาวะที่ตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ให้บริการได้แสดงดังรูปที่ 4.3

หมายเลข 1 ไฟ LED สีเขียวติดค้างแสดงว่ามีไฟจ่ายออกมาที่เต้ารับ แต่ถ้าหากไฟ LED สีเขียวดับแสดงว่าไม่มีไฟจ่ายออกมาที่เต้ารับ

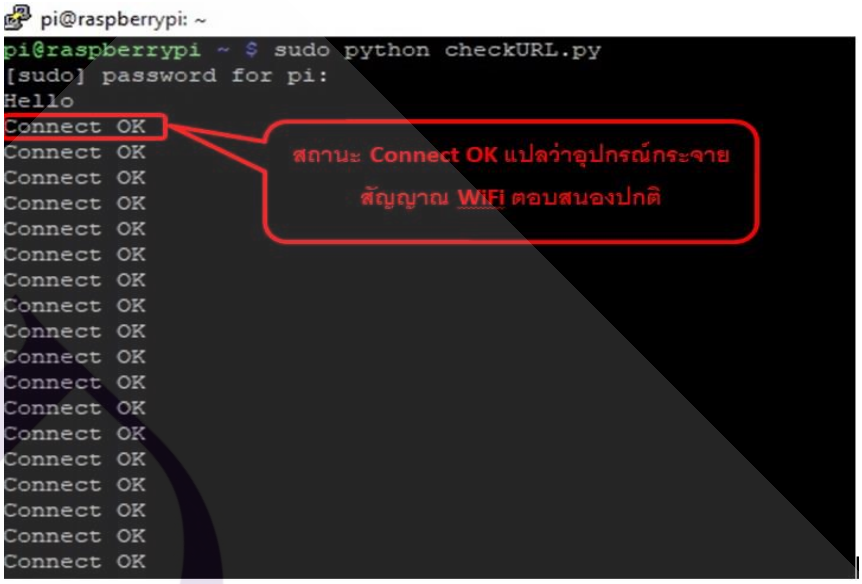
หมายเลข 2 สายแลนที่เชื่อมไปยังอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 1 เสียบใช้งานปกติ

หมายเลข 3 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 1 ที่ใช้ IP 192.168.100.2/24 มีไฟเข้าทำงานในสภาวะปกติ

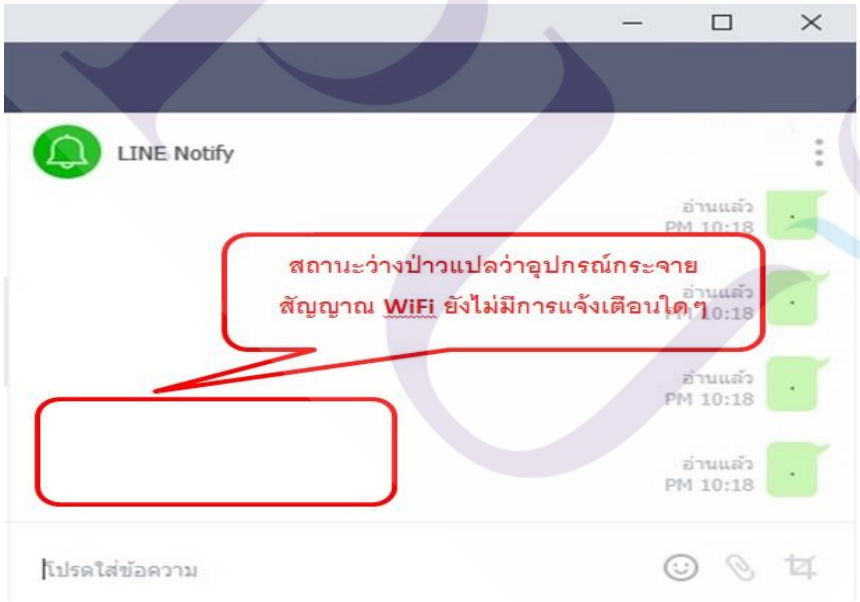


ภาพที่ 4.2 แสดงสถานะต่างๆที่อุปกรณ์ทำงานในสภาวะปกติ

ในส่วนของการดูสถานะของโปรแกรมที่ถูกเขียนไว้ที่บอร์ด Raspberry pi หากหลังจากเริ่มการทำงานของโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษา Python ถูกกำหนดไว้ให้ในสภาวะปกติ ในทุกๆ 12 วินาที จะมีการ requests URL ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi หากตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ทำงานในสภาวะปกติในส่วนของโปรแกรมจะแสดงสถานะ Connect OK จากการที่ Telnet ไปที่ IP address ของบอร์ด Raspberry Pi ดังภาพที่ 4.4 และจะยังไม่มีการแจ้งเตือนการส่งข้อความสั้นผ่าน Application Line ดังรูปที่ 4.5



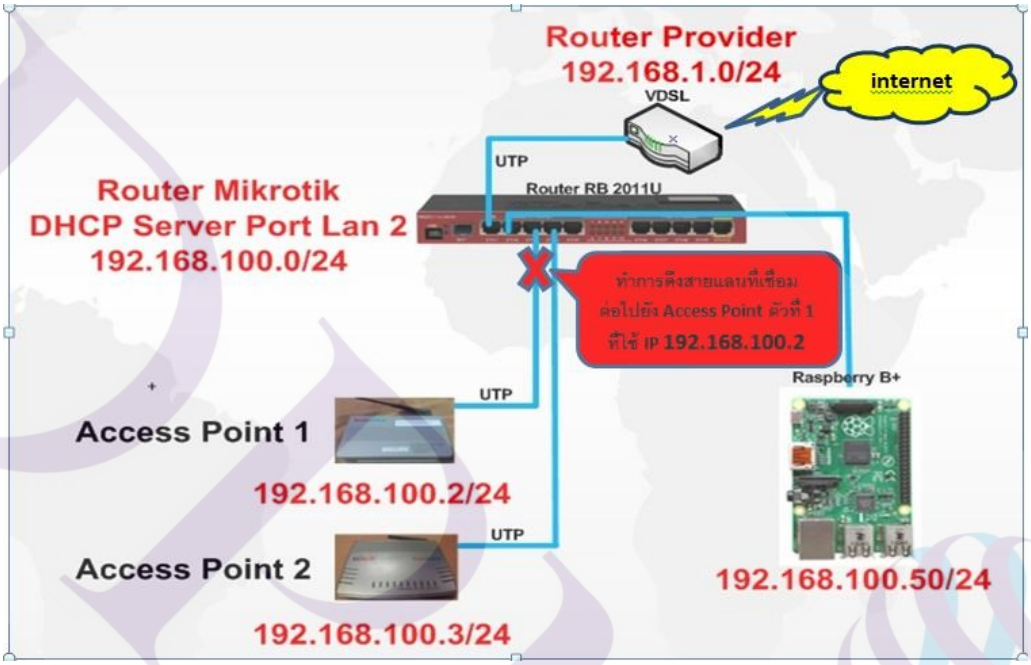
ภาพที่ 4.3 แสดงสถานะในโปรแกรมจากการ Telnet ไปที่บอร์ด Raspberri piในสภาวะที่อุปกรณ์ทำงานปกติ



