การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้า ด้วยเครือข่ายไร้สาย

โดย

นายสุเมธี อินคำเชื้อ

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25605910037489NJU

การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้า ด้วยเครือข่ายไร้สาย

โดย

นายสุเมธี อินคำเชื้อ

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25605910037489NJU

DESIGN AND DEVELOPMENT OF ELECTRICAL CURRENT MEASUREMENT SYSTEM BY WIRELESS SENSOR NETWORKS

BY

MR. SUMATEE INKAMCHUR

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL DEVELOPMENT

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULT OF ENGINEERING

THAMMASAT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2017

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

Ref. code: 25605910037489NJU

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การค้นคว้าอิสระ

ของ

นายสุเมธี อินคำเชื้อ

เรื่อง

การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้าด้วยเครือข่ายไร้สาย

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2561

ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ _____

(รองศาสตราจารย์ ดร. เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สวัสดิ์ ภาระราช)

กรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ _____

(รองศาสตราจารย์ ดร. ดนุพันธ์ วิสุวรรณ)

คณบดี _____

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีร เจียศิริพงษ์กุล)

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้าด้วยเครือข่ายไร้สาย
ชื่อผู้เขียน	นายสุเมธี อินคำเชื้อ
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร. สวัสดิ์ ภาระราช
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

การค้นคว้าอิสระนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านแบบไร้สาย เพื่อให้ผู้ใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ตรวจสอบและเฝ้าติดตามค่ากระแสไฟฟ้า ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องต้นแบบสามารถเก็บรวบรวมและตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้ ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีการออกแบบโดยใช้ NodeMCU ESP8266 เชื่อมต่อกับโมดูลเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าและไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามแนวคิด IoT (Internet of Things) ในราคาที่สามารถเข้าถึงได้ ผลลัพธ์ที่ได้คือผู้ใช้สะดวกต่อการใช้งานเพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของตนเองและสามารถบริหารการใช้ไฟฟ้าเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองลงได้ จากผลการทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าโดยอุปกรณ์ต้นแบบมีคุณสมบัติการวัดค่ากระแสไฟฟ้าใกล้เคียงกับเครื่องแคลมป์มิเตอร์ และมีค่าเปอรเซ็นตความคลาดเคลื่อนต่ำสุดเท่ากับ 1.16% และค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเท่ากับ 3.65%

คำสำคัญ: เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย,การตรวจสอบกระแสไฟฟ้า,NodeMCU ESP8266

Ref. code: 25605910037489NJU

Independent Study Title	DESIGN AND DEVELOPMENT OF ELECTRICAL CURRENT MEASUREMENT SYSTEM BY WIRELESS SENSOR NETWORKS
Author	Mr. Sumatee Inkamchur
Degree	Master of Engineering
Department/Faculty/University	Industrial Development Faculty of Engineering Thammasat University
Independent Study Advisor	Asst. Prof. Dr. Sawat Pararach
Academic Years	2017

ABSTRACT

The objective of this independent study is to design and develop an electrical current measurement system by wireless sensor networks. The study measured the electric inspection devices for checking the amount of electricity current and electricity power using. The history of electricity use was checked from such data. The system is an integrated monitoring program which is developed NodeMCU ESP8266 connecting to a Current Sensor Module and Microcontroller concept base on IoT (Internet of Things) at an affordable price. The result is that consumers can understand the behavior of their electricity use and manage the use of electricity to reduce electricity consumption. Electricity current value measuring from the devices was near to the digital clamp meter with the minimum error of 1.16% and the maximum error of 3.65%

Keywords: Wireless Sensor Networks, Current measuring, NodeMCU ESP8266

Ref. code: 25605910037489NJU

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยคำแนะนำจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวัสดิ์ ภาระราช ที่ได้สละเวลาอันมีค่า เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและได้ให้คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ดนุพันธ์ วิสุวรรณ ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่องานวิจัยนี้ ทำให้งานวิจัยนี้มีฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอขอบคุณ คุณชมพูนุช พิกุล เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ช่วยในการติดต่อประสานงาน และตรวจรูปเล่มการค้นคว้าอิสระ

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณบิดา มารดา และคุณคฑาวุธ ชื่นใบ ที่เป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือในทุกๆ ด้านด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ เพื่อนำแนวคิดนำไปประยุกต์ใช้ในงานหรือเป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

นายสุเมธี อินคำเชื้อ

Ref. code: 25605910037489NJU

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(7)
สารบัญภาพ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	4
1.5 แผนการดำเนินงานวิจัย	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การซ่อมบำรุงเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน	6
2.2 ระบบควบคุมไฟฟ้าแบบเครือข่ายไร้สาย	6
2.2.1 วายฟาย	7
2.3 หม้อแปลงกระแส	8
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์	10
2.4.1 โครงสร้างและการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	10
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi3	11

Ref. code: 25605910037489NJU

2.5.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi3 12
2.6 NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2 13
2.6.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของ NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E)V.2 13
2.6.2 ลักษณะขา PIN ของ NodeMCU 1.0 (ESP-12E) Version 2 14
2.7 Application Blynk 15
2.8 การคำนวณพลังงานไฟฟ้า 16
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ 19

3.1 โครงสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ 19
3.2 ภาพรวมของระบบ 21
3.3 หลักการทำงานของระบบ 22
3.3.1 การทำงานของระบบต้นแบบ 22
3.4 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ 24
3.5 การออกแบบการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU 26
3.6 การออกแบบการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi 27
3.7 การออกแบบโครงสร้างการเพื่อแสดงผล 28
3.8 การออกแบบวงจร 29
3.9 การออกแบบจอแสดงผลใน Application Blynk จากเครื่อง Smart Phone 30

บทที่ 4 การดำเนินการทดลอง 31

4.1 การเตรียมอุปกรณ์ 31
4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ 31
4.2 การดำเนินการทดลอง 33
4.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพตามระยะทางแบบมีกำแพงกั้น 33
4.2.2 การทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความแม่นยำ 34
4.3 ตัวอย่างการนำอุปกรณ์ไปใช้ประโยชน์ 36

Ref. code: 25605910037489NJU

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน 37

5.1 ผลการวิจัย 37
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาระบบ 37
5.3 แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบ 38

รายการอ้างอิง 39

ภาคผนวก 40

ก. วิธีการใช้งานบอร์ด Raspberry Pi Model B เบื้องต้น 41
ข. วิธีการใช้งานบอร์ด NodeMCU รุ่น ESP8622 เบื้องต้น 54
ค. โปรแกรมการรับ-ส่งข้อมูลบนArduino IDEกับบอร์ด NodeMCU รุ่น ESP8622 59

ประวัติผู้เขียน 63

Ref. code: 25605910037489NJU

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	5
3.1 บล็อคไดอะแกรมการทำงานของระบบ	25
4.1 ราคาของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	32
4.2 ผลการทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าภายใต้สภาวะหนาแน่นและมีกำแพงกั้นลดทอนสัญญาณ	34
4.3 ผลการเปรียบเทียบวัดค่ากระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์ต้นแบบกับเครื่องแคลมป์มิเตอร์	35

Ref. code: 25605910037489NJU

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 การบริโภคพลังงานของประเทสไทย	1
1.1 การบริโภคพลังงานของประเทสไทย	2
2.1 การเชื่อมต่อแบบวายฟาย (Wi-Fi)	7
2.2 หลักการเบื้องต้นของ Current Transformer	8
2.3 โครงสร้างเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์	10
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi3	11
2.5 NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2	13
2.6 ลักษณะขา PIN ของ NodeMCU 1.0 (ESP-12E) Version 2	14
2.7 ตัวอย่าง Application Blynk บน Smart phone	15
2.8 ลักษณะโครงสร้างระบบของ Application Blynk บน Smart phone	15
2.9 โหลดการใช้พลังงานของแต่ละอุปกรณ์ไฟฟ้าแยกตามช่วงเวลา	18
3.1 เซ็นเซอร์กระแส CT Sensor SCT013	19
3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU	20
3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi3 model B	20
3.4 ภาพรวมของระบบ	21
3.5 ส่วนที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูล	22
3.6 ภายในส่วนที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูล	23
3.7 ส่วนที่ใช้รับค่าและแสดงผลข้อมูล	23
3.8 Flowchart ของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU	26
3.9 Flowchart ของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi	27
3.10 การออกแบบ Flowchart การทำงานของ Application Blynk จากเครื่องSmart Phone	28
3.11 การออกแบบวงจรแปลงสัญญาณกระแสไฟฟ้า	29
3.12 การออกแบบคำสั่งแบบ Gauge	30
3.13 การออกแบบคำสั่งแบบ Graph	30
4.1 อุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูล	31
4.2 อุปกรณ์ใช้รับค่าและแสดงผลข้อมูล	32
4.3 กราฟแสดงผลการวัดค่ากระแสไฟฟ้า	35

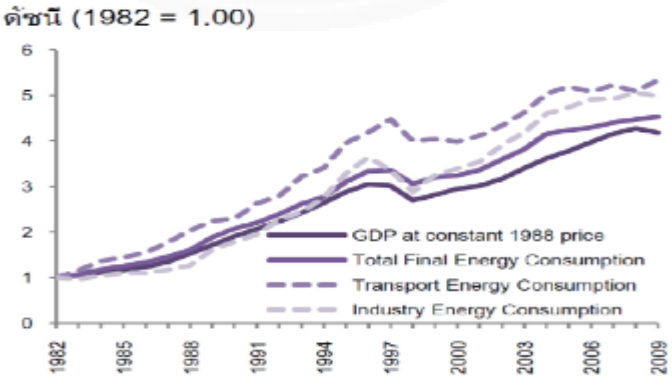
Ref. code: 25605910037489NJU

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและที่มาของปัญหา

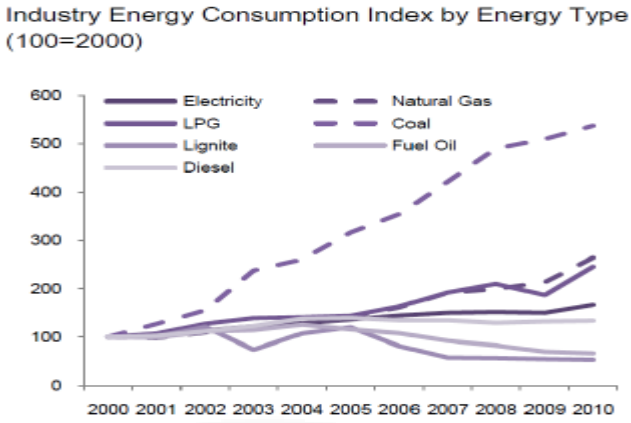
พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญของการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งในบ้านเรือน บริษัท รวมไปถึงโรงงานต่างๆ มนุษย์ได้คิดค้นสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่อำนวยความสะดวกให้กับชีวิตมากมายนั้น ล้วนจำเป็นจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่เราบริโภคกันอย่างมากมายอยู่นี้ล้วนได้รับมาจากทรัพยากรธรรมชาติทั้งสิ้น เมื่อมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน การผลิตกระแสไฟฟ้าให้เพียงพอต่อผู้บริโภคนั้น ทำให้มีการเร่งผลิตทรัพยากรธรรมชาติเพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ ลิกไนต์ น้ำมันเตา พลังน้ำ น้ำมันดีเซล และพลังงานทดแทน ซึ่งทุกกระบวนการผลิตย่อมส่งผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม เช่น การเผาไหม้จะเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซเหล่านี้ถ้ามีในปริมาณมากอาจจะ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ กระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และมนุษย์อย่างมากมาย

ปัจจุบันรัฐได้ให้ความสำคัญทั้งในเรื่อง การอนุรักษ์พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดจากการผลิตพลังงานเป็นอย่างมาก เช่น พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 การรณรงค์ในโครงการต่างๆ ซึ่งการบริโภคพลังงานได้เพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกันกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ดังภาพที่ 1.1 และส่วนใหญ่จะมีถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันดีเซลเป็นแหล่งพลังงานหลักในภาคอุตสาหกรรม ดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.1 การบริโภคพลังงานของประเทศไทยที่มา:
http://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=42079

Ref. code: 25605910037489NJU



ภาพที่ 1.2 การบริโภคพลังงานของประเทศไทย

ที่มา: http://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=42079

นอกจากนั้นแล้วการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากเกินความจำเป็นนี้มีผลกระทบทำให้เกิดปัญหามลภาวะและปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมาอย่างมากมายไม่ว่าจะเป็นปัญหาโลกร้อน (Global Warming) หรือแม้กระทั้งปัญหาเรื่องน้ำมันขาดแคลน และ ปัจจุบันปัญหาการสูญเสียพลังงานจากการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ นั้นเป็นปัญหาที่สำคัญที่เราไม่สามารถรับรู้ได้ด้วยตัวเอง ว่าการที่เครื่องใช้ไฟฟ้าเสื่อมประสิทธิภาพทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าปกติหรือไม่ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ๆ มีการทำงานที่ดีหรือไม่ มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าไร และมีประสิทธิภาพในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้ามากน้อยแค่ไหน ซึ่งปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นทั้งในภาคครัวเรือน และภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นเหล่านี้ จะเป็นปัญหาเชื่อมโยงไปถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของประเทศอีกด้วย

การประหยัดพลังงานที่ดีจะต้องแก้ไขที่ต้นเหตุคือการใช้งานของผู้ใช้งานเอง และต้องไม่ทำให้มาตรฐานการดำเนินชีวิตประจำวันของแต่ละคนลดน้อยถอยลงไป เป็นการประหยัดจาก “ส่วนเกินของการใช้ชีวิตประจำวัน” หรือ “พฤติกรรมและความเคยชินที่ก่อให้เกิดการใช้พลังงานสิ้นเปลือง” นอกจากนี้การตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ นั้น ผู้ใช้ส่วนใหญ่ใช้ความรู้สึกในการตรวจสอบ โดยที่ไม่สามารถประเมินอุปกรณ์แต่ละชนิดได้ว่ามีการใช้พลังงานที่ผิดปกติ หรือสูญเสียพลังงานไปมากน้อยเพียงใด เช่น พัดลมที่เปิดไว้โดยที่ไม่มีผู้ใช้งาน เครื่องปรับอากาศและตู้เย็นที่เสื่อมสภาพมีอัตราการใช้ไฟฟ้ามากกว่าตู้เย็นแบบปกติ ซึ่งในความจริงแล้วปัญหาข้างต้นเหล่านี้หากเรารู้แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ เราก็สามารถวิเคราะห์และวางแผนในการจัดการด้านพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดั้งนั้นการลดปัญหาการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และจำเป็นต้องมีข้อมูลการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ เพื่อให้ระบบนำมา

Ref. code: 25605910037489NJU

ประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าได้ อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความถูกต้องแม่นยำสูงที่สุด