ภาพที่ 4.4 แสดงสถานะยังไม่มีการแจ้งเตือนผ่าน Appplication Line

4.2.2 สถานะต่างๆ หลังจากที่ทำการทดลองด้วยการดึงสาย LAN

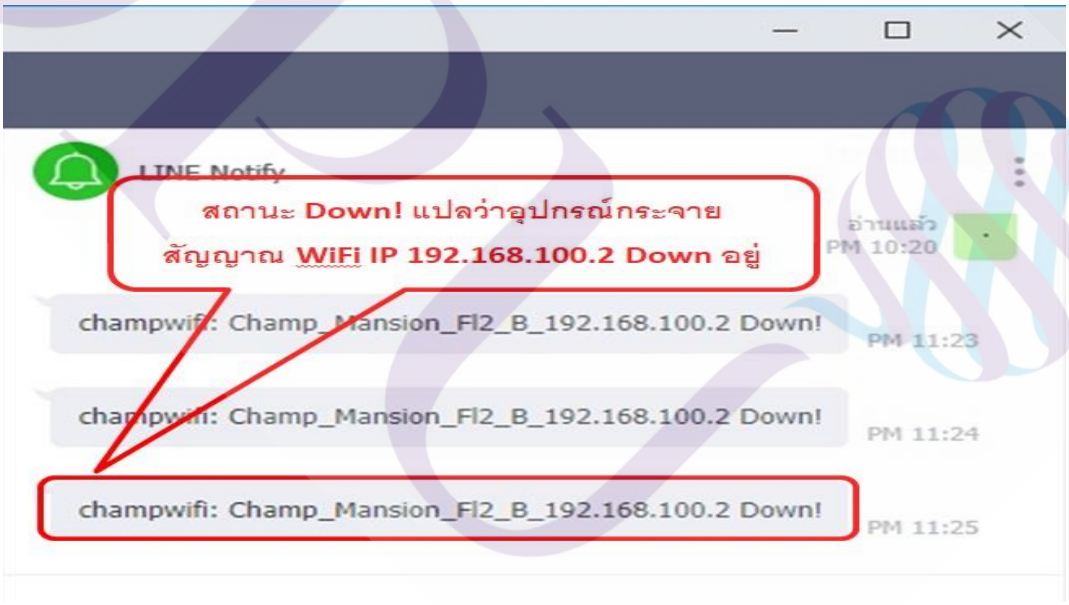
ผู้วิจัยได้ทำการดึงสาย LAN ที่เชื่อมต่อไปของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 1 ที่ใช้ IP 192.168.100.2 เพื่อเป็นการจำลอง สถานการณ์ในสภาวะที่อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถให้บริการอินเทอร์เน็ตได้ ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.5 แสดงการทดสอบด้วยดึงสายแลนที่เชื่อต่อไปยังอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ตัวที่ 1

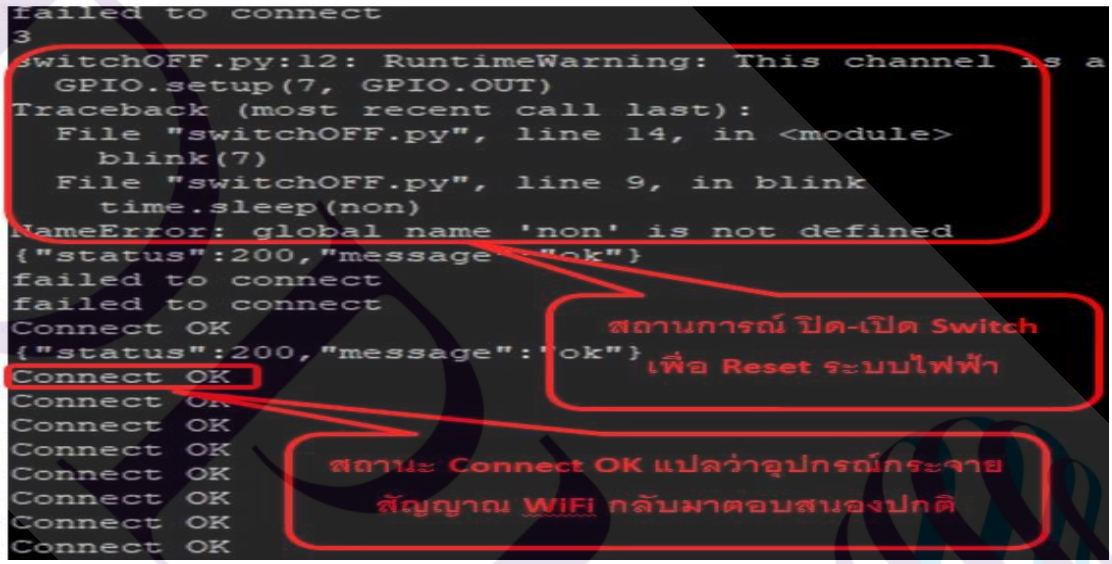
ในส่วนของการดูสถานะของโปรแกรมที่ถูกเขียนไว้ที่บอร์ด Raspberry pi หากหลังจากเริ่มการทำงานของโปรแกรมในสภาวะที่ไม่ปกติ ในทุกๆ 12 วินาที จะมีการ requests URL ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi หากตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถทำงานในสภาวะปกติได้ ในส่วนของโปรแกรมจะแสดงสถานะ failed to connect จากการที่ Telnet ไปที่ IP address ของบอร์ด Raspberry Pi ดังภาพที่ 4.7 และจะมีการแจ้งเตือนการส่งข้อความสั่นผ่าน Application Line ดังรูปที่ 4.8 ว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi IP 192.168.100.2 ไม่สามารถให้บริการได้

ภาพที่ 4.6 แสดงสถานะในโปรแกรมในสภาวะที่อุปกรณ์ทำงานไม่ปกติ

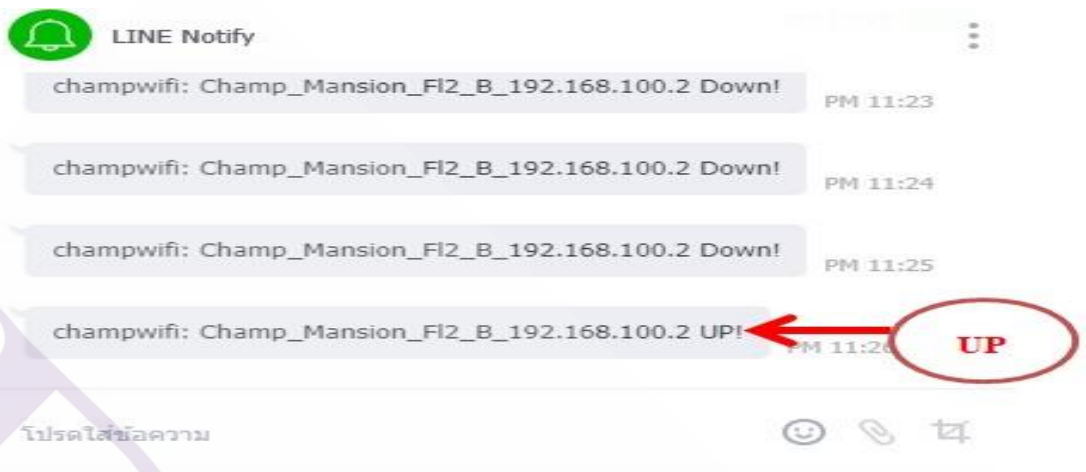


ภาพที่ 4.7 แสดงสถานะการแจ้งเตือนผ่าน Appplication Line ว่าอุปกรณ์อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi Down

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการดึงสายแลนออกแล้วพบว่าโปรแกรมที่เขียนไว้ในบอร์ด raspberry pi ทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ ผู้วิจัยจึงเสียบสายแลนเข้าที่เดิมหลังจากที่อุปกรณ์ได้ทำการ reset ไฟเรียบร้อยแล้วตัวโปรแกรมจะกลับมาแสดงสถานะ Connect OK ตามเดิมถ้าหากอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi สามารถกลับมาให้บริการได้จากการที่ Telnet ไปที่ IP address ของบอร์ด Raspberry Pi ดังภาพที่ 4.9 และจะมีการแจ้งเตือนการส่งข้อความสั่นผ่าน Application Line อีกครั้งเมื่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi สามารถกลับมาให้บริการได้ ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.8 แสดงสถานะในโปรแกรมในสภาวะที่หลังจาก Reset แล้วกลับมาทำงานปกติ



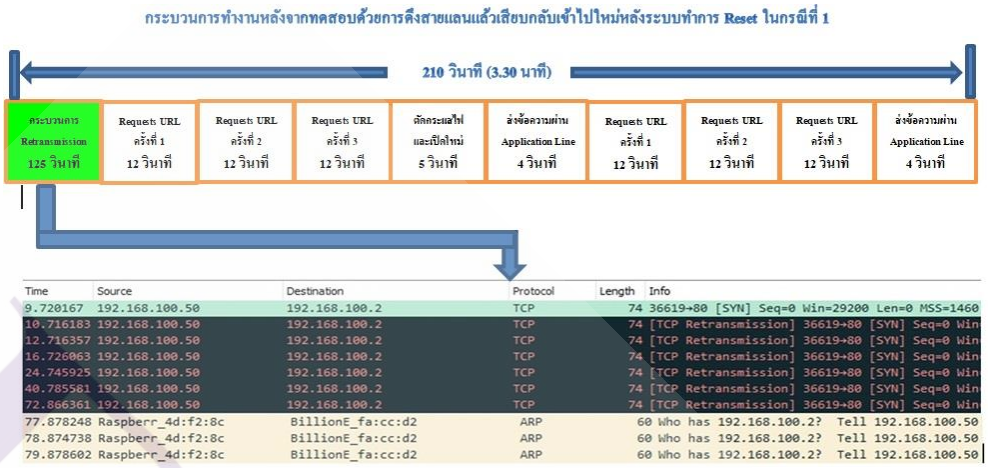
ภาพที่ 4.9 แสดงสถานะการแจ้งเตือนผ่าน Application Line ว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi Up

จากภาพที่ 4.3 – ภาพที่ 4.10 เป็นการทดสอบด้วยการดึงสายแลนเพื่อเป็นการจำลองสถานการณ์ในสภาวะที่อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่สามารถให้บริการอินเทอร์เน็ต และเมื่อระบบตรวจเจอความผิดปกติได้ทำการ Reset อัตโนมัติ ระบบจึงสามารถกลับมาใช้งานได้ปกติ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการจับเวลากระบวนการทั้งหมดใช้เวลา 150 วินาที

4.3 ผลการทดลอง

โดยผู้วิจัยทำการทดสอบด้วยการดึงสายแลนที่เชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi เพื่อจำลองสถานการณ์ไม่ให้อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ให้บริการอินเทอร์เน็ตได้และหลังจากระบบ Reset ระบบไฟฟ้า ผู้วิจัยเสียบสาย LAN กลับที่เดิม จำนวนทั้งหมด 100 ครั้ง ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้จะแบ่งเป็น 3 กรณี โดยจะมีค่าเวลาของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi สามารถกลับมาให้บริการภายใน 210 วินาที , 150 วินาที และ 118 วินาทีดังนี้

4.3.1 กรณีที่ 1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi สามารถกลับมาให้บริการภายใน 210 วินาที (3.30 นาที) ซึ่งภายใน 210 วินาที จะใช้กระบวนการ Retransmission 125 วินาที ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.10 กระบวนการ Retransmission ที่ใช้โปรแกรม Wireshark Filter

ผลการทดลองในกรณีที่ 1 จากการทดลองด้วยการดึงสายแลนจะเห็นได้ว่าหลังจากดึงสายแลนแล้วตัวระบบจะมีการ Retransmission อัตโนมัติก่อนที่จะมีการ Request URL ครั้งที่ 1 ตามที่ผู้วิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมไว้ ซึ่งกระบวนการ Retransmission ดังกล่าวจะใช้เวลาทั้งหมด 125 วินาทีโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบจะสร้าง SYN ใหม่ขึ้นมาหลังจากดึงสายแลนทันทีโดยใช้โปโตคอล TCP จำนวน 1 ครั้งซึ่งจะใช้เวลา 1 วินาที

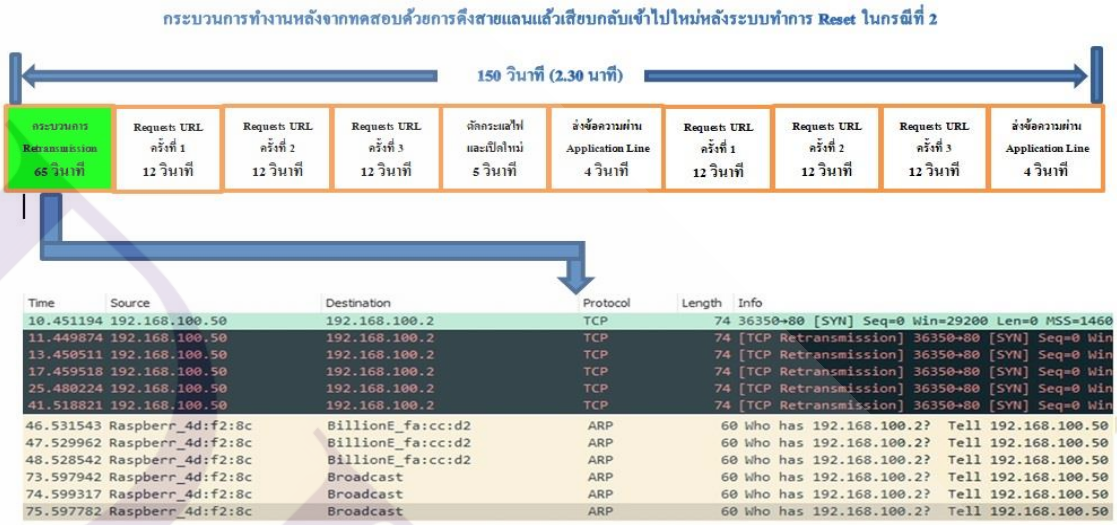
2. ระบบจะทำการ Retransmission ไปยัง IP Aadress ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi โดยใช้โปโตคอล TCP จำนวนทั้งหมด 6 ครั้ง ซึ่งจะใช้เวลา 62 วินาที เริ่ม Process ต่อไปในวินาทีที่ 67

3. ระบบจะเรียกโปรแกรม ARP เพื่อหา Host หรือ Mac Address ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ที่ใช้ IP 192.168.100.2 จำนวน 3 ครั้ง ใช้เวลา 3 วินาที

4 ระบบจะยังไม่มีการส่ง Packet ใดๆ จบ Process การ Retransmission ในวินาทีที่ 125 จึงจะมีการ Request URL ครั้งที่ 1 ตามที่ผู้วิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมไว้