การศึกษานี้จัดทำขึ้นโดยสร้างระบบที่สามารถตรวจสอบเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งกำหนดไว้คือเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ว่ามีค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านอุปกรณ์มากน้อยเพียงใด หากมีค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินไป ก็จะสามารถรับรู้ได้อย่างรวดเร็วและวางแผนแก้ไขอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้น แล้วยังช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นจากความเสียหายของอุปกรณ์ภายในเครื่องใช้ไฟฟ้าอีกด้วย โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบเครือข่ายไร้สายในการตรวจสอบประเมินค่าปริมาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยที่ใช้งานอยู่ ณ ขณะนั้น เพื่อสนับสนุนให้การวิเคราะห์ข้อมูลไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดประโยชน์สูงสุดและมีความปลอดภัย ซึ่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่บันทึกค่าได้จะนำมาเก็บรวบรวมวิเคราะห์เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจซ่อมแซมอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดการใช้กระแสไฟฟ้าด้วยเครือข่ายไร้สาย เพื่อตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 มุ่งเน้นที่จะศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยี Wireless Sensor Network เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลภาระการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.3.2 ข้อมูลแรงดันทางไฟฟ้า และกระแสทางไฟฟ้า ได้จากการวัดค่าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานจริงตามบ้านพักอาศัยและเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ใน Application Blynk บนเครื่อง Smart Phone เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ

1.3.3 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าข้างต้น จะถูกนำมาใช้เพื่อลดการใช้พลังงานสิ้นเปลือง และเพิ่มความปลอดภัยให้กับชีวิตและทรัพย์สิน

Ref. code: 25605910037489NJU

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย

1.4.2 ศึกษาหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมสัญญาณไฟฟ้า

1.4.3 ศึกษาหลักการทำงานของ NodeMCU เพื่อใช้ในการควบคุมการรับ–ส่งสัญญาณระหว่างอุปกรณ์

1.4.4 ออกแบบระบบการตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

1.4.5 ทดสอบการใช้งานโดยตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าขณะใช้งาน

1.4.6 วัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อเปรียบเทียบการวัดปริมาณพลังงานไฟฟ้า

1.4.7 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1.5 แผนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.1

แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาที่ใช้ดำเนินงาน								
	ปี 2560							ปี 2561	
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. ศึกษาหลักการใช้งานวงจรระบบเครือข่ายไร้สาย									
2. ออกแบบระบบตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า									
3. ทดสอบการทำงานระบบตรวจวัดกระแสไฟฟ้า									
4. เก็บข้อมูลการตรวจวัดอุปกรณ์ไฟฟ้า									
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ									

Ref. code: 25605910037489NJU

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นต้นแบบของระบบตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติแบบใช้เครือข่ายไร้สาย

1.6.2 ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

1.6.3 สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้า

1.6.4 เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่บุคคลที่ใช้งาน

Ref. code: 25605910037489NJU

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้เป็นการนำเสนอเทคโนโลยีพื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเทคโนโลยีไร้สายต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบควบคุมระบบไฟฟ้าซึ่งได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการควบคุมสัญญาณไฟฟ้า และเป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการควบคุมการรับ – ส่งสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ รวมถึงโปรโตคอลและรูปแบบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในการพัฒนาในครั้งนี้ด้วย

2.1 การซ่อมบำรุงเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

ในปัจจุบันเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านมีมากมายหลายประเภท โดยแต่ละประเภทนั้นควรมีการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง เพื่อยืดอายุการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น และพัดลม เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้รับความนิยมและมีใช้แทบทุกหลังคาเรือน โดยรุ่นใหม่ๆ มักมีราคาแพง และควรใช้งานอย่างถูกต้อง เพื่อจะช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ การบำรุงรักษาเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งนอกจากจะเกิดประโยชน์ในด้านการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน และลดภาระหนี้สินในประเทศได้ด้วย ในอนาคตพลังงานกำลังจะขาดแคลน ต้องหาพลังงานใหม่ทดแทนอยู่ตลอดเวลาการบำรุงรักษาเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านมีส่วนช่วยประหยัดพลังงาน และการอนุรักษ์พลังงานต้องทำไปควบคู่กับการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วย

2.2 ระบบควบคุมไฟฟ้าแบบเครือข่ายไร้สาย

ระบบเครือข่ายไร้สาย เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้เกิดการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์สื่อสาร หรือระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์สองเครื่อง หรือ ระหว่างกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถสื่อสารกันได้ รวมถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยปราศจากการใช้สายสัญญาณในการเชื่อมต่อ แต่จะใช้คลื่นวิทยุเป็นช่องทางการติดต่อสื่อสารแทน ซึ่งในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างกันผ่านทางอากาศ ทำให้ไม่ต้องมีการเดินสายสัญญาณซึ่งจะช่วยในเรื่องความสะดวกในการติดตั้งและการใช้งานที่ง่ายขึ้น โดยนำเทคโนโลยีการเข้าถึงข้อมูลเฉพาะในส่วนที่เป็นการเข้าถึงไร้สาย (Broadband Wireless Access: BWA)

Ref. code: 25605910037489NJU

2.2.1 วายฟาย (Wi-Fi)

วายฟาย (Wi-Fi) มาจากคำว่า wireless fidelity หมายถึง องค์กรที่ทำหน้าที่ทดสอบผลิตภัณฑ์ระบบเครือข่ายแบบไร้สาย (Wireless Lan) ภายใต้เทคโนโลยีการสื่อสารมาตรฐาน IEEE 802.11 ว่าอุปกรณ์แต่ละยี่ห้อกันนั้นสามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยไม่มีปัญหา ซึ่งเมื่ออุปกรณ์เหล่านั้นผ่านการตรวจสอบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว อุปกรณ์ก็จะถูกประทับตราสัญลักษณ์ Wi-Fi Certified รับรองว่าอุปกรณ์ชิ้นนั้นสามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ที่มีตราสัญลักษณ์ Wi-Fi Certified ได้ ซึ่งนี่คือ ที่มาของคำนี้ที่ใช้เรียกแทนอุปกรณ์เชื่อมต่อไร้สาย

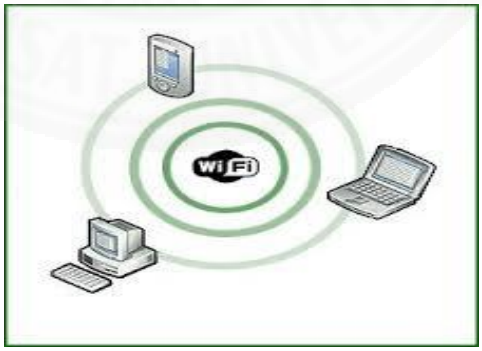
ลักษณะการเชื่อมต่อของวายฟาย มีลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในเครือข่าย WLAN ไว้สองลักษณะคือโหมด Infrastructure และโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

ประเภทของอุปกรณ์วายฟาย (Wi-fi) สามารถแยกได้ ดังนี้

(1) 802.11a มาตรฐานนี้จะมีความเร็ว และความเสถียรภาพของการเชื่อมต่อสูง แต่ไม่สามารถที่จะทำงานร่วมกับ 802.11b ได้ สำหรับ 802.11a นี้ สามารถที่จะส่งถ่ายข้อมูลได้ที่ความเร็วสูงถึง 54 Mbps และทำงานที่ความถี่ 5 GHz

(2) 802.11b มาตรฐานนี้จะนิยมใช้ตามสนามบินใหญ่ๆ หรือบริการในร้านอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะทางานที่ความถี่ 2.4 GHz (เป็นความถี่เดียวกับมือถือ และไมโครเวฟ ซึ่งไม่มีอันตราย) และสามารถที่จะส่งถ่ายข้อมูลได้ที่ความเร็วถึง 11 Mbps

(3) 802.11g มาตรฐานนี้ทำงานได้ที่ความถี่ 2.4 GHz และสามารถเข้ากับมาตรฐาน 802.11b แต่มีอัตราการส่งถ่ายข้อมูลได้ที่ความเร็วสูงสุดถึง 54 Mbps มักนำมาใช้กับงานที่ต้องการความแน่นอน และความเร็วในการเชื่อมต่อรวมถึงการแชร์ไฟล์ขนาดใหญ่



ภาพที่ 2.1 การเชื่อมต่อแบบวายฟาย (Wi-Fi)

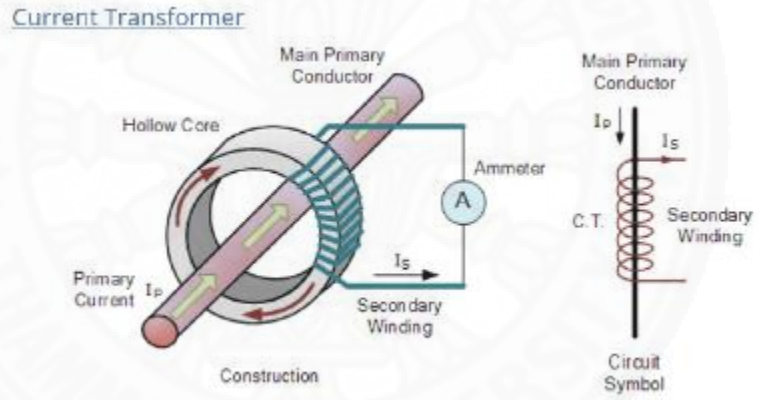
ที่มา: http://center.phillipslife.com/qagt/wirelesslan.htm

Ref. code: 25605910037489NJU

2.3 หม้อแปลงกระแส (Current Transformer: CT)

ในแอมมิเตอร์กระแสตรงแบบ Permanent Magnet Moving Coil (PMMC) เมื่อต้องการขยายพิสัยวัดจะทำโดยการใช้ชันต์เพื่อแบ่งกระแสที่ต้องการวัดระหว่างเครื่องวัดกับชันต์ วิธีนี้จะเหมาะสำหรับวงจรกระแสตรง แม้ว่าเมื่อกระแสเพิ่มมากขึ้น กำลังสูญเสียในชันต์จะมีค่ามากในวงจรกระแสสลับ การแบ่งกระแสจะไม่เพียงขึ้นกับความต้านทานของเครื่องวัดกับชันต์เท่านั้นแต่ยังขึ้นกับค่ารีแอกแตนซ์ของมันด้วย เพราะว่าการวัดกระแสสลับอาจกระทำในพิสัยความถี่กว้างดังนั้นจะเป็นการยากที่จะได้ความถูกต้องสูง หม้อแปลงกระแสจะทำให้เกิดการขยายพิสัยที่ต้องการผ่านอัตราส่วนการแปลง และทำให้เกิดค่าที่อ่านได้เกือบจะเหมือนกัน โดยไม่คำนึงถึงค่าคงที่ (ความต้านทาน หรือรีแอกแตนซ์) หรือจำนวนของเครื่องวัด (ภายในขอบเขต) ที่ต่ออยู่ในวงจร

หลักการเบื้องต้นของ Current Transformer : CT



ภาพที่ 2.2 หลักการเบื้องต้นของ Current Transformer

ที่มา: https://www.thaieasyelec.com/หลักการเบื้องต้นของ Current Transformer

กระแสโหลดที่ต้องการวัด จะไหลผ่านขดปฐมภูมิ ซึ่งอาจจะเป็นลวดตัวนำเส้นเดียวถือว่าเป็นหนึ่งรอบทางปฐมภูมิ ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบมากกว่า และจะต่อกับมิเตอร์วัดกระแส ขดลวดของรีเลย์หรือขดลวดของวัตต์มิเตอร์ การทำงานของหม้อแปลงกระแสจะขึ้นอยู่กับสมดุลของค่าแอมแปร์-รอบที่สร้างขึ้นโดยขดปฐมภูมิและทุติยภูมิ ถ้าหม้อแปลงเป็นอุดมคติ คือไม่มีกระแสทำแม่เหล็ก (Magnetizing Current) หรือความสูญเสียในแกน จะได้

$$n_{ct} = \frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

Ref. code: 25605910037489NJU

โดยที่ n_{ct} คือ อัตราส่วนรอบของหม้อแปลงกระแส

I_p คือ กระแสไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ

I_s คือ กระแสไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ

N_p คือ จำนวนรอบขดลวดด้านปฐมภูมิ

N_s คือ จำนวนรอบขดลวดด้านทุติยภูมิ

การออกแบบโดยกำหนดอัตราส่วนของหม้อแปลง เช่น 500/5 A แสดงว่า กระแสปฐมภูมิ 500 A จะให้กระแสทุติยภูมิ 5 A เพื่อต่อขดทุติยภูมิเข้ากับแอมมิเตอร์พิสัย 5 A เพราะว่าโหลดในระบบจะกำหนดกระแสปฐมภูมิ กระแสทุติยภูมิจะสัมพันธ์กับกระแสปฐมภูมิ โดยอัตราส่วนรอบผกผัน (โดยประมาณ) ในการสร้างจะต้องทำให้กระแสแม่เหล็ก ความสูญเสียในแกน และเส้นแรงรั่วซึมน้อยที่สุด เพื่อจะแน่ใจว่า อัตราส่วนกระแสปฐมภูมิต่อทุติยภูมิจริงๆ จะเข้าใกล้อัตราส่วนรอบผกผัน จะมีความผิดพลาดที่สำคัญในหม้อแปลงกระแสคือ ความผิดพลาดของกระแส หรืออัตราส่วนกับความผิดพลาดมุมเฟส (Current or Ratio Error) มีการนิยามว่าเท่ากับ

$$\frac{(I_p/I_s)_1 - (I_p/I_s)_2}{(I_p/I_s)_2} X\ 100\%$$

โดยที่ $(I_p/I_s)_1$ คืออัตราส่วนตามพิกัด

$(I_p/I_s)_2$ คืออัตราส่วนจริง

ความผิดพลาดมุมเฟส คือ มุมเฟสระหว่างเวกเตอร์ของกระแสปฐมภูมิกับเวกเตอร์ของกระแสทุติยภูมิที่กลับทิศ สำหรับหม้อแปลงที่สมบูรณ์ ค่ามุมเฟสนี้จะเป็น 0 ค่าความผิดพลาดเหล่านี้จะกำหนดโดยเทียบกับโหลดที่ต่ออยู่กับขดทุติยภูมิโดยเฉพาะค่าหนึ่ง เรียกว่า เบอร์เดน (Burden) ของหม้อแปลง และกำหนดเบอร์เดนนี้โดยกำลังปรากฏ (VA) ที่ใช้ไปในโหลดภายใต้ความถี่ และกระแสทุติยภูมิที่กำหนด และโดยตัวประกอบกำลัง (Power Factor)