สามารถสรุปได้ว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi สามารถกลับมาให้บริการภายในระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที ตามที่ผู้วิจัยได้ตั้งขอบเขตไว้ ซึ่งผลการทดลองในกรณีที่ 1 จะใช้เวลาภายใน 210 วินาที (3.30 นาที)

4.3.2 กรณีที่ 2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi สามารถกลับมาให้บริการภายใน150 วินาที (2.30 นาที) ซึ่งภายใน 150 วินาที จะใช้กระบวนการ Retransmission 65 วินาที ดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.11 กระบวนการ Retranmission ที่ใช้โปรแกรม Wireshark Filter

ผลการทดลองในกรณีที่ 2 จากการทดลองด้วยการดึงสาย LAN จะเห็นได้ว่าหลังจากทำการดึงสายแลนแล้วตัวระบบจะมีการ Retransmission อัตโนมัติก่อนที่จะมีการ Request URL ครั้งที่ 1 ตามที่ผู้วิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมไว้ ซึ่งกระบวนการ Retransmission ดังกล่าวจะใช้เวลาทั้งหมด 65 วินาที โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบจะสร้าง SYN ใหม่ขึ้นมาหลังจากดึงสายแลนทันทีโดยใช้โปโตคอล TCP จำนวน 1 ครั้งซึ่งจะใช้เวลา 1 วินาที

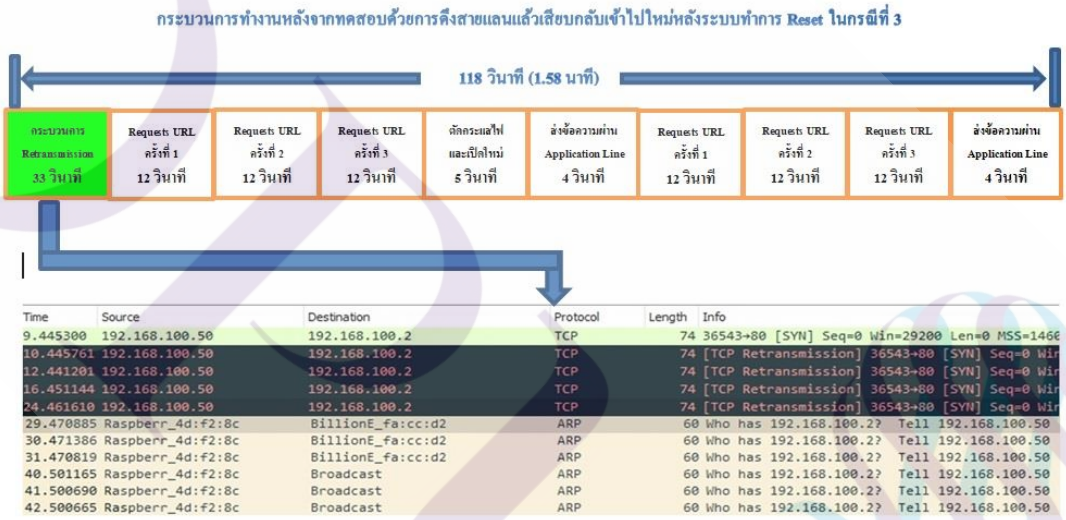
2. ระบบจะทำการ Retransmission ไปยัง IP Aadress ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi โดยใช้โปโตคอล TCP จำนวนทั้งหมด 5 ครั้ง ซึ่งจะใช้เวลา 30 วินาที และเริ่ม Process ต่อไปในวินาทีที่ 36

3. ระบบจะเรียกโปรแกรม ARP เพื่อหา Host หรือ Mac Address ของอุปกรณ์ Access Point ที่ใช้ IP 192.168.100.2 จำนวน 3 ครั้ง ใช้เวลา 3 วินาที และเริ่ม Process ต่อไปในวินาทีที่ 62

4. ระบบจะเรียกโปรแกรม ARP เพื่อ Broadcast หา Host หรือ Mac Address ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ที่ใช้ IP 192.168.100.2 จำนวน 3 ครั้ง ใช้เวลา 3 วินาที จบ Process การ Retransmission ในวินาทีที่65 จึงจะมีการ Request URL ครั้งที่ 1 ตามที่ผู้วิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมไว้

สามารถสรุปได้ว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi สามารถกลับมาให้บริการภายในระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที ตามที่ผู้วิจัยได้ตั้งขอบเขตไว้ ซึ่งผลการทดลองในกรณีที่ 2 จะใช้เวลาภายใน 150 วินาที (2.30 นาที)

4.3.3 กรณีที่ 3 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi สามารถกลับมาให้บริการภายใน118 วินาที (1.58 นาที) ซึ่งภายใน 118 วินาที จะใช้กระบวนการ Retransmission 33 วินาที ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.12 กระบวนการ Retranmission ที่ใช้โปรแกรม Wireshark Filter

ผลการทดลองในกรณีที่ 3 จากการทดลองด้วยการดึงสาย LAN จะเห็นได้ว่าหลังจากทำการดึงสาย LAN แล้วตัวระบบจะมีการ Retransmission อัตโนมัติก่อนที่จะมีการ Request URL ครั้งที่ 1 ตามที่ผู้วิจัยได้เขียนโปรแกรมไว้ ซึ่งกระบวนการ Retransmission ดังกล่าวจะใช้เวลาทั้งหมด 33 วินาที โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบจะสร้าง SYN ใหม่ขึ้นมาหลังจากดึงสาย LAN ทันทีโดยใช้โปโตคอล TCP จำนวน 1 ครั้งซึ่งจะใช้เวลา 1 วินาที

2. ระบบจะทำการ Retransmission ไปยัง IP Address ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi โดยใช้โปโตคอล TCP จำนวนทั้งหมด 4 ครั้ง ซึ่งจะใช้เวลา 15 วินาที และเริ่ม Process ต่อไปในวินาทีที่ 17

3. ระบบจะเรียกโปรแกรม ARP เพื่อหา Host หรือ Mac Address ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ที่ใช้ IP 192.168.100.2 จำนวน 3 ครั้ง ใช้เวลา 3 วินาที และเริ่ม Process ต่อไปในวินาทีที่ 30

4. ระบบจะเรียกโปรแกรม ARP เพื่อ Broadcast หา Host หรือ Mac Address ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ที่ใช้ IP 192.168.100.2 จำนวน 3 ครั้ง ใช้เวลา 3 วินาที จบ Process การ Retransmission ในวินาทีที่33 จึงจะมีการ Request URL ครั้งที่ 1 ตามที่ผู้วิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมไว้

สามารถสรุปได้ว่าอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi สามารถกลับมาให้บริการภายในระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที ตามที่ผู้วิจัยได้ตั้งขอบเขตไว้ ซึ่งผลการทดลองในกรณีที่ 3 จะใช้เวลาภายใน 118 วินาที (1.58 นาที)

จากการทดสอบระบบจำนวน 100 ครั้ง สรุปทั้ง 3 กรณี ได้ดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปผลการทดสอบจำนวน 100 ครั้ง

กรณีที่	**จำนวนครั้ง**	**จำนวน %**
กรณีที่ 1 ใช้กระบวนการ Retransmission 125 วินาที	**5**	**5**
กรณีที่ 2 ใช้กระบวนการ Retransmission 65 วินาที	**51**	**51**
กรณีที่ 3 ใช้กระบวนการ Retransmission 33วินาที	**45**	**45**