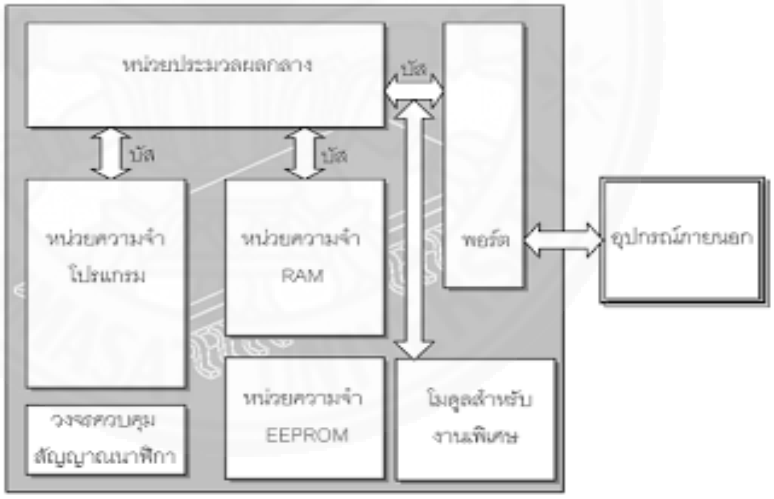
Ref. code: 25605910037489NJU

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คือชิปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประมวลผลอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่ประมวลผลตามโปรแกรมหรือชุดคำสั่ง โครงสร้างภายในเป็นวงจรรวมขนาดใหญ่ประกอบไปด้วย หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก บัสต่างๆ พอร์ต รีจีสเตอร์ หน่วยความจำ วงจรนับและวงจรจับเวลา รวมกันอยู่ภายในชิป ไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในงานควบคุมสามารถติดต่อกับอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้สะดวกใช้งานง่าย สามารถทำงานได้โดยใช้ชิปเดียว สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ มีภาษาที่ใช้ระดับสูงหลายภาษาทำให้ง่ายต่อการศึกษาเรียนรู้ออกแบบวงจรพัฒนาระบบ

2.4.1 โครงสร้างและการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ บล็อกไดอะแกรมภาพที่ 2.3 ประกอบไปด้วย ส่วนประกอบหลักต่างๆ ดังนี้



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์

ที่มา: ww.vcharkarn.com/vblog/35955

(1) หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ทำหน้าที่ ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งโปรแกรม ส่วนรีจิสเตอร์จะเก็บข้อมูลและกำหนดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์การทำงานของซีพียูมี 2 จังหวะ คือ เฟตช์ (Fetch) และเอ็กซิคิวต์ (Executed) เริ่มจากการเฟตช์ คือ การอ่านคำสั่งแล้วทำการถอดรหัสคำสั่งเป็นภาษาเครื่อง จากนั้นจังหวะเอ็กซิคิวต์ กระทำตามคำสั่งโปรแกรมจนเสร็จ

Ref. code: 25605910037489NJU

(2) หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมเพื่อส่งให้กับซีพียู ทำการประมวลผล ที่นิยมจะมี 3 แบบ คือ

2.1 แบบอีพรอม (EPROM: Erasable Programmable Read Only Memory) มีแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียว และแบบโปรแกรมได้หลายครั้ง การลบต้องใช้แสงอุลตร้าไวโอเล็ต ถ้าแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียวจะไม่สามารถลบและโปรแกรมใหม่ได้

2.2 แบบอีอีพรอม (EEPORM: Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ลบและเขียนใหม่ได้ด้วยไฟฟ้า ปัจจุบันไม่นิยมเพราะมีราคาแพง

2.3 แบบแฟลช (Flash) หน่วยความจำชนิดนี้สามารถลบและเขียนใหม่ได้ด้วยสัญญาณ ไฟฟ้าเป็นที่นิยมมากเพราะราคาไม่แพง

(3) หน่วยความจำข้อมูลแรม (Data Memory) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลจากการประมวลผลของ ซีพียู

(4) หน่วยความจำข้อมูล EEPROM เป็นหน่วยความจำที่มีในไมโครคอนโทรลเลอร์บางรุ่นทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง การอ่านและเขียนจะใช้สัญญาณไฟฟ้า

(5) รีจิสเตอร์พอร์ต (Register Space) เป็นหน่วยความจำพิเศษสามารถอ่านเขียนได้ตลอด เวลาทำหน้าที่เก็บข้อมูลในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงสถานะของการทำงาน กำหนดการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นขาพอร์ตติดต่อสื่อสารข้อมูลที่รับเข้ามาทางขาอินพุตและ ส่งข้อมูลออกทางเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์ภายนอก

(6) วงจรสัญญาณนาฬิกา ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi3



ภาพที่ 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi3

ที่มา: https://www.raspberrypi.org/magpi/arduino-raspberry-pi/

Ref. code: 25605910037489NJU

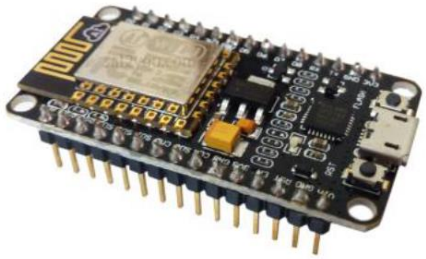
คอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋ว หรือ Raspberry Pi เป็นคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานในระบบปฏิบัติการที่มีชื่อว่า Raspbian ซึ่งมีต้นแบบมาจาก Debian (Linux) อุปกรณ์ตัวนี้จะถูกนำมาใช้เป็นตัวสั่งการบอร์ดควบคุม โดยผ่านโปรแกรมควบคุมที่เขียนด้วยภาษาไพทอน (Python) และใช้ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิฟเวอร์ (Web server) สำหรับให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface) ซึ่งเชื่อมต่อกับบอร์ดควบคุม รวมถึงฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บข้อมูล

2.5.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi3

1. ใช้ชิพ SoC Broadcom BCM2835 ซึ่งรวม CPU ,GPU และ SDRAM
2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 700 MHz ARM11 ARM1176JZF-S core
3. หน่วยประมวลผลภาพ (GPU) Broadcom VideoCore IV ,OpenGL ES2.0 ,OpenVG 1080p30 H.264 high-profile encode/decode
4. หน่วยความจำ SDRAM 512 MB
5. ขั้วต่อ USB 2.0 จำนวน 2 พอร์ต
6. ขั้วต่อสัญญาณภาพทั้งแบบแจ็ค RCA และ HDMI (เลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง)
7. ขั้วต่อสัญญาณเสียงโดยใช้แจ็ค 3.5 mm หรือผ่านทางขั้ว HDMI
8. คอนเน็คเตอร์สำหรับเชื่อมต่ออินพุตเอาต์พุต (GPIO) ,SPI ,I^2C ,I^2S และ UART (GPIO ต่างๆ ไม่สามารถรับแรงดันอินพุต 5 VDC ได้ สูงสุดแค่ 3.3 VDC เท่านั้น)
9. ระบบปฏิบัติการของบอร์ดจะทำงานผ่าน SD CARD
10. ขั้วต่อ LAN 10/100 Mbps
11. มีสัญญาณเครือข่ายไร้สาร 802.11 b/g/n
12. มีสัญญาณบูลทูธ 4.1

Ref. code: 25605910037489NJU

2.6 NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2



ภาพที่ 2.5 NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2
ที่มา: http://muemaiafe.blogspot.com/2016/01/nodemcu-iot-1-nodemcu.html

NodeMCU คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น Open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูล ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชันแรกที่เป็น ESP-01 จนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน NodeMCU version แรกนั้นก็เป็น ESP-12 แต่ใน version2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output built in มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ และมีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ NodeMCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU ตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะเป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WiFi และอื่นๆ อีกมากมาย

2.6.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของ NodeMCU 1.0 (ESP-12E) Version 2

1. NodeMCU นี้ based on โมดูล WiFi ที่ชื่อ ESP8266
2. มี GPIO PWM, I2C, 1-Wire และ ADC รวมมาอยู่บนบอร์ดเดียว
3. มี USB-TTL มาในตัวเหมือนกับการใช้ ESP8266 ปกติ ทำให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น

Ref. code: 25605910037489NJU

4. มีขา GPIO 10 ขา ทุกๆขาสามารถเป็น PWM, I2C และ 1-wire ได้

5. มี PCB antenna สำหรับรับส่งสัญญาณไร้สาย

6. ใช้คอนเนกเตอร์แบบ micro-USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงหรือเท่ากับ +5V และสำหรับดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์

2.6.2 ลักษณะขา PIN ของ NodeMCU 1.0 (ESP-12E) Version 2



ภาพที่ 2.6 ลักษณะขา PIN ของ NodeMCU 1.0 (ESP-12E) Version 2

ที่มา: http://muemaiafe.blogspot.com/2016/01/nodemcu-iot-1-nodemcu.html

Ref. code: 25605910037489NJU

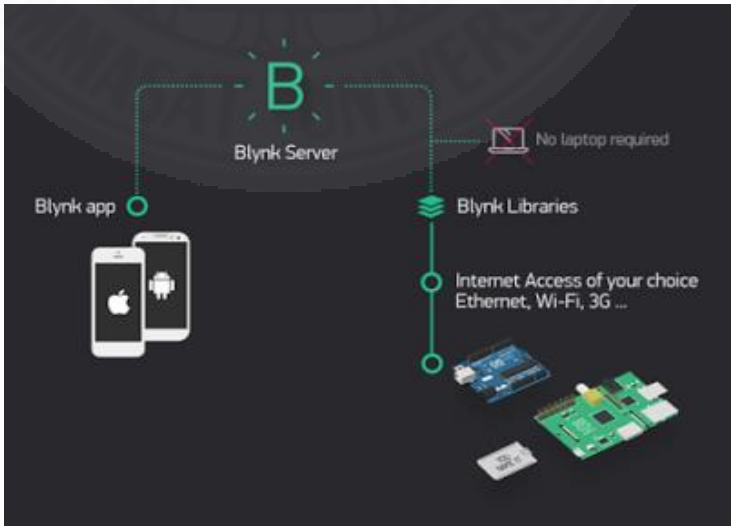
2.7 Application Blynk

Application Blynk เป็น IoT Platform as a Services ที่ให้บริการเพื่อเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time) บน Smart Phone ซึ่งจะคล้ายๆกับ Netpie.io โดยข้อมูลที่ส่งขึ้นไปจะแสดงข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ที่ต้องการ เช่น ตัวเลข ตัวอักษร กราฟ และอื่นๆ ซึ่งสามารถเลือกให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ต้องการ โดยสามารถ Download application นี้ได้ฟรีทั้งระบบ IOS และ Android



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่าง Application Blynk บน Smart phone

ที่มา: https://www.Blynk.cc/



ภาพที่ 2.8 ลักษณะโครงสร้างระบบของ Application Blynk บน Smart phone

ที่มา: https://www.Blynk.cc/

Ref. code: 25605910037489NJU

2.8 การคำนวณพลังงานไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = พลังงานไฟฟ้า (จูล) / เวลา (วินาที)

ดังนั้น พลังงานไฟฟ้า (จูล) = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) X เวลา (วินาที)

ตัวอย่าง

หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ ถ้าใช้หม้อหุงข้าวนี้นาน 1 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่าไร **วิธีคิด** หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า = 800 วัตต์ ใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้า นาน 1 ชั่วโมง = 60 X 60 วินาที

จากความสัมพันธ์

พลังงานไฟฟ้า (จูล) = กาลังไฟฟ้า (วัตต์) X เวลา (วินาที)

ดังนั้น พลังงานไฟฟ้า (จูล) = 800 X 60 X 60 = 2,880,000 จูล

จะได้คำตอบ ใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้านี้ นาน 1 ชั่วโมง สิ้นเปลืองพลังงาน 2,880,000 จูล

โดยทั่วไปนิยมวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหน่วยที่ใหญ่กว่าหน่วยจูล โดยวัดกำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ และคิดช่วงเวลาเป็นชั่วโมง ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าจึงวัดได้เป็น กิโลวัตต์ – ชั่วโมง หรือเรียกว่า หน่วยหรือยูนิต

เนื่องจากกำลังไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์เท่ากับ 1,000 วัตต์ ดังนั้น ถ้าใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง จึงหมายถึง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1,000 วัตต์ เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง

นั่นคือ ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ – ชั่วโมง หรือหน่วย หรือยูนิต คำนวณได้จาก

พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) X เวลา (ชั่วโมง)

ตัวอย่างเช่น พัดลมตั้งพื้น 75 วัตต์ 4 ตัว ถ้าเปิดพร้อมกันจะใช้กำลังไฟฟ้ารวมกันกี่กิโลวัตต์ และถ้าเปิดอยู่นาน 5 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ากี่หน่วย

วิธีคิด พัดลมตั้งพื้น 75 วัตต์ 4 ตัว ใช้กำลังไฟฟ้ารวม = 75 X 4 วัตต์ = 300 วัตต์

กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) = 300/1,000 กิโลวัตต์

นั่นคือ พัดลมตั้งพื้นทั้ง 4 ตัว ใช้กำลังไฟฟ้า 0.3 กิโลวัตต์

พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) X เวลา (ชั่วโมง)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 0.3 กิโลวัตต์ X 5 ชั่วโมง = 1.5 หน่วย

ผลลัพธ์ พัดลมตั้งพื้น 4 ตัวนี้เปิดนาน 5 ชั่วโมง สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า = 1.5 หน่วย

Ref. code: 25605910037489NJU

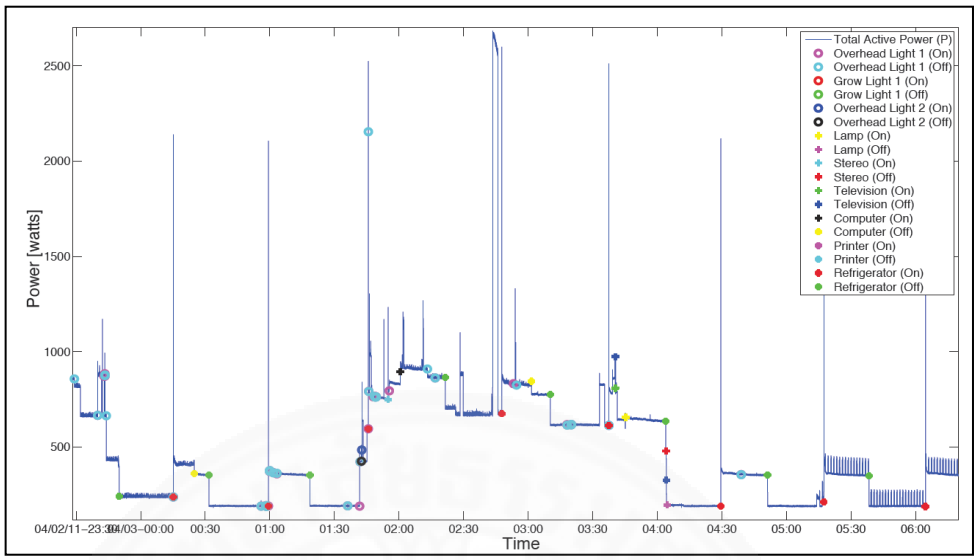
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้พัฒนาการออกแบบสถาปัตยกรรมการควบคุมการประหยัดพลังงานภายในบ้านพักอาศัยแบบไร้สายเพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งกระบวนการของงานวิจัยชิ้นนี้นั้นจะพูดถึงการตรวจสอบอุปกรณ์แบบไร้สายผ่านระบบไร้สาย ตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 ซึ่งก็ได้มีวิจัยอื่นๆ ออกมาหลายรูปแบบ สามารถสรุปได้ดังนี้