4.4 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมดจำนวน 100 ครั้ง สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการดำเนินงานในภาพรวม

หัวข้อการทดสอบ	**จำนวนครั้ง**	**จำนวน %**
1. ระบบตรวจเจออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ไม่ตอบสนอง	**100**	**100**
2. ส่งข้อความสั้นผ่าน Application Line แจ้งระบบ Down	**100**	**100**
3. ระบบ Reset ไฟฟ้า	**100**	**100**
4. ระบบตรวจเจออุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi กลับมาทำงานในสภาวะปกติ	**100**	**100**
5. ส่งข้อความสั้นผ่าน Application Line แจ้งระบบ Up	**100**	**100**

สรุปผลการทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสาเหตุในการแก้ไขปัญหาที่ล่าช้าในกรณีที่อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFiไม่สามารถให้บริการได้ ตามที่พักอาศัยต่างๆ หรือตามจุดการให้บริการ WiFi เขตพื้นที่ต่างๆ ได้ออกแบบระบบสนับสนุนการ Reset อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ในจุดให้บริการย่อย ซึ่งจะช่วยลดภาระหน้าที่ของผู้ดูแลระบบที่จะต้องเดินทางเข้าไป Reset ด้วยตัวเอง ซึ่งเป้าหมายของการออกแบบการทดสอบในงานวิจัยนี้เพื่อทดสอบว่าระบบจะสามารถกลับมาให้บริการภายในระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที ตามที่ได้กำหนดไวในขอบเขตของงานวิจัย

ซึ่งจากการทำสอบระบบจำนวน 100 ครั้ง ระบบที่ออกแบบและพัฒนาสามารถทำงานได้ครบถ้วนสมบูรณ์โดยใช้เวลาไม่เกิน 5 นาทีตามขอบเขตของงานวิจัยที่ตั้งไว้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองในบทที่ 4 ระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติสามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการแก้ปัญหาจุดกระจายสัญญาณ WiFi อัตโนมัติให้เป็นแบบอัตโนมัติในกรณีที่อุปกรณ์กระจายสัญญาน WiFi ไม่สามารถตอบสนองได้ (ไม่รวมในกรณีความเสียหายของ Hardware อุปกรณ์กระจายสัญญาณ) ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักได้แก่ บอร์ด Raspberry Pi, อุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi ,และโซลิทเสตทรีเลย์ โดยติดตั้งลงในกล่องเอนกประสงค์ เพื่อให้นำไปใช้งานได้อย่างสะดวก ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาซอฟแวร์โดยใช้ภาษา Python ในการตรวจจับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi โดยจะมีการทำงานอยู่ด้วยกัน 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนตัวอุปกรณ์ ได้แก่ โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อรับการแจ้งเตือนผ่าน Application Line หากมีการ Reset ระบบเกิดขึ้น ส่วนที่2 ได้แก่ ระบบเครือข่ายที่ใช้ Router เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับบอร์ด Raspberry Pi เป็นตัวควบคุม และในส่วนที่ 3 ได้แก่ วงจร Solid State Relay ที่คอยรับคำสั่งจากบอร์ด Raspberry Pi และบอร์ด Raspberry Pi ทำการตรวจสอบความผิดปกติของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ WiFi โดยทั้งสามส่วนจะทำงานร่วมกันอย่างอัตโนมัติ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

- ใช้บอร์ด Raspberry Pi เป็นตัวประมวลผลและควบคุมสั่งการ
- ใช้ภาษา Python ในการเขียนพัฒนาโปรแกรม ในการตรวจจับการไม่ตอบสนองของอุปกรณ์กระจาย WiFi
- ระบบสามารถกลับมาทำงานในสภาวะปกติหลังจากระบบตรวจจับเหตุผิดปกติภายในระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที (300 วินาที)
- มีการแจ้งเตือนโดยการส่งข้อความสั้นผ่าน Application Line หากมีการตรวจพบเหตุผิดปกติหรือแก้ไขเหตุผิดปกติ

ระบบที่พัฒนาจะช่วยลดภาระหน้าที่ของผู้ดูแลระบบ ในการเดินเข้าไปในพื้นที่ในแต่ละอาคารที่บริเวณไซด์งานเพียงแค่ Reset ระบบอย่างเดียว โดยผู้ดูแลระบบ สามารถรับการแจ้งเตือนของระบบผ่าน Application LINE รวมไปถึงผู้ใช้งานสามารถกลับมาใช้งานบริการ WiFi Hotspot ได้รวดเร็วยิ่งขึ้นภายในระยะเวลาไม่เกิน 5 นาทีตามที่ได้ตั้งขอบเขตไว้ เพราะว่าระบบสามารถ Reset ได้เอง Automatic โดยไม่ต้องอาศัยผู้ดูแลระบบ

5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ออกแบบการใช้งานสามารถรองรับ Access Point ได้ 2 ตัว

2. ถ้าหากอุปกรณ์กระจายสัญญาน WiFi ไม่สามารถตอบสนองได้ ภายในระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที ระบบจะถูก Reset และสามารถกลับมาใช้งานได้ แต่ไม่สามารถระบุเวลาที่แน่ชัด ขึ้นอยู่กับกระบวนการ Retransmission

3. ยังไม่สามารถรองรับเทคโนโลยี PoE (Power Over Ethernet) ได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ระบบสามารถนำไปพัฒนาให้รองรับการใช้งานอุปกรณ์ Access point มากกว่า 2 ตัวได้

2. ต้องใช้การวิเคราะห์ Packet ข้อมูลให้ละเอียดขึ้นเพื่อหาสาเหตุของกระบวนการ Retransmission ที่มีการ Delay ในแต่ล่ะกรณีที่เกิดขึ้น

3.สามารถนำไปพัฒนาให้ดูสถานะแบบ Real Time ผ่าน Application ได้

4. นำไปพัฒนาให้ใช้เทคโนโลยี PoE (Power Over Ethernet) ได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กระบวนการ Retransmission ในโปรโตคอล TCP. (22 มกราคม 2562). สืบค้นจาก https://www.tci-thaijo.org/index.php/sdust/article/download/177896/126582/

บอร์ด Raspberry Pi 512MB Model B+.(2 มกราคม 2562). สืบค้นจาก https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/พรีวิว-raspberry-pi-512mb-model-b-ปรับปรุงใหม่ล่าสุด-ต่างจากรุ่นเดิมอย่างไร-by-thaieasyelec.html

ภาษา Python. (10 มกราคม 2562). สืบค้นจาก http://marcuscode.com/lang/python/introduction

ระบบบ้านอัตโนมัติต้นทุนต่ำโดยใช้ Android , Raspberry Pi และ Arduino ส่งข้อมูลโดยใช้การเขียนโปรแกรมแบบซ็อกเก็ตและเอฟซีเอ็ม กรณีศึกษา ระบบดูแลสัตว์เลี้ยงผ่านอินเทอร์เน็ต. (19 มีนาคม 2561). สืบค้นจาก https://www.tcithaijo.org/index.php/-vrurdistjournal/article/download/143394/106144/

ส่งข้อความสั้นผ่าน Application Line. (25 เมษายน 2561). สืบค้นจาก https://github.com/mrolarik/-simple-iot/wiki/B2-Python/