A. Tiwari, P. Ballal, และ F. Lewis (2007) ได้เสนอผลงานวิจัยเรื่อง “Energy-efficient wireless sensor network design and implementation for condition-based” เป็นงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการออกแบบเครือข่ายอุปกรณ์รับรู้สำหรับการส่งข้อมูลแบบทันที (Real-time) โดยได้พัฒนาทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และโพรโทคอลควบคุมการเข้าถึงตัวกลางสำหรับการเฝ้าสังเกตเครื่องจักรกล ระบบที่ถูกนำเสนอได้คำนึงถึงรูปแบบการวางอุปกรณ์รับรู้และเวลาที่ใช้ในการส่งสัญญาณข้อมูลที่ทำให้ประหยัดพลังงาน

Anthony Rowe (2011) เป็นงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำหลักการ Multi Modal Sensing มาเป็นหลักการในการแยกชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้การใช้อัตราการใช้พลังงาน (Watt) ของเครื่องใช้ไฟฟ้าในการจำแนกชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ในงานวิจัยนี้ ได้มีการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าโดยดูจากโหลดการใช้ของแต่ละอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละห้อง ดังภาพที่ 2.9 ซึ่งค่าที่วัดออกมาได้นี้มาจากการตรวจจับสนามแม่เหล็ก Electromagnetic field (EMF) จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์และยังใช้ควบคู่ไปกับการตรวจจับความเคลื่อนไหว ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย Wireless Sensor Network (WSN) และนำข้อมูลในการตรวจจับสัญญาณนั้นมาจำแนกประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้า ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำงานเมื่อมีผู้ใช้งาน เช่น โทรทัศน์ (Active Appliances) อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำงานตลอดเวลา (Background Appliances) เช่น ตู้เย็น และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำงานเมื่อมีผู้อยู่ใช้งานหรือไม่ใช้งานก็ได้ (Passive Appliances) เช่น เครื่องซักผ้า ซึ่งท้ายสุดแล้วจะนำมาตรวจหาความผิดปกติและพลังงานที่สูญเสียไปโดยไม่จำเป็นของการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ

Ref. code: 25605910037489NJU



ภาพที่ 2.9 โหลดการใช้พลังงานของแต่ละอุปกรณ์ไฟฟ้าแยกตามช่วงเวลา

Ref. code: 25605910037489NJU

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนาระบบ

การตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายไร้สายถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้า (Ampere) และค่ากำลังไฟฟ้า (Watt) โดยใช้เซ็นเซอร์กระแส CT Sensor SCT013 ตรวจสอบขณะใช้งาน ผ่านสัญญาณไร้สายโดยมีเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU รุ่น ESP8266 ซึ่งจะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานเป็นตัวรับ-ส่ง สัญญาณค่ากระแสไฟฟ้า แล้วส่งผลการตรวจสอบไปยังอุปกรณ์ Raspberry Pi และแสดงผลต่อไปยัง Application Blynk บน Smartphone เพื่อตรวจสอบข้อมูลค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าขณะใช้และยังสามารถแสดงข้อมูลผลการตรวจสอบย้อนหลังได้

ในบทนี้เราจะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานที่เกี่ยวกับการตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งได้ทำการจำลองรูปแบบการตรวจสอบ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบและวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบเพื่อทำการเปรียบเทียบการใช้ค่าไฟฟ้าต่างๆ และประสิทธิภาพของการทำงานที่เกิดขึ้น

3.1 โครงสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

3.1.1 Hardware ที่ใช้ในการออกแบบ

3.1.1.1 เซ็นเซอร์กระแส CT Sensor SCT013 หน้าที่การทำงานในระบบ เป็นอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้อง การตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 3.1 เซ็นเซอร์กระแส CT Sensor SCT013
ที่มา: www.arduitronics.com/product/

Ref. code: 25605910037489NJU

3.1.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU รุ่น ESP8266 หน้าที่การทำงานในระบบ เป็นตัวรับ-ส่งสัญญาณค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์กระแส CT Sensor SCT013



ภาพที่ 3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU รุ่น ESP8266

ที่มา: http://muemaiafe.blogspot.com/2016/01/nodemcu-iot-1-nodemcu.html

3.1.1.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi3 model B

มีหน้าที่การทำงานดังต่อไปนี้

1. ให้บริการ Web Server สำหรับ Web Application เพื่อให้ User เข้ามาเชื่อมต่อและตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

2. ประมวลผลโปรแกรมควบคุมระบบทั้งหมดซึ่งถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา Python

3. เป็น Database เก็บค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่วัดได้

การเชื่อมต่อระบบการทำงานดังต่อไปนี้

1. เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ผ่านทาง Wifi IP adders

2. เชื่อมต่อกับ Router ผ่านทาง 10/100 Ethernet socket



ภาพที่ 3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi3 model B

ที่มา: https://www.raspberrypi.org/magpi/arduino-raspberry-pi/

Ref. code: 25605910037489NJU

3.1.2 Software ที่ใช้ในการออกแบบระบบ

1. โปรแกรม ARDUINO IDE ใช้เขียน code ให้ NodeMCU ด้วยภาษา C
2. โปรแกรม Putty ในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และ Raspberry Pi board
3. ใช้ Application Blynk IoT Platform ในการเก็บข้อมูลและแสดงผลบน Smartphone

3.2 ภาพรวมของระบบ

จากการออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า จะสามารถแสดงให้เห็นในภาพที่ 3.4 ซึ่งภายในระบบจะประกอบไปด้วย เซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในการตรวจวัดกระแสไฟฟ้า ในกรณีที่มีการเปิดการใช้งานกระแสไฟฟ้า ข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์ในการตรวจวัดกระแสไฟฟ้า จะถูกทำการประมวลผลและควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นเครื่องลูกข่ายในการ เชื่อมต่อเครือข่ายสำหรับส่งข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้า ให้กับ Raspberry Pi เครื่องแม่ข่าย (Server) เพื่อบันทึกข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้าสำหรับการประมวลผลในการคำนวณปริมาณกระแสไฟฟ้า ส่วนเครื่องลูกข่ายนั้นสามารถดูข้อมูลการตรวจวัดจากเครื่องแม่ข่าย (Server) โดยผ่าน Application Blynk บน Smartphone เพื่อดูข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า



ภาพที่ 3.4 ภาพรวมของระบบ

Ref. code: 25605910037489NJU

3.3 หลักการทำงานของระบบ

ในการทำงานจะเริ่มจากการใช้เซ็นเซอร์วัดค่ากระแสของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการ ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU เพื่ออ่านค่าของกระแสไฟฟ้า โดยที่เซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าสามารถอ่านได้เป็นค่าสัญญาณแอนาล็อก เพื่อนำมาใช้พัฒนาโปรแกรมตรวจสอบในไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU นั้นจะทำการส่งค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า ไปบันทึกลงในฐานข้อมูลของ Raspberry Pi เครื่องแม่ข่าย (Server) เพื่อให้เครื่องแม่ข่ายสามารถรองรับการเรียกดูข้อมูลจากเครื่องลูกข่ายได้ผ่าน Application Blynk บน Smartphone

3.3.1 การทำงานของระบบต้นแบบ

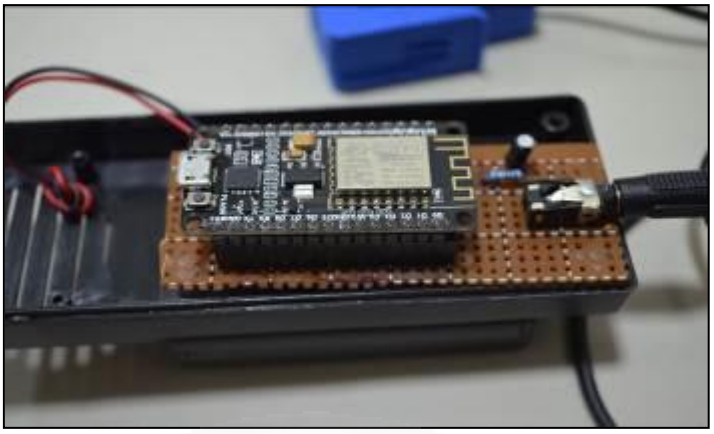
การทำงานจะเป็นระบบเครือข่าย LAN ซึ่งมีเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าทำการวัดกระแสไฟฟ้า โดยทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU และรับส่งข้อมูล ผ่านทางเครือข่าย LAN โดยที่มีการเชื่อมต่อแบบ Client-Server และส่งต่อไปยัง Raspberry Pi เครื่องแม่ข่ายโดยที่จะมีโปรแกรม จัดเก็บข้อมูลและแสดงข้อมูลผ่านทาง Application Blynk บน Smartphone ในระบบต้นแบบจะมีส่วนหลักๆ ที่สำคัญอยู่สองส่วนด้วยกัน คือ

1. ส่วนที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูลส่วนที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูลเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า ทำหน้าที่วัดกระแสไฟฟ้าเพื่อส่งข้อมูลให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ส่วนที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูล

Ref. code: 25605910037489NJU



ภาพที่ 3.6 ภายในส่วนที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูล

2. ส่วนที่ใช้รับค่าและแสดงผลข้อมูล ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU จะทำการรับค่าจากเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า และทำการส่งข้อมูลที่ได้จากการวัดกระแสไฟฟ้าให้กับ Raspberry Pi เครื่องแม่ข่าย (Server) เพื่อบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดกระแสไฟฟ้าลงในระบบฐานข้อมูล โดยหน้าที่หลักของเซอร์เวอร์จะแบ่งได้เป็นสองส่วนได้แก่

1. การจัดเก็บข้อมูลที่ได้รับจากไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU
2. การออกรายงานผลให้กับผู้ใช้ผ่านทาง Application Blynk บน Smartphone



ภาพที่ 3.7 ส่วนที่ใช้รับค่าและแสดงผลข้อมูล

Ref. code: 25605910037489NJU

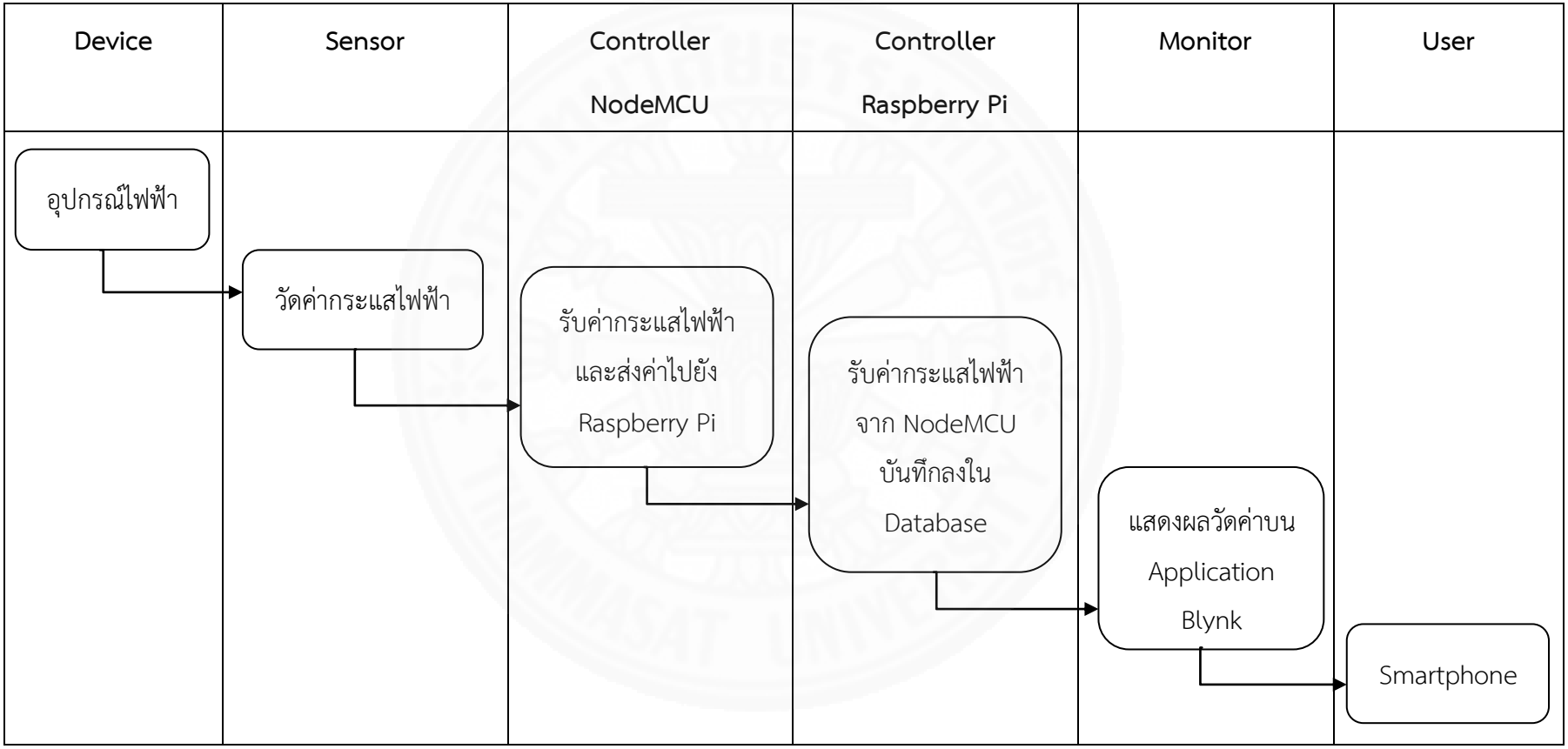
3.4 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ

จะเริ่มจากระบบเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าส่งค่าสัญญาณแบบแอนาล็อกให้กับ ชุดบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU หลังจากนั้นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU จะทำการเชื่อมต่อกับ Raspberry Pi เครื่องแม่ข่าย (Server) ผ่านทางโปรโตคอล TCP เพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างกัน เมื่อ Raspberry Pi เครื่องแม่ข่าย (Server) ได้รับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU แล้วจะทำการบันทึกข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้าทุกๆ 2 วินาที ลงในฐานข้อมูลเครื่องแม่ข่าย (Server) ต่อไปก็จะรอรับการเรียกดูข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้าผ่านทาง Application Blynk จากเครื่อง Smart Phone โดยมีบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบแสดงในตารางที่ 3.1