หลักการทำงานของโซลิตสเตทรีเลย์. (5 มกราคม 2562). สืบค้นจาก https://mall.factomart.com/-structure-and-principle-of-solid-state-relay/

ภาษาต่างประเทศ

Automatic Alert and Reset Switch Via Network On PABX. (8 มีนาคม 2561). สืบค้นจาก http://www.msit.mut.ac.th/thesis/Thesis_2557/38%8C.pdf /

Electric control systems via the internet network. (11 มีนาคม 2561). สืบค้นจาก http://203.209.55.184/newweb/thesis/Thesis_2558.pdf

Hyper Text Transfer Protocol. (25 มกราคม 2562). สืบค้นจาก http://staff.cs.psu.ac.th/noi/cs344-481/group11_Http/HTTP.htm/

Wireshark. (28 มกราคม 2562). สืบค้นจาก https://www.ez-genius.com/index.php/wireshark-content/

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งาน Raspberry PI 3 Model B +

เริ่มต้นการใช้งาน Raspberry PI 3 Model B

อุปกรณ์ที่ต้องใช้

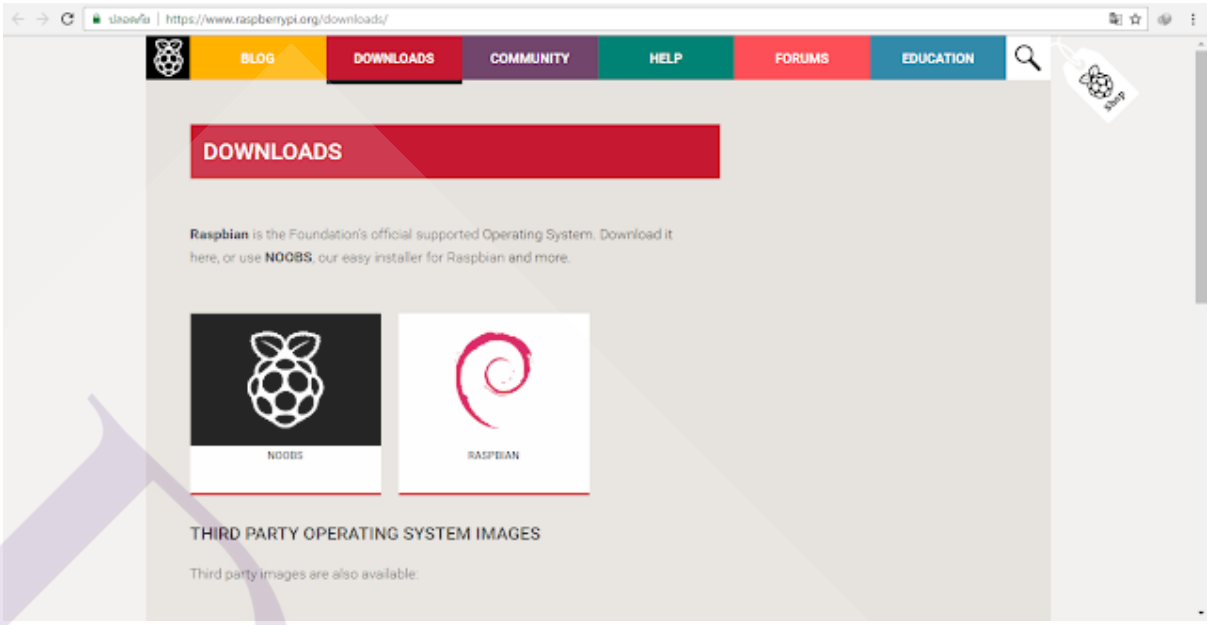
1. บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B
2. Micro SD card ขนาด 8 GB ขึ้นไป ถ้าได้ 16 GB จะดีมากครับ (แนะนำ class 10 นะครับ)
3. สาย Micro USB
4. สาย HDMI
5. หน้าจอแสดงผล (สามารถเชื่อมต่อแบบ HDMI ได้)
6. USB Keyboard และ USB Mouse
7. สาย LAN สำหรับเชื่อมต่อ Internet หรือ USB Wifi
8. คอมพิวเตอร์ + Card Reader

อุปกรณ์เสริมพิเศษ

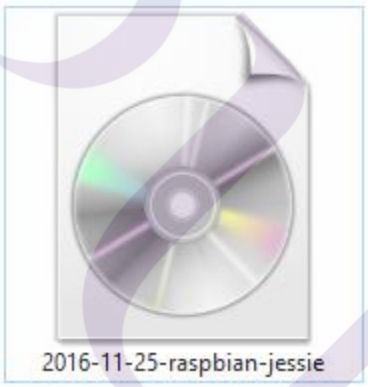
1. Case
2. Heatsink
3. Camera Module

การติดตั้งระบบปฏิบัติการลง MICRO SD CARD

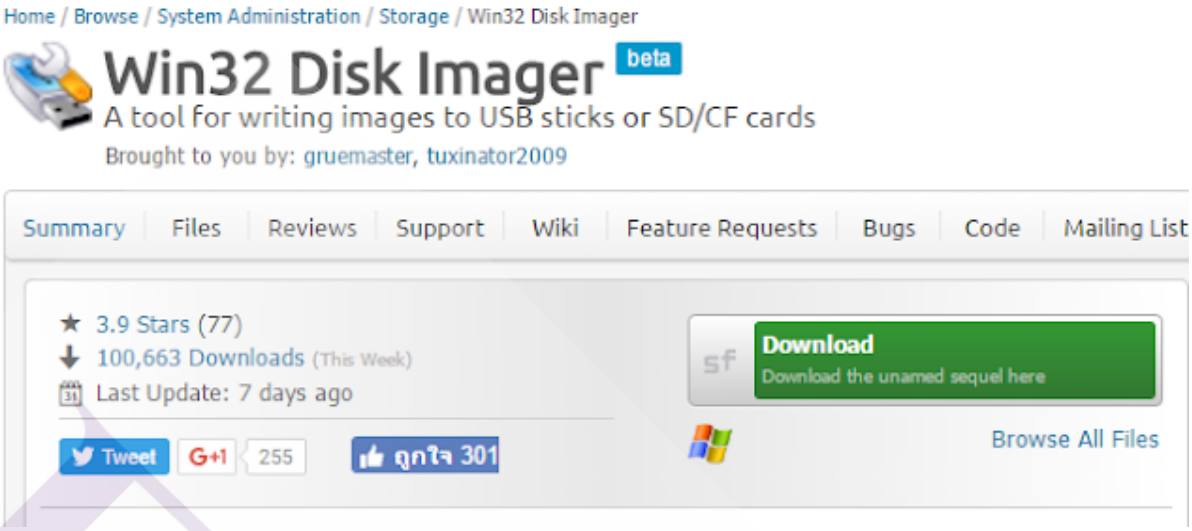
- ขั้นตอนที่ 1 ให้เข้าไปดาวโหลดอิมเมจ OS จาก http://www.raspberrypi.org/downloads/ แล้วเลือก Raspbian



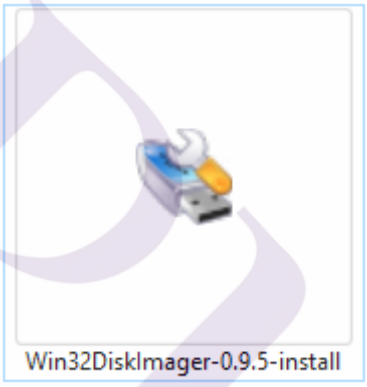
- ขั้นตอนที่ 2 เมื่อเราดาวโหลดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการแตกไฟล์ จะได้ไฟล์อิมเมจ (.img)



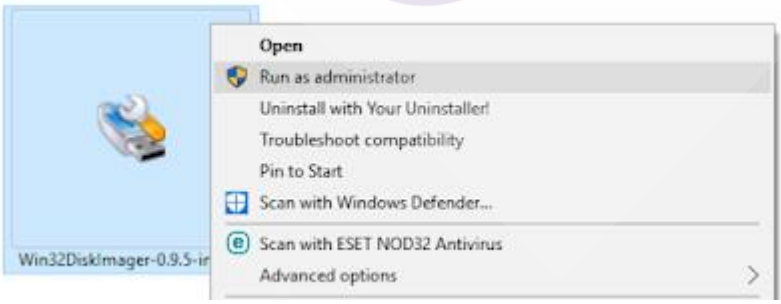
- ขั้นตอนที่ 3 ดาวโหลดโปรแกรม Win32DiskImager ซึ่งมีไว้สำหรับแตกไฟล์ (.img) ลง Micro SD card ที่เราเตรียมเอาไว้ http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/ เมื่อเข้าลิ้งค์มาเรียบร้อยให้กด Download



เมื่อ Download เสร็จเรียบร้อยจะได้ ไฟล์ Win32DiskImage

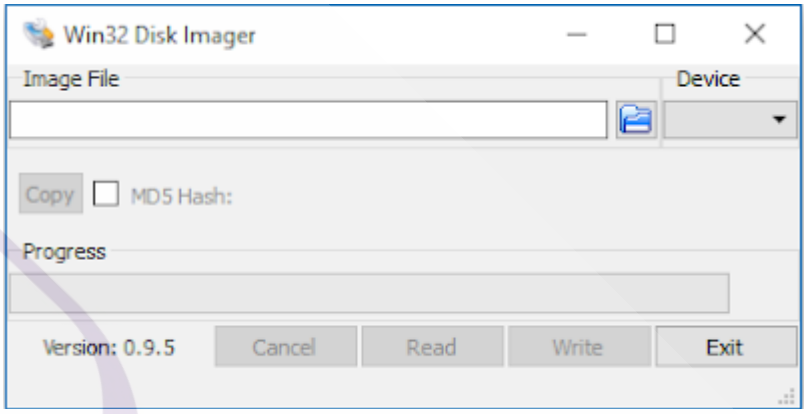


- ขั้นตอนที่ 4 ให้เราติดตั้งโปรแกรม Win32DiskImager โดยการคลิ๊กขวา Run as administrator



***เมื่อติดตั้งโปรแกรม Win32DiskImager เสร็จเรียบร้อยแล้วให้เรา Farmat Micro SD card

- ขั้นตอนที่ 5 ใส่ SD card เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ card reader จากนั้นให้เปิดโปรแกรม Win32 Disk Imager เลือก Deicve เป็นไดรฟ์ของ Micro SD card

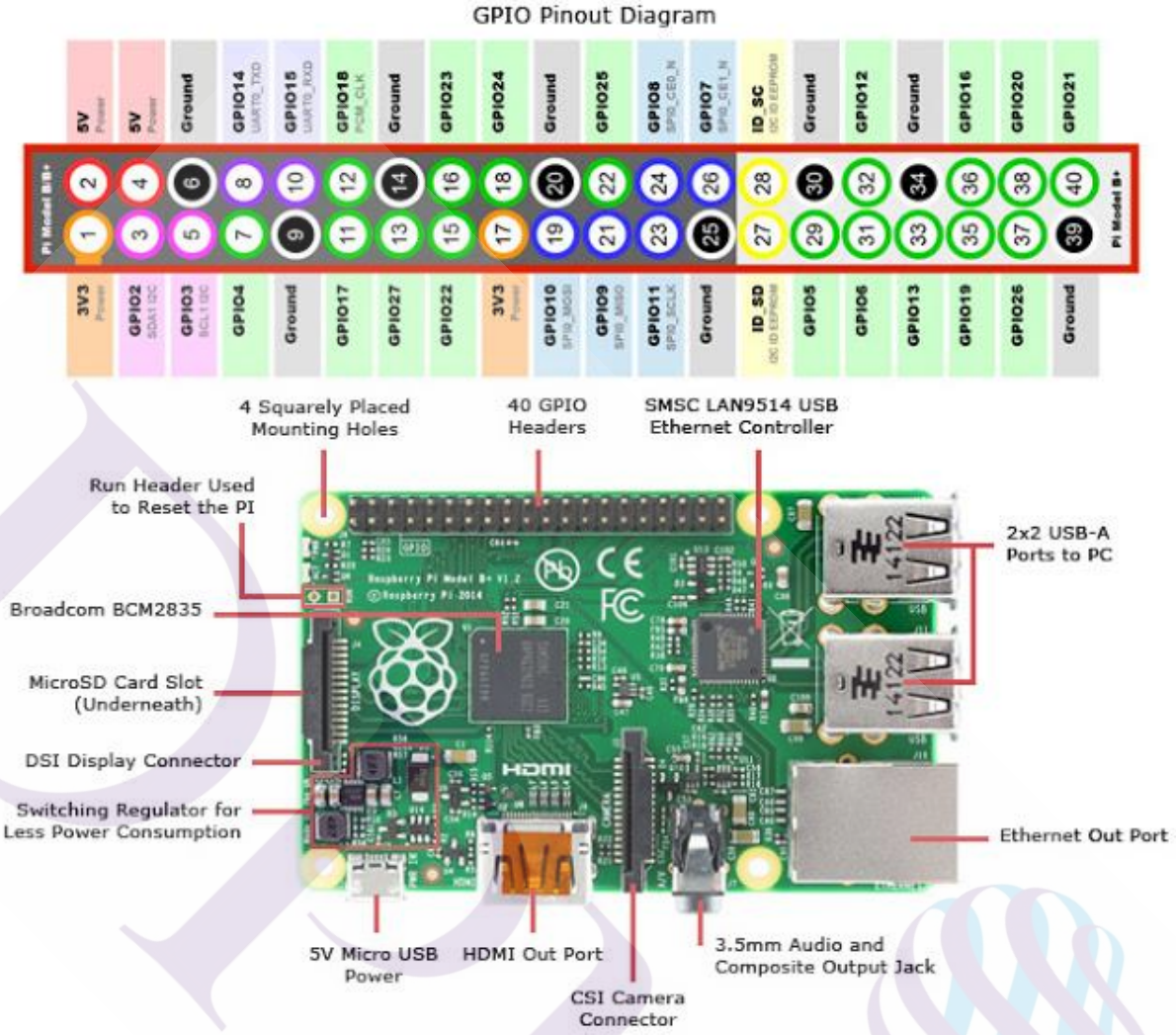


- ขั้นตอนที่ 6 ในช่อง Image File ให้เลือก OS ที่เรา Download ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1
- ขั้นตอนที่ 7 กดปุ่ม Write เพื่อเริ่มติดตั้ง OS ลง Micro SD card จากนั้นจะมีข้อความแจ้งเตือนขึ้นมาให้กด YES เพื่อยืนยัน รอจนกว่าจะมีข้อความแจ้งเตือนว่า Complete Write Successful ให้กด OK