Ref. code: 25605910037489NJU

ตารางที่ 3.1

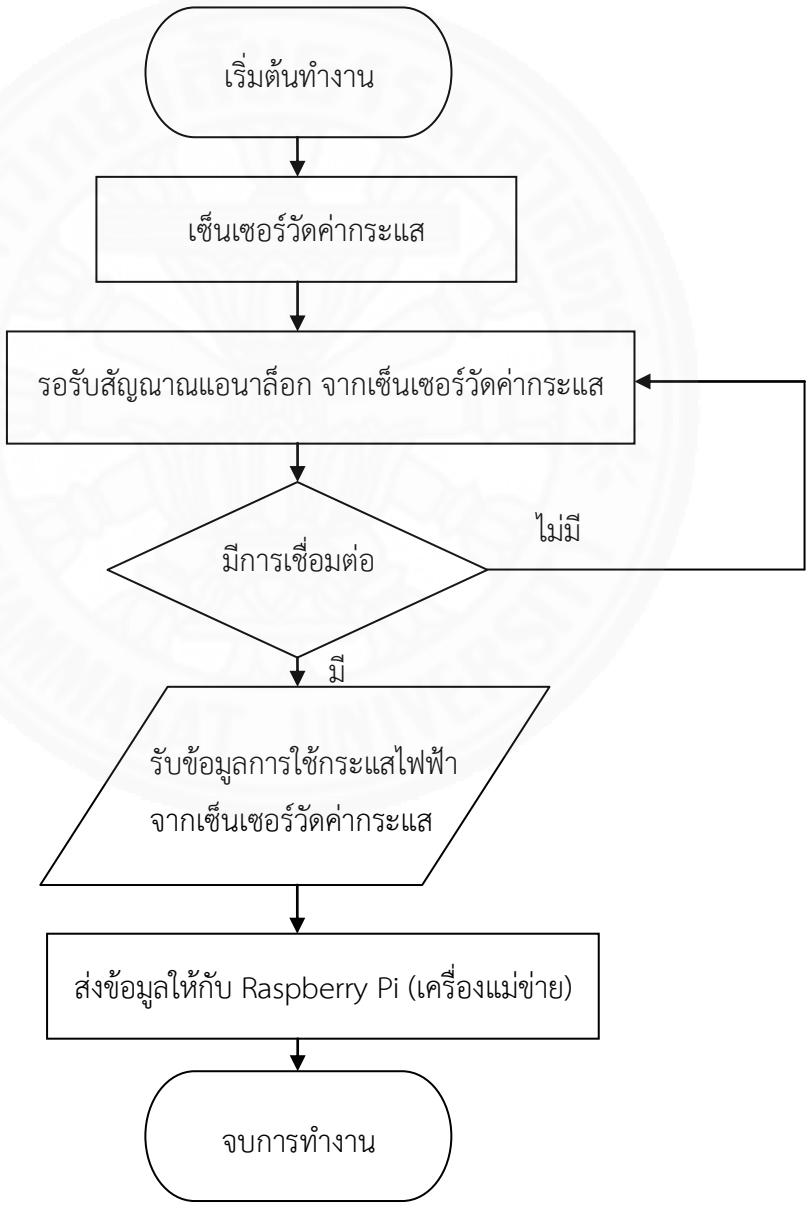
บล็อคไดอะแกรมการทำงานของระบบ



Ref. code: 25605910037489NJU

3.5 การออกแบบการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU

การออกแบบ Flowchart ของการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU เริ่มจากเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าส่งค่าที่วัดได้ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU และกำหนดค่าระบบเครือข่ายให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU เพื่อใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU กับ Raspberry Pi เครื่องแม่ข่ายเพื่อส่งข้อมูลปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า ก็จะจบการทำงาน ดังภาพที่ 3.8

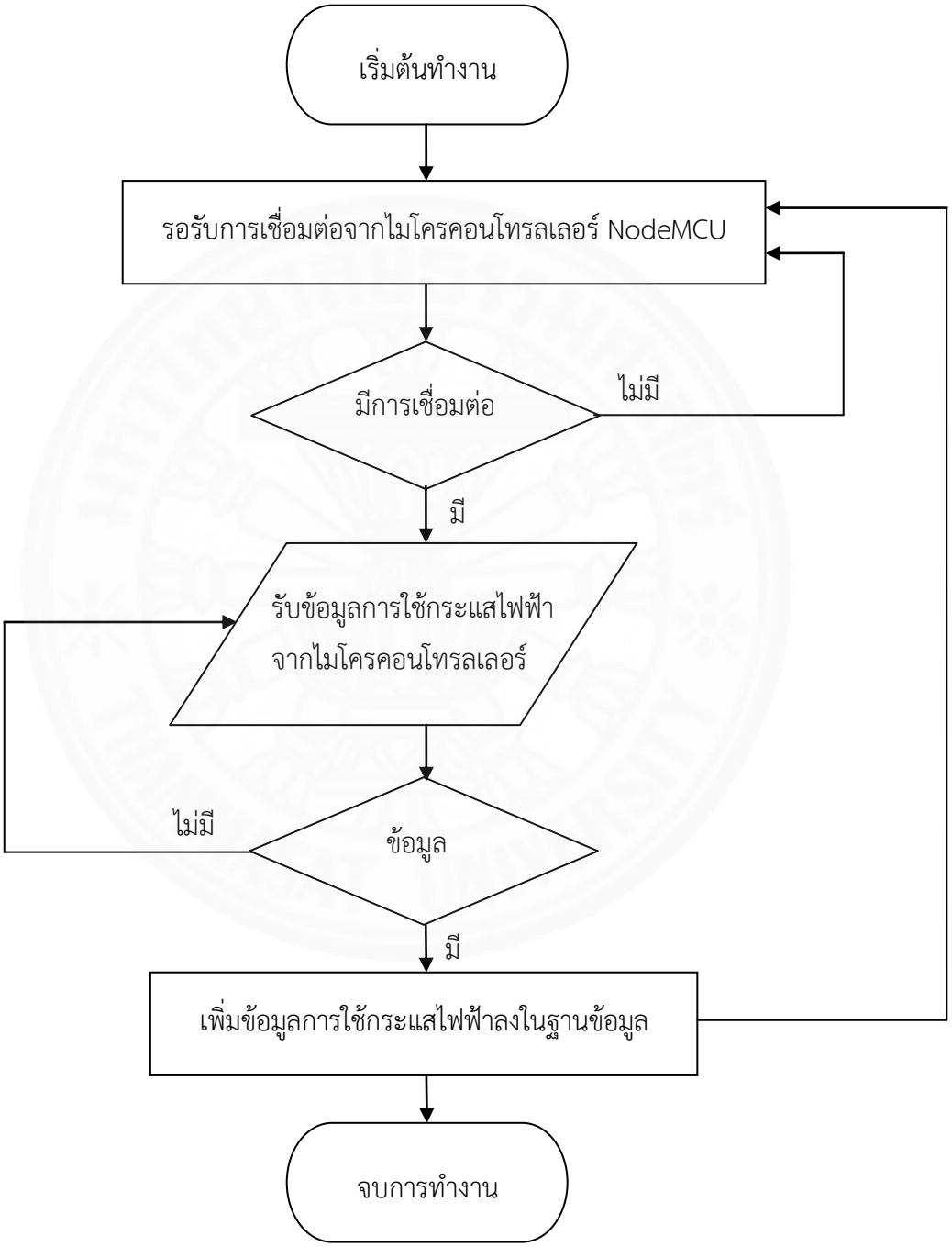


ภาพที่ 3.8 Flowchart ของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU

Ref. code: 25605910037489NJU

3.6 การออกแบบการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi

การออกแบบ Flowchart ของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi ดังภาพที่ 3.9



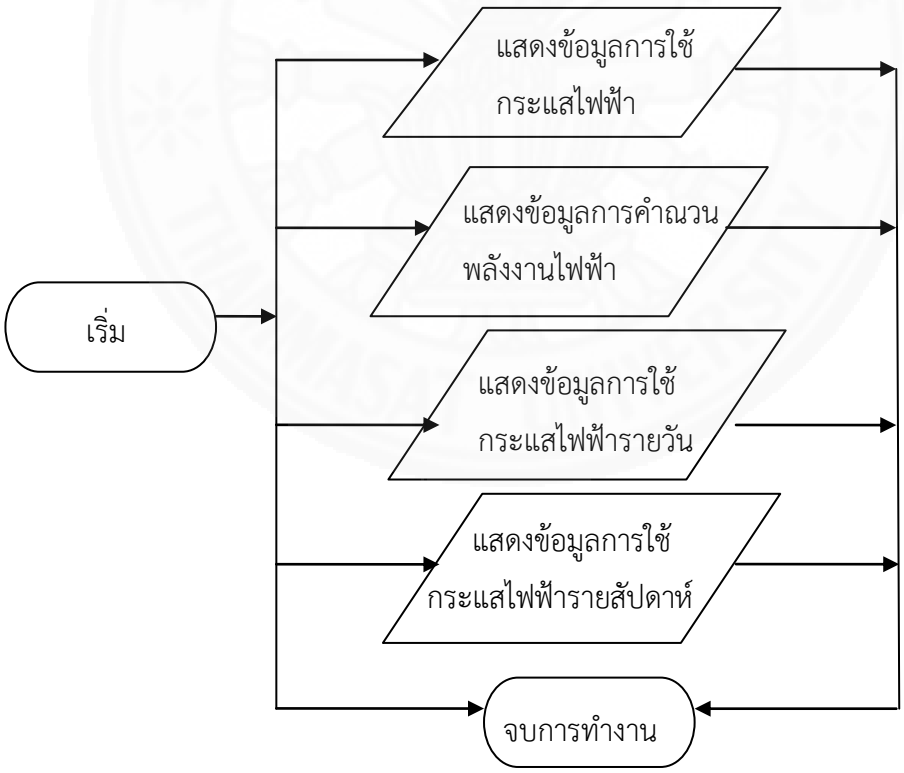
ภาพที่ 3.9 Flowchart ของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi

Ref. code: 25605910037489NJU

จากภาพที่ 3.9 การออกแบบการเขียนโปรแกรมบน Raspberry Pi เครื่องแม่ข่าย จะเห็นได้ว่า เมื่อเริ่มการทำงานแล้วนั้น เว็บเซิฟเวอร์จะรอการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านไอพีแอดเดรสของเครื่องแม่ข่ายและโปโตคอล Http ถ้าไม่มีการเชื่อมต่อ ก็จะรอรับการเชื่อมต่อไปจนกระทั่งมีการเชื่อมต่อ เมื่อมีการเชื่อมต่อระหว่าง Raspberry Pi เครื่องแม่ข่ายกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว Raspberry Pi เครื่องแม่ข่ายจะรอรับข้อมูลปริมาณกระแสไฟฟ้าถ้ามีข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้า จากไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi เครื่องแม่ข่ายจะทำการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล เมื่อทำงานกระบวนการนี้สำเร็จแล้ว จะไปรอรับการเชื่อมต่อจากไมโครคอนโทรลเลอร์ใหม่ ส่วนการจบการทำงานนั้นก็ต่อเมื่อมีการปิดการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU กับ Raspberry Pi เครื่องแม่ข่าย

3.7 การออกแบบโครงสร้างการแสดงผล

การออกแบบ Flowchart ของหน้า Application Blynk ได้ดังภาพที่ 3.10



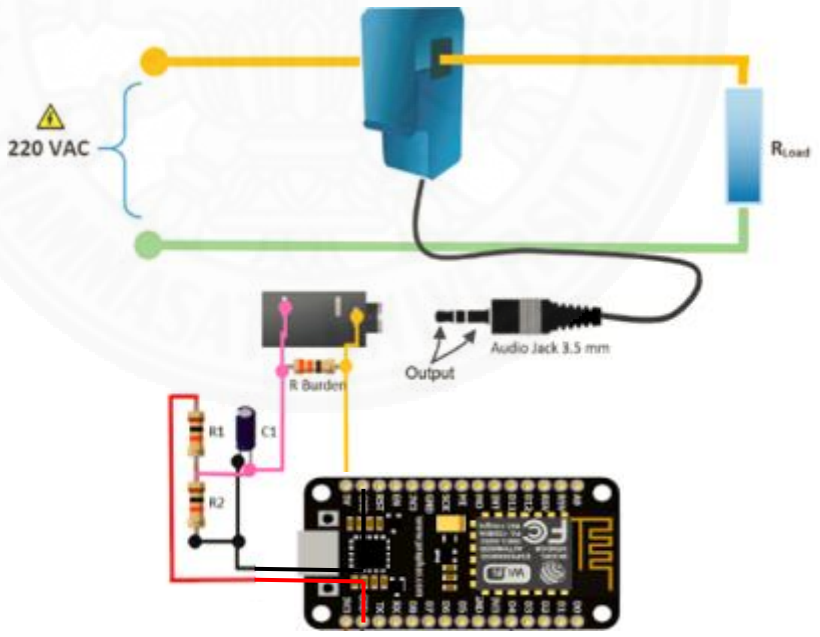
ภาพที่ 3.10 การออกแบบ Flowchart การทำงานของ Application Blynk จากเครื่อง Smart Phone

Ref. code: 25605910037489NJU

จากภาพที่ 3.10 เป็นการออกแบบ Flowchart การทำงานของหน้า Application Blynk จากเครื่อง Smart Phone เริ่มการทำงานจากการเปิดหน้า Application Blynk ประกอบไปด้วยข้อความแสดงข้อมูลปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า เป็นการแสดงปริมาณข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่ใช้ไปล่าสุด แสดงข้อมูลการคำนวณพลังงานไฟฟ้า แสดงข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้ารายเดือน เป็นการแสดงข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่ใช้ไปในเดือนปัจจุบัน แสดงข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้ารายวัน เป็นการแสดงข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้าในวันล่าสุด เมื่อไม่ต้องการให้แสดงข้อมูลให้ทำการปิดหน้า Application Blynk ก็จะจบการทำงาน

3.8 การออกแบบวงจร

เนื่องจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดกระแสให้สัญญาณออกมาเป็นค่ากระแสไฟฟ้า จึงไม่สามารถเชื่อมต่อโดยตรงกับ NodeMCU ได้ จึงต้องมีวงจรเพื่อแปลงสัญญาณกระแสให้เป็นแรงดันก่อนเข้าตัว NodeMCU เพื่อรับค่ากระแสไฟฟ้า โดยต่อวงจรดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 การออกแบบวงจรแปลงสัญญาณกระแสไฟฟ้า

Ref. code: 25605910037489NJU

3.9 การออกแบบจอแสดงผลใน Application Blynk จากเครื่อง Smart Phone

Application Blynk สามารถเลือกชุดคำสั่งการแสดงผลในรูปแบบต่างๆ ได้มากมาย แต่ในการวิจัยในครั้งนี้จะเลือกมาเฉพาะที่เหมาะสมและเข้าใจง่ายต่อผู้ใช้งานจริง คือ

1. การออกแบบชุดคำสั่งแสดงผลแบบ Gauge เพื่อแสดงผลค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า



ภาพที่ 3.12 การออกแบบคำสั่งแบบ Gauge

2. การออกแบบชุดคำสั่งแสดงผลแบบ Graph เพื่อแสดงผลค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง



ภาพที่ 3.13 การออกแบบคำสั่งแบบ Graph

Ref. code: 25605910037489NJU

บทที่ 4
การดำเนินการทดลอง

ใบบทนี้จะอธิบายถึงการเตรียมอุปกรณ์และผลการทดลอง ซึ่งได้ทำการจำลองการทำงานของอุปกรณ์ต้นแบบ ดังนี้

1. การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ตอบสนองของระบบตามระยะทาง ภายใต้สภาวะหนาแน่นและมีกำแพงกั้นลดทอนสัญญาณ

2. การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ภายในบ้าน กับอุปกรณ์ต้นแบบที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้าแคลมป์มิเตอร์

4.1 การเตรียมการทดลอง

4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

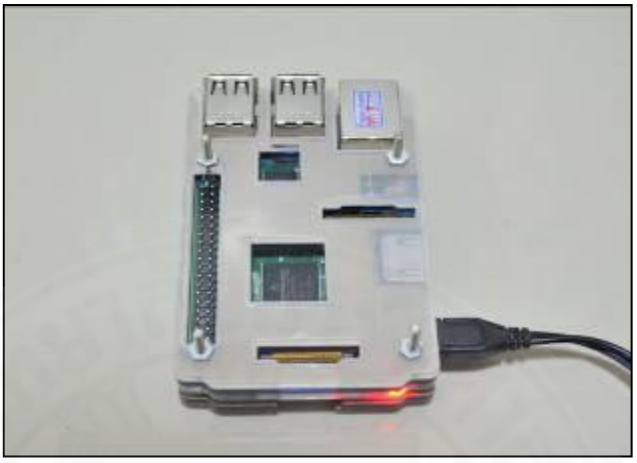
1.อุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูล อุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูลประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าทำหน้าที่วัดกระแสไฟฟ้าเพื่อส่งข้อมูลให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU



ภาพที่ 4.1 อุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูล

Ref. code: 25605910037489NJU

2. อุปกรณ์ที่ใช้รับค่าและแสดงผลข้อมูล อุปกรณ์ที่ใช้รับค่าและแสดงผลข้อมูล ประกอบด้วย Raspberry Pi เครื่องแม่ข่าย (Server) และเครื่อง Smart Phone ที่มี Application Blynk ติดตั้งภายในเครื่อง



ภาพที่ 4.2 อุปกรณ์ใช้รับค่าและแสดงผลข้อมูล

4.1.2 ราคาการเตรียมอุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ประกอบด้วย อุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU และไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi3 ซึ่งจากราคาที่ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจราคาจากร้านขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ราคาของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ราคาของอุปกรณ์ (บาท)			ราคารวม (บาท)
เซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า SCT013	**ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266**	**ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi3 Model B**	
400	210	1,685	2,295

Ref. code: 25605910037489NJU

จากตารางที่ 4.1 ราคาของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองระบบตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบไร้สายนี้รวม 2,295 บาท หากเมื่อเปรียบเทียบกับราคาของแคลมป์มิเตอร์ชนิดไร้สาย ยี่ห้อ FLUKE 376FC ซึ่งขายกันในร้านขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปมีราคาค่อนข้างสูง เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการวัดกระแสไฟฟ้าคล้ายแคลมป์มิเตอร์ชนิดไร้สาย และสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ จึงได้เกิดการทำอุปกรณ์ระบบตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบไร้สายนี้ขึ้นมา

4.2 การดำเนินการทดลอง

โดยผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมทั้งสามระบบ เพื่อเปรียบเทียบความเสถียรภาพของอุปกรณ์และทำการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต้นแบบ จากนั้นจึงได้นำระบบควมคุมทั้งสามไปใช้ในสถานการณ์จริงภายในบ้านพักและทำการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ตอบสนองของระบบตามระยะทาง ภายใต้สภาวะหนาแน่นและมีกำแพงกั้นลดทอนสัญญาณ

วัตถุประสงค์ : เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบว่าสามารถตอบสนองแบบไร้สายตามระยะทางต่างๆ และได้ระยะทางไกลที่สุดเท่าใด เพื่อระบุเป็นคุณสมบัติของอุปกรณ์ต้นแบบ

วิธีการทดลอง

1) นำอุปกรณ์ต้นแบบเชื่อมต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการตรวจสอบ นำไปตั้งห่างจากเครื่องแม่ข่ายเริ่มต้น 4 เมตร

2) เปิดระบบทั้งหมดให้พร้อมใช้งาน

3) ทดสอบตรวจจับความสามารถในการตอบสนองของระบบโดยการตรวจสอบค่าบน Application Blynk จากเครื่อง Smart Phone

4) บันทึกค่าระยะทางลงในตาราง

5) ทำซ้ำ ข้อ 1-4 โดยเปลี่ยนระยะห่างระหว่างเครื่องแม่ข่าย ตั้งแต่ 4 เมตร จนถึงไม่สามารถรับสัญญาณได้

Ref. code: 25605910037489NJU

ตารางที่ 4.2

ผลการทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้า ภายใต้สภาวะหนาแน่นและมีกำแพงกั้นลดทอนสัญญาณ

ระยะทาง	สถานะการตรวจจับ	ค่ากระแสไฟฟ้า (A)	
		Current Sensor1	Current Sensor2
6 เมตร	ตรวจจับได้	0.64	0.66
8 เมตร	ตรวจจับได้	0.66	0.66
10 เมตร	ตรวจจับได้	0.67	0.66
12 เมตร	ตรวจจับได้	0.65	0.65
13 เมตร	ตรวจจับได้	0.66	0.65
14 เมตร	ตรวจจับได้	0.66	0.66
15 เมตร	ไม่ตอบสนอง	-	-
เฉลี่ย		0.656	0.656

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบสามารถหาระยะทางที่เซ็นเซอร์สามารถใช้งานได้ครอบคลุมพื้นที่สูงสุดถึง 14 เมตร ทั้งนี้เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการตรวจวัดกระแสไฟฟ้า ควรใช้อุปกรณ์ห่างจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi เครื่องแม่ข่ายไม่เกิน 14 เมตร หากระยะห่างมากเกินกว่า 14 เมตรอาจทำให้ไม่มีการตอบสนองของอุปกรณ์ได้

4.2.2 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ภายในบ้าน กับอุปกรณ์ต้นแบบที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้าแคลมป์มิเตอร์

วัตถุประสงค์ : เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบว่าสามารถตอบสนองการวัดค่าแบบไร้สายได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และใช้งานได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ภายในบ้านได้

วิธีการทดลอง

1) นำอุปกรณ์ต้นแบบเชื่อมต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ที่ต้องการตรวจสอบ

Ref. code: 25605910037489NJU

2) เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้ววัดค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยจากอุปกรณ์ต้นแบบและเครื่องแคลมป์มิเตอร์

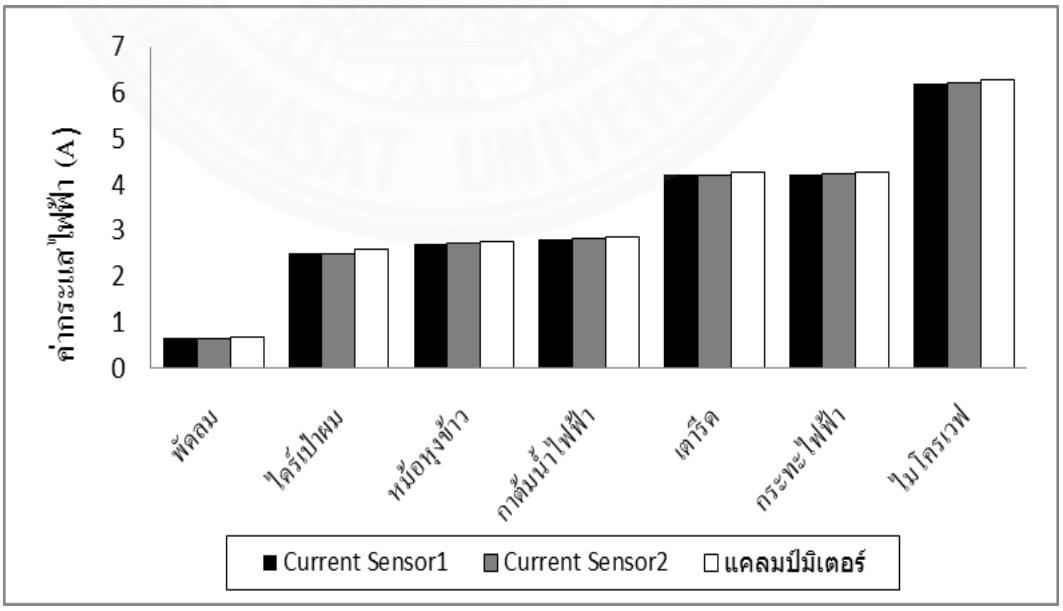
3) ตรวจสอบค่าบน Application Blynk จากเครื่อง Smart Phone

4) บันทึกค่าลงตารางและวาดกราฟ

ตารางที่ 4.3

ผลการเปรียบเทียบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ต้นแบบกับเครื่องแคลมป์มิเตอร์

เครื่องใช้ไฟฟ้า	อุปกรณ์ต้นแบบ		แคลมป์มิเตอร์ (A)	ค่าคลาดเคลื่อน (%)
	Current Sensor1 (A)	Current Sensor2 (A)		
พัดลม	0.64	0.64	0.66	3.03
ไดร์เป่าผม	2.51	2.50	2.60	3.65
หม้อหุงข้าว	2.70	2.71	2.76	1.99
กาต้มน้ำไฟฟ้า	2.80	2.82	2.86	1.74
เตารีด	4.21	4.20	4.26	1.29
กระทะไฟฟ้า	4.22	4.24	4.28	1.16
ไมโครเวฟ	6.20	6.23	6.30	1.34



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงผลการวัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ

Ref. code: 25605910037489NJU

จากตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 จะเห็นว่าเมื่อนำอุปกรณ์ต้นแบบมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ภายในบ้านสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอุปกรณ์ต้นแบบ Current Sensor ทั้งสองตัวนี้ มีผลการตอบสนองและการแสดงผลการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่แม่นยำใกล้เคียงกัน

ต่อไปเมื่อนำ Current Sensor ทั้งสองตัวนำมาเปรียบเทียบกับอุปกรณ์แคลมป์มิเตอร์อีกครั้ง ผลการวัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งสามชนิดมีความใกล้เคียงกันมากเช่นกัน จึงทำให้ทราบว่าอุกปรณ์ต้นแบบนี้สามารถวัดค่ากระสไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเครื่องแคลมป์มิเตอร์ และมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดเท่ากับ 1.16% และมีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเท่ากับ 3.65%

4.3 ตัวอย่างการนำอุปกรณ์ไปใช้ประโยชน์

1. อุปกรณ์ต้นแบบนี้สามารถเก็บบันทึกข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้า และแสดงกราฟแนวโน้นการใช้งานกระแสไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังทำให้ผู้ใช้งานทราบถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของตนเองและสามารถบริหารการใช้ไฟฟ้าเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองลงได้

2. ผู้ที่ใช้งานอุปกรณ์ต้นแบบสามารถทราบถึงค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้อย่างปลอดภัย สามารถใช้อุปกรณ์ต้นแบบนี้ โดยยืนอยู่นอกบริเวณเขตพื้นที่อันตรายทางไฟฟ้า เช่น ภายในตู้ไฟฟ้า MDB ที่มีจุดที่เข้าถึงได้ยาก หรือภายในจุดที่อันตรายอื่นๆ

3. ราคาของอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้านี้มีราคาถูกกว่า อุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้ายี่ห้อ FLUKE 376FC แบบไร้สายที่ขายกันทั่วไปมีราคาสูงถึง 19,330 บาท แต่อุปกรณ์ต้นแบบนี้มีราคาเพียง 2,295 บาท ซึ่งสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าได้ถึง 17,035 บาท

Ref. code: 25605910037489NJU

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 ผลการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้าด้วยเครือข่ายไร้สาย เป็นการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ Hardware และ Application บนเครื่อง Smart Phone และเขียนโปรแกรมสำหรับอ่านค่ากระแสไฟฟ้า จากเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ

งานวิจัยนี้สร้างอุปกรณ์ต้นแบบที่แบ่งออกเป็นสองส่วนได้แก่ ส่วนแรก คือ ส่วนที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าและส่งข้อมูลโดยใช้เซ็นเซอร์วัดกระแส SCT013 และ NodeMCU รุ่น ESP8266 ในการส่งข้อมูล ส่วนที่สอง คือ ส่วนที่ใช้รับค่าและแสดงผลข้อมูลโดยใช้ Raspberry Pi3 model B ทำหน้าที่ประมวลผลโปรแกรมควบคุมกลางของระบบ และทำหน้าที่เป็น Server เครื่องแม่ข่ายส่งข้อมูลไปยัง Application Blynk บนเครื่อง Smart Phone

จากการดำเนินงานวิจัยพัฒนาระบบทำให้ได้ เครื่องตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้าด้วยเครือข่ายไร้สาย ตามแนวคิด IoT (Internet of Things) ในราคาที่สามารถเข้าถึงได้ ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ผู้ใช้สะดวกต่อการใช้งานเพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของตนเองและสามารถบริหารการใช้ไฟฟ้าเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองลงได้ จากผลการทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าโดยอุปกรณ์ต้นแบบมีคุณสมบัติการวัดค่ากระแสไฟฟ้าใกล้เคียงกับเครื่องแคลมป์มิเตอร์ และมีค่าเปอรเซ็นตความคลาดเคลื่อนต่ำสุดเท่ากับ 1.16% และมีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเท่ากับ 3.65% และระยะห่างที่ระบบสามารถรองรับการทำงานได้อย่างประสิทธิภาพมากที่สุดไม่ควรเกิน 14 เมตร

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาระบบ

1. บริเวณการใช้งานเครื่องตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้าด้วยเครือข่ายไร้สายนี้ จำเป็นต้องมีระบบอินเตอร์เน็ตอยู่เสมอ เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กับ Server เครื่องแม่ข่ายส่งข้อมูลไปยัง Application Blynk บนเครื่อง Smart Phone

2. ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางการใช้งานของเครื่องต้นแบบที่มีจำกัดเพียง 14 เมตร

3. การตรวจวัดกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์เซ็นเซอร์มีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเท่ากับ 3.65%

Ref. code: 25605910037489NJU

5.3 แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบ

1. เครื่องต้นแบบนี้มีพื้นที่การใช้งานจำกัดเพียง 14 เมตร ในอนาคตอาจมีการพัฒนาอุปกรณ์การสื่อสารให้มีประสิทธิภาพในการรับส่งสัญญาณให้สามารถเชื่อมต่อได้ไกลขึ้นและราคาถูกลงเพื่อให้สามารถสร้างการเชื่อมต่อที่เสถียรมากขึ้น

2. มีการป้องกันการใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเกินโดยอัตโนมัติ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน

3. การแสดงผลควรจะเพิ่มส่วนแสดงผลสำหรับการคำนวณค่าไฟฟ้าจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบค่าใช้จ่ายการใช้ไฟฟ้าในขณะใช้งาน

4. ตัวโค้ดโปรแกรมที่ออกแบบมาสามารถปรับค่าตั้งเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวัดกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เทียบเท่ากับเครื่องแคลมป์มิเตอร์ และลดค่าความคาดเคลื่อนลงได้ โดยเปลี่ยนตัวเลขในวงเล็บของโปรแกรมในบรรทัด “Float current = emon1.calcIrms(1480);”

Ref. code: 25605910037489NJU

รายการอ้างอิง

บทความวารสาร

ธีรวุธ จิตรพรมา และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2559 เริ่มต้นใช้งาน NETPIE กับ ESP8266/ NodeMCU- 12E. บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

Berges. M. Rowe A. Poster: Appliance Classification and Energy Management Using Multi-Modal Sensing. The 3rd ACM Workshop on Embedded Sensing Systems for Energy-Efficiency in Buildings (BuildSys).held in conjunction with ACM SenSys. November 2011.