ขั้นตอนที่ 8 เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วให้ถอด Micro SD card ออกจากคอมพิวเตอร์แล้วใส่ไปที่ Raspberry Pi ต่อไป

วิธีการเปิดใช้งาน Raspberry Pi 3 Model B

ก่อนอื่นเราต้องทำความรู้จักกับ Raspberry Pi 3 Model B ก่อนนะครับว่า ในบอร์ดมันประกอบด้วยอะไรบ้าง ดังภาพด้านล่าง นะครับ



ภาพที่ 1 Raspberry Pi 3 Model B

ที่มา: http://www.jameco.com/Jameco/workshop/circuitnotes/raspberry-pi-circuit-note.html

จากนั้นให้เชื่อมอุปกรณ์ที่ต้องใช้

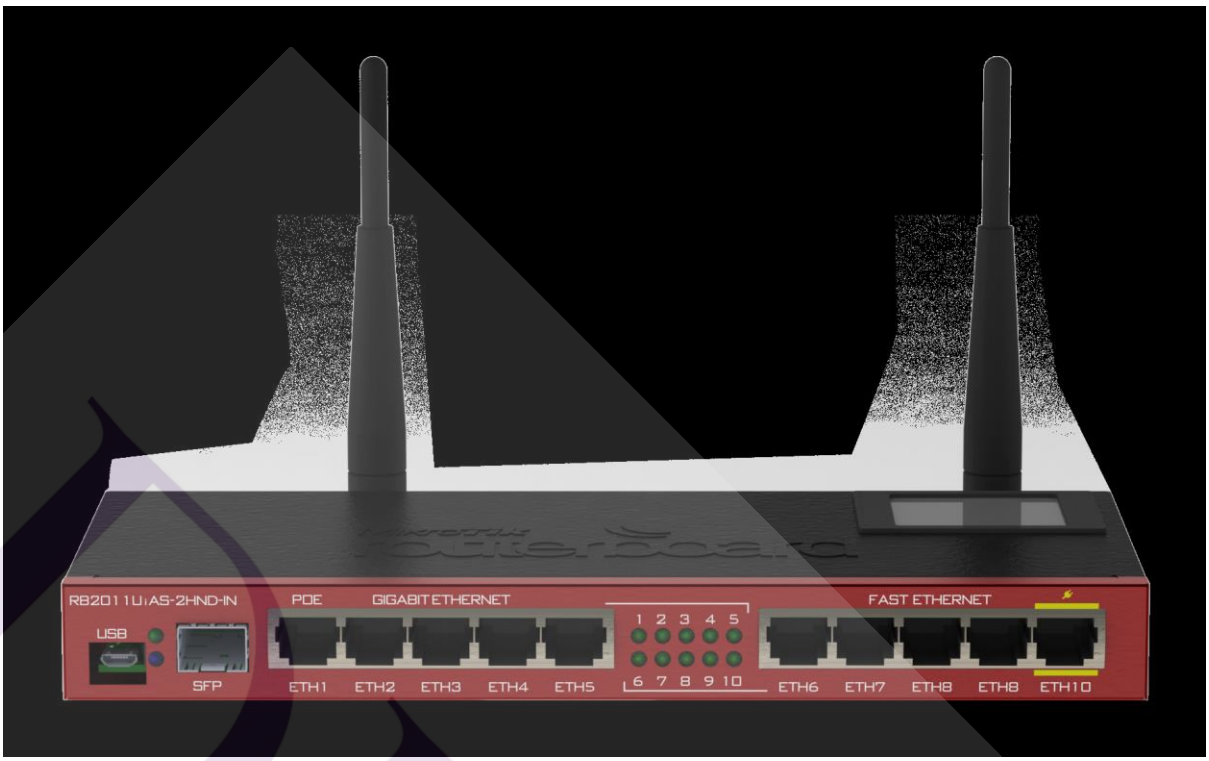
- ขั้นตอนที่ 1 ใส่ Micro SD card ที่เราติดตั้ง OS ไว้เรียบร้อยแล้วใส่ บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B โดยดูภาพที่ 1 ประกอบด้วยนะครับ ว่า Micro SD card ใส่ตรงไหน
- ขั้นตอนที่ 2 ต่อสาย Micro USB กับ 5V Micro USB Power มันคือแหล่งจ่ายไฟให้กับบอร์ด Raspberry Pi 3 Model B โดยมีไฟเลี้ยง 5V นั้นเอง

- ขั้นตอนที่ 3 ต่อสาย HDMI กับ HDMI Out Port มีไว้สำหรับให้แสดงผลที่จอมอนิเตอร์ หรือ จอคอมที่เราเอามาต่อนั้นเอง (ควรเลือกจอที่มี HDMI Port นะครับ ถ้าไม่มี จะต้องมีหัวแปลง HDMI To VGA ก่อน เพราะจอมอนิเตอร์ส่วนใหญ่ มี Port VGA)
- ขั้นตอนที่ 4 ต่อ USB Keyboard และ USB Mouse กับบอร์ด Raspberry Pi 3 Model B (แนะนำให้ใช้ Keyboard/Mouse แบบไร้สาย จะเพิ่มความสะดวกยิ่งขึ้น)
- ขั้นตอนที่ 5 เชื่อมต่อ สาย LAN สำหรับเชื่อมต่อ Internet หรือ USB Wifi

หมายเหตุ เมื่อเราเสียบปลั๊ก บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B จะทำงานทันที

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งาน Router Mikrotik รุ่น RB2011UiAS-2HnD-IN



RB2011UiAS-2HnD-IN

RouterBOARD 2011UiAS-2HnD has most features and interfaces from all our Wireless routers. It's powered by the new Atheros 600MHz 74K MIPS network processor, has 128MB RAM, five Gigabit LAN ports, five Fast Ethernet LAN ports and SFP cage (SFP module not included!). Also, it features powerful (up to 1W!) dual chain 2.4Ghz 802.11bgn wireless, RJ45 serial port, microUSB port and RouterOS L5 license.

RB2011UiAS-2HnD-IN comes with desktop enclosure, two indoor antennas for wireless, power supply and touchscreen LCD panel.

General specifications	
CPU	Atheros AR9344 600MHz
Memory	128MB DDR2 SDRAM onboard memory
Ethernet	Five 10/100 Mbit Fast Ethernet ports with Auto-MDI/X Five 10/100/1000 Mbit Gigabit Ethernet ports with

	Auto-MDI/X
Wireless	Built in 2GHz dual chain 802.11b/g/n wireless device Also includes two 4dBi swivel antennas
Expansion	One fixed Gigabit Ethernet SFP cage (Mini-GBIC; SFP module not included)
Extras	Reset button, Reset jumper, RJ45 serial port, LCD panel, Temperature and Voltage sensors, powered micro-B USB connector, Beeper
Power input	Jack 8-28V DC; PoE: 8-28V DC on Ether1 (Non 802.3af). 11W max consumption
Power output	500mA on Port 10
Dimensions	214 mm x 86 mm, Weight (board with LCD): 233g
Operating System	MikroTik RouterOS, L5 license
Package includes	RB2011, power supply, USB cable

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายชาญวุฒิ แบนลี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิศวกร (คอมพิวเตอร์) ทรูคอร์ปอเรชั่น