Tiwari. Ankit et. Al. Energy-efficient wireless sensor network design and Implementation for condition-based maintenance. ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN) Volume 3 Issue 1. March 2007.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

Yichone. (11 ตุลาคม 2560) Development of NodeMCU. Retrieved. เข้าถึงได้จาก https://www.gitbook.com/book/smartarduino/development-NodeMCU/details.

Arduino. Tutorial on Arduino project hub. (12 พศจิกายน 2560) เข้าถึงได้จาก https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage

Raspberry.Raspberry pi3 model B Specification (12 พศจิกายน 2560) เข้าถึงได้จาก https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model- accessed

ThaiEasyElec. ตัวอย่างการใช้งาน Current Sensors ประเภท Hall Effect Current Sensor. (9 พศจิกายน 2560).เข้าถึงได้จาก http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/

Ref. code: 25605910037489NJU

ภาคผนวก

Ref. code: 25605910037489NJU

ภาคผนวก ก
วิธีการใช้งานบอร์ด Raspberry Pi3 Model B เบื้องต้น

บอร์ด Raspberry Pi3 Model B เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ 32 บิต ขนาดเล็กขนาดเท่ากับเครดิตการ์ด รองรับระบบปฏิบัติการ Linux ที่พัฒนาโดย Raspberry Pi Foundation ที่ช่วงแรกหวังว่าจะใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเด็กๆ แต่ด้วยเป็นบอร์ดที่ราคาไม่แพงมาก ใช้งานง่ายเมื่อเทียบกับบอร์ดอื่นๆ เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ทำให้เป็นที่นิยมแพร่หลายสู่บุคคลทั่วไปอย่างรวดเร็ว

1. คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด Raspberry Pi3 model B

1.1 ใช้ชิพ SoC Broadcom BCM2835 ซึ่งรวม CPU ,GPU และ SDRAM

1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 700 MHz ARM11 ARM1176JZF-S core

1.3 หน่วยประมวลผลภาพ (GPU) Broadcom VideoCore IV ,OpenGL ES 2.0 ,OpenVG 1080p30 H.264 high-profile encode/decode

1.4 หน่วยความจำ SDRAM 512 MB

1.5 ขั้วต่อ USB 2.0 จำนวน 2 พอร์ต

1.6 ขั้วต่อสัญญาณภาพทั้งแบบแจ็ค RCA และ HDMI (เลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง)

1.7 ขั้วต่อสัญญาณเสียงโดยใช้แจ็ค 3.5 mm หรือ ผ่านทางขั้ว HDMI

1.8 คอนเน็คเตอร์สำหรับเชื่อมต่ออินพุตเอาต์พุต (GPIO) ,SPI ,I²C ,I²S และ UART GPIO ต่างๆ ไม่สามารถรับแรงดันอินพุต 5 VDC ได้ สูงสุดแค่ 3.3 VDC เท่านั้น

1.9 ระบบปฏิบัติการของบอร์ดจะทำงานผ่าน SD CARD

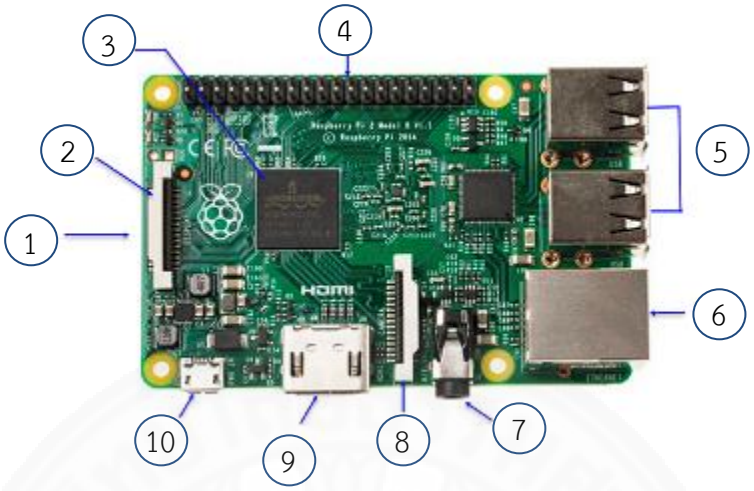
1.10 ขั้วต่อ LAN 10/100 Mbps

1.11 ใช้ไฟเลี้ยงบอร์ด 5VDC กระแสอย่างน้อย 700 mA

1.12 ขนาดของบอร์ด 85.0 x 56.0 mm

Ref. code: 25605910037489NJU

2. ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi3 model B



ภาพที่ ก-1 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi3 model B

2.1 คอนเน็คเตอร์ SD CARD ซึ่งจะติดตั้งอยู่ใต้บอร์ด

2.2 พอร์ต DSI Display connector ใช้สำหรับต่อจอแสดงผล

2.3 ใช้ชิพ SoC Broadcom BCM2835 ซึ่งรวม CPU ,GPU และ SDRAM

2.4 คอนเน็คเตอร์สำหรับเชื่อมต่ออินพุตเอาต์พุต (GPIO) ,SPI ,I²C ,I²S และ UART โดยตำแหน่งขาต่างๆ

2.5 คอนเน็คเตอร์ USB 2.0 จำนวน 2 พอร์ต

2.6 ขั้วต่อ LAN 10/100 Mbps สำหรับเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย

2.7 ช่อง Audio/Video ขนาด 3.5mm ที่เป็นทั้ง Stereo Audio และ Composite Video โดยบอร์ด Raspberry Pi จะเลือกให้โดยอัตโนมัติ

2.8 จุดต่อกล้องแบบ CSI (Camera Serial interface)

2.9 คอนเน็คเตอร์ HDMI สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง เพื่อเชื่อมต่อกับจอภาพที่มีขั้วแบบ HDMI เช่น โทรทัศน์ หรือจอมอนิเตอร์

2.10 คอนเน็คเตอร์ Micro USB สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้บอร์ด

Ref. code: 25605910037489NJU

3. ขั้นตอนการติดตั้งระบบปฏิบัติการของบอร์ด Raspberry Pi ลงใน SD CARD

บอร์ด Raspberry Pi นั้นไม่มีหน่วยความจำประเภท Flash Memory อยู่บนบอร์ด ทำให้ต้องเก็บระบบปฏิบัติการต่างๆ ไว้ใน SD CARD ซึ่งถือว่าเป็นข้อดีอย่างหนึ่ง คือ การเปลี่ยนระบบระบบปฏิบัติการต่างๆ ทำได้ง่ายเพียงแค่ถอด SD CARD แล้วเปลี่ยนอันใหม่เข้าไปเท่านั้น ซึ่งการติดตั้งระบบปฏิบัติการลงใน SD CARD มีขั้นตอนดังนี้

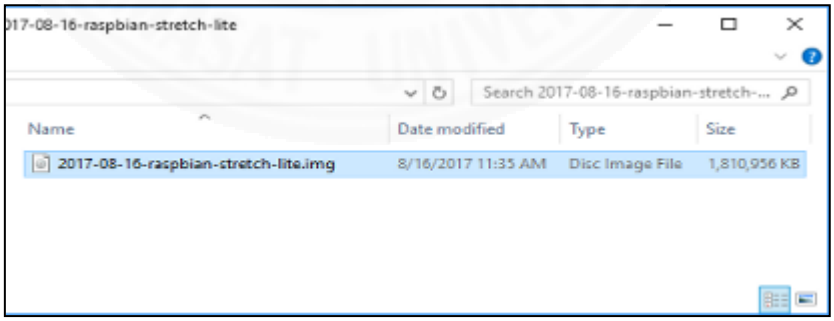
3.1 ทำการดาวน์โหลดไฟล์อิมเมจของระบบปฏิบัติการจาก

https://www.raspberrypi.org/downloads/ แนะนำให้โหลดตัว Raspberry “Raspbian” ในที่นี้ จะเลือกดาวน์โหลดเป็นไฟล์ .zip ซึ่งตัวเลขจะแตกต่างกันตามแต่ละเวอร์ชั่นดังภาพที่ ก-2



ภาพที่ ก-2 หน้าต่างดาวน์โหลด Raspbian “Raspbian”

3.2 เมื่อดาวน์โหลดเสร็จเรียบร้อยให้ทำการแตกไฟล์จะได้อิมเมจไฟล์ *.img ดังภาพที่ ก-3



ภาพที่ ก-3 หน้าต่างอิมเมจไฟล์ “Raspbian”

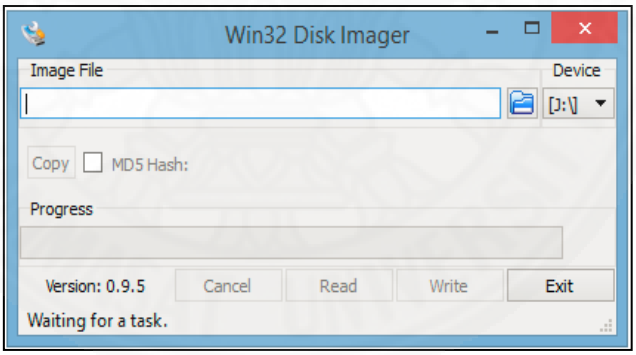
Ref. code: 25605910037489NJU

3.3 ทำการดาวน์โหลดโปรแกรม Win32DiskImager จาก http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/ เพื่อใช้เขียนอิมเมจไฟล์ลงใน SD CARD ดังภาพที่ ก-4



ภาพที่ ก-4 หน้าต่างดาวน์โหลดโปรแกรม Win32DiskImager

3.4 ให้นำ SD CARD (แนะนำให้ใช้ขนาด 8GB ขึ้นไป) ที่จะลงระบบปฏิบัติการไปเสียบที่ตัว CARD READER จากนั้นให้เปิดโปรแกรม Win32DiskImager คลิกที่ไอคอนโฟลเดอร์เลือกไปที่อิมเมจไฟล์ที่ดาวน์โหลดมา ดังภาพที่ ก-5



ภาพที่ ก-5 หน้าต่างดาวน์โหลดโปรแกรม Win32DiskImager

3.5 ให้เลือกไฟล์อิมเมจของ Raspbian ที่เราดาวโหลดไว้

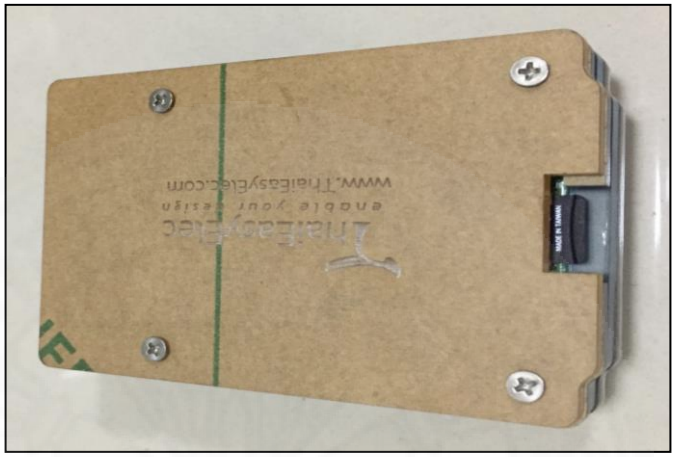
3.6 กดปุ่ม Write เพื่อติดตั้ง OS ลง Micro SD card แล้วกด YES เพื่อยืนยัน

Ref. code: 25605910037489NJU

4. เริ่มต้นการต่อใช้งานบอร์ด Raspberry Pi

หลังจากที่ได้ทำการลงระบบปฏิบัติการของบอร์ด Raspberry Pi ลงบน SD CARD แล้ว ต่อไปก็เป็นการต่อใช้งานบอร์ดซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.1 นำ SD CARD ที่ลงระบบปฏิบัติการเรียบร้อยแล้วเสียบช่อง SD CARD ของบอร์ด Raspberry Pi ดังภาพที่ ก-6



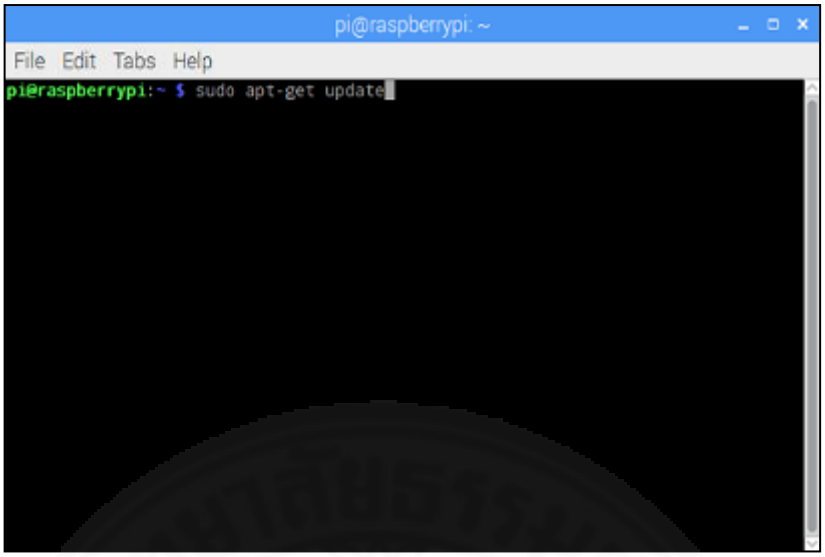
ภาพที่ ก-6 การเสียบ SD CARD ของบอร์ด Raspberry Pi

ภาพที่ ก-6 นำ SD CARD ที่ลงระบบปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว เสียบช่อง SD CARD ของบอร์ด Raspberry Pi

4.2 ทำการ Upgrade ระบบปฏิบัติการ OS และตั้งค่าการใช้ต่างๆ ให้กับบอร์ด Raspberry Pi ให้เป็นปัจจุบันโดยทำการเปิด Terminal และพิมพ์คำสั่งดังต่อไปนี้

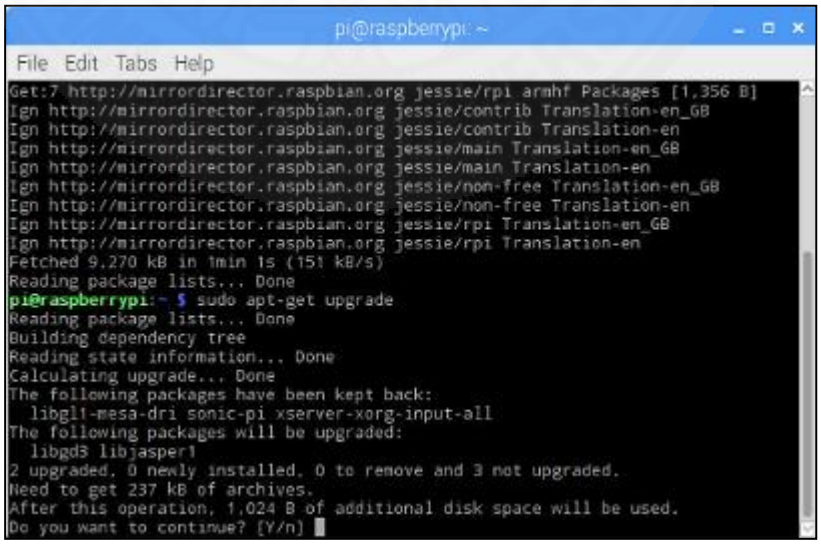
ขั้นตอนที่ 1 เปิด Terminal แล้วพิมพ์ทำสั่งต่อไปนี้ Sudo apt-get update กด Enter ดังภาพที่ ก-7

Ref. code: 25605910037489NJU



ภาพที่ ก-7 หน้าต่าง Terminal ในการพิมพ์คำสั่ง

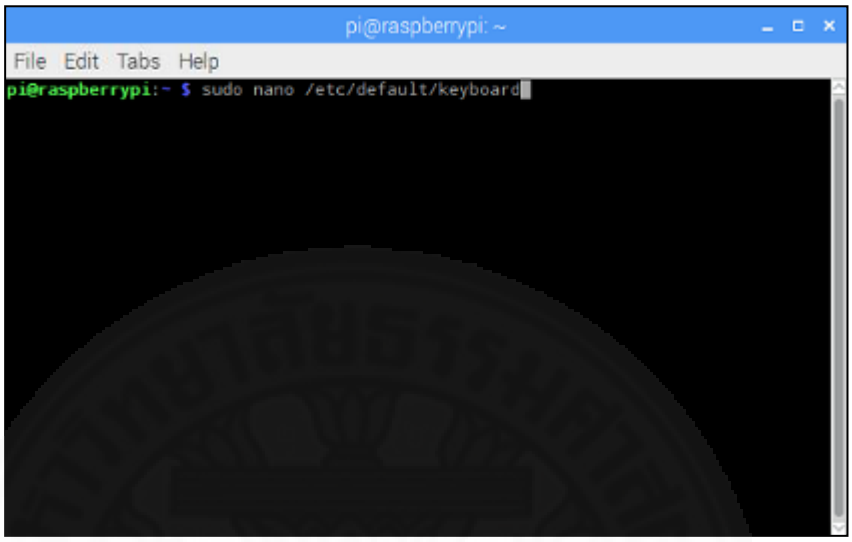
ระบบจะเริ่มตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบไฟล์ของระบบปฏิบัติการ (OS) ว่ามีไฟล์ไหนควรมีการปรับปรุงหรือไม่ หากควรปรับปรุงจะทำการลิสไฟล์เหล่านั้นไว้ เพื่อให้ทราบว่าจะต้องปรับปรุงไฟล์เหล่านั้น เมื่อตรวจว่าจะ upgrade ส่วนไหนบ้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้พิมพ์คำสั่งต่อไปนี้ sudo apt-get upgrade กด Ente อีกครั้ง เมื่อเสร็จ ระบบจะถามให้ยืนยันการ Upgrade อีกครั้ง ให้เรากด Y แล้วกด Enter เพื่อยืนยัน ดังภาพที่ ก-8



ภาพที่ ก-8 หน้าต่างตรวจสอบไฟล์ของระบบปฏิบัติการ OS

Ref. code: 25605910037489NJU

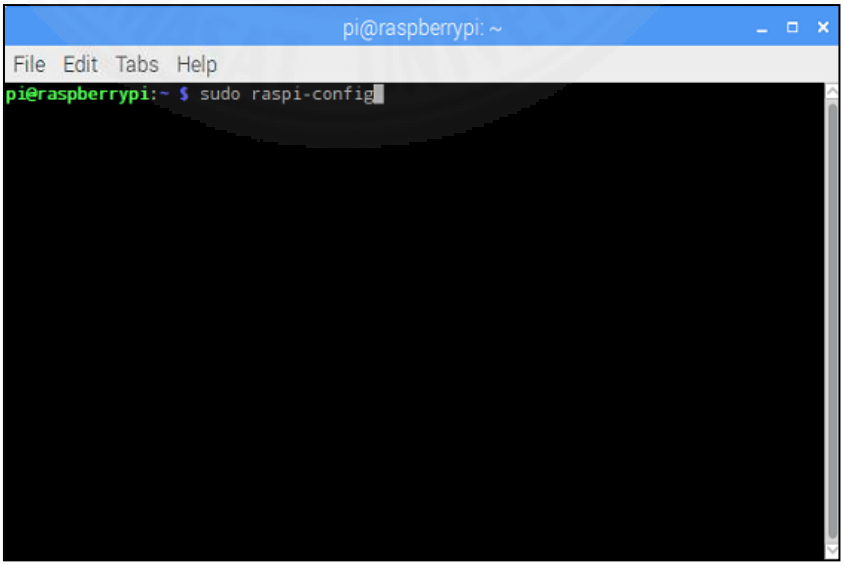
ขั้นตอนที่ 2 การตั้งค่าคีย์บอร์ด เปิด Terminal แล้วพิมพ์ทำสั่งต่อไปนี้ sudo nano /etc/default/keyboard กด Enter Enter ดังภาพที่ ก-9



ภาพที่ ก-9 หน้าต่างในการพิมพ์คำสั่งตั้งค่าคีย์บอร์ด

จากนั้นให้กด Ctrl-x แล้วกด y เพื่อยืนยันการบันทึก แล้วกด Enter เสร็จแล้วให้ พิมพ์คำสั่ง Rebootsudo reboot กด Enter

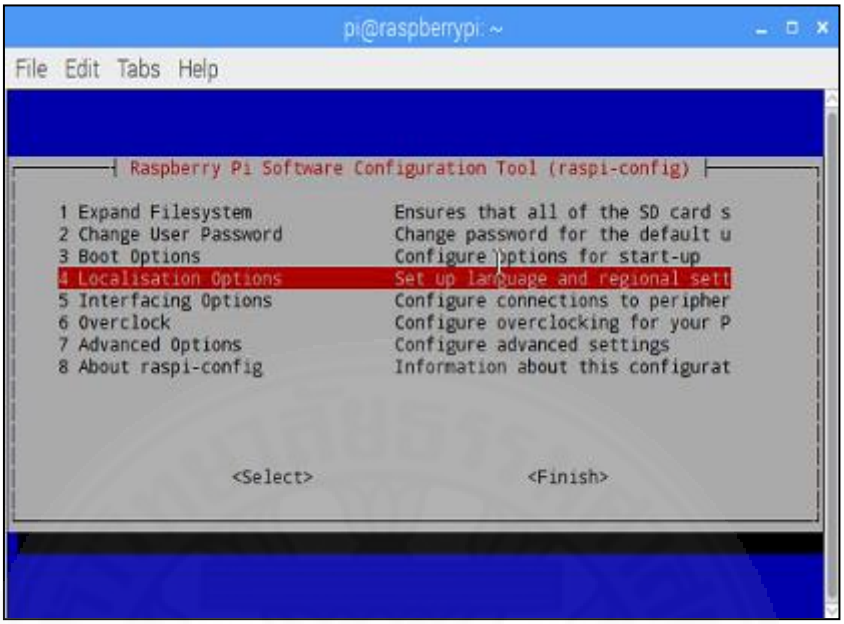
ขั้นตอนที่ 3 การตั้งเวลา เปิด Terminal แล้วพิมพ์ทำสั่งต่อไปนี้ Sudo raspi-config กด Enter ดังภาพที่ ก-10



ภาพที่ ก-10 หน้าต่างในการพิมพ์คำสั่งตั้งเวลา

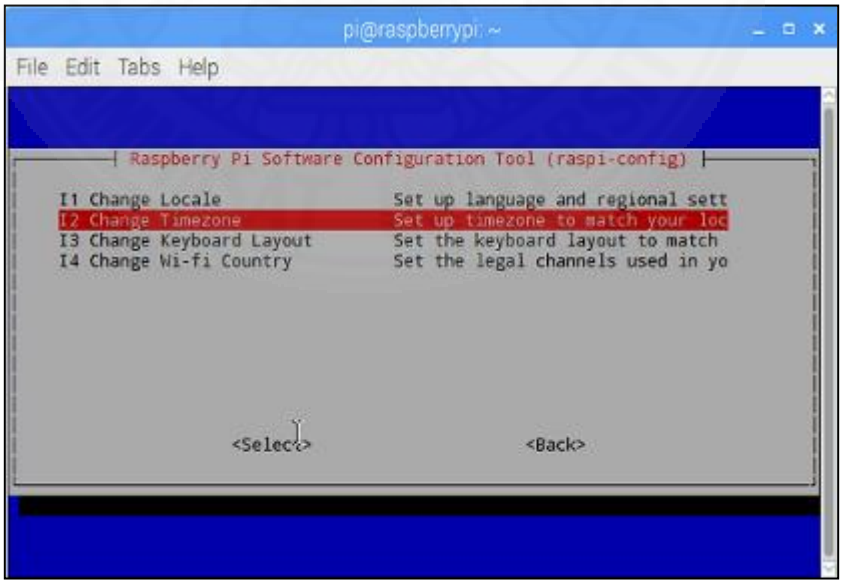
Ref. code: 25605910037489NJU

ต่อไปให้เลือก หัวข้อที่ 4. Localisation Option ดังภาพที่ ก-11



ภาพที่ ก-11 เลือกเมนู Localisation Option

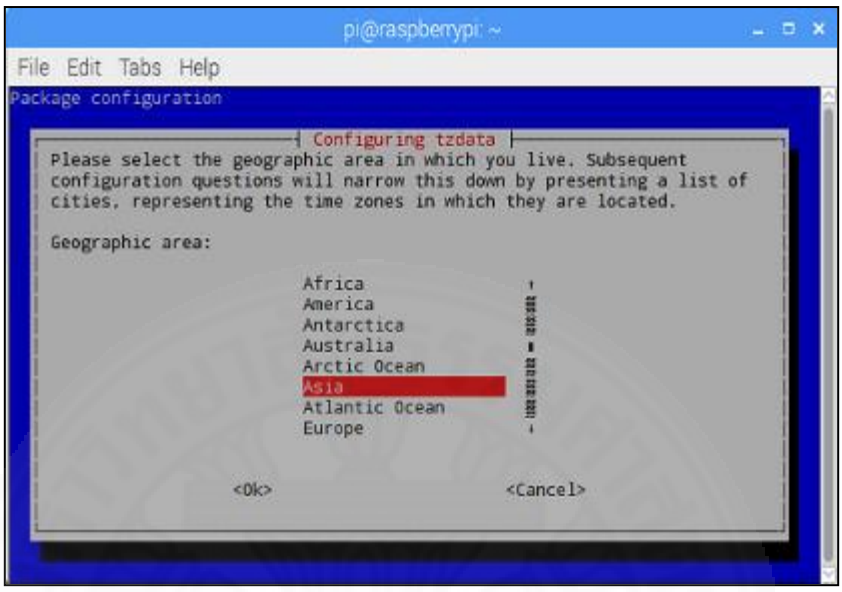
ต่อไปให้เลือก ให้เลือก I2 Change Timezone ดังภาพที่ ก-12



ภาพที่ ก-12 เลือกเมนู I2 Change Timezone

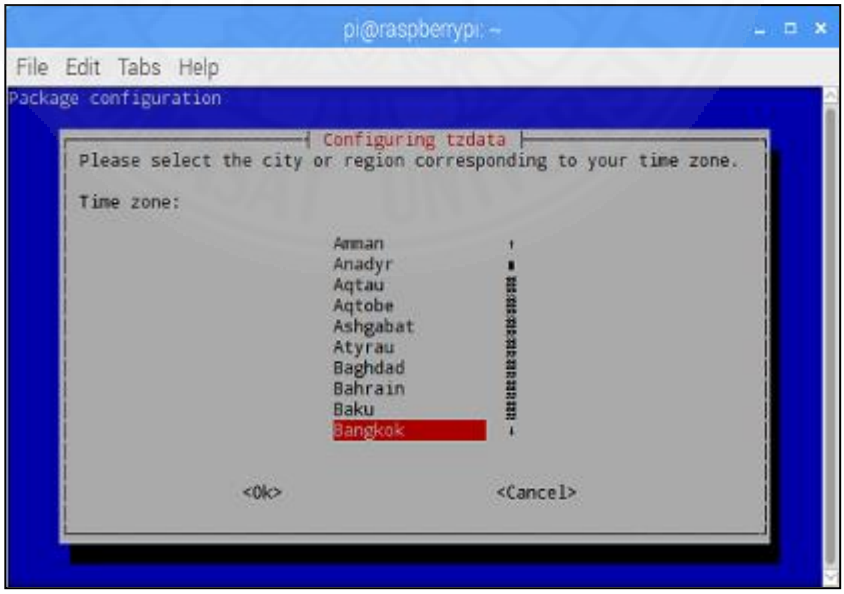
Ref. code: 25605910037489NJU

ต่อไปจะปรากฏหน้าต่าง Package configuration ขึ้นมา ให้เราเลือก Geographic area: Asia แล้วกด <ok> ดังภาพที่ ก-13



ภาพที่ ก-13 เลือกเมนู Geographic area: Asia

ต่อไปเลือก Time zone: Bangkok แล้วกด <ok> เสร็จสิ้นการตั้งเวลา ดังภาพที่ ก-14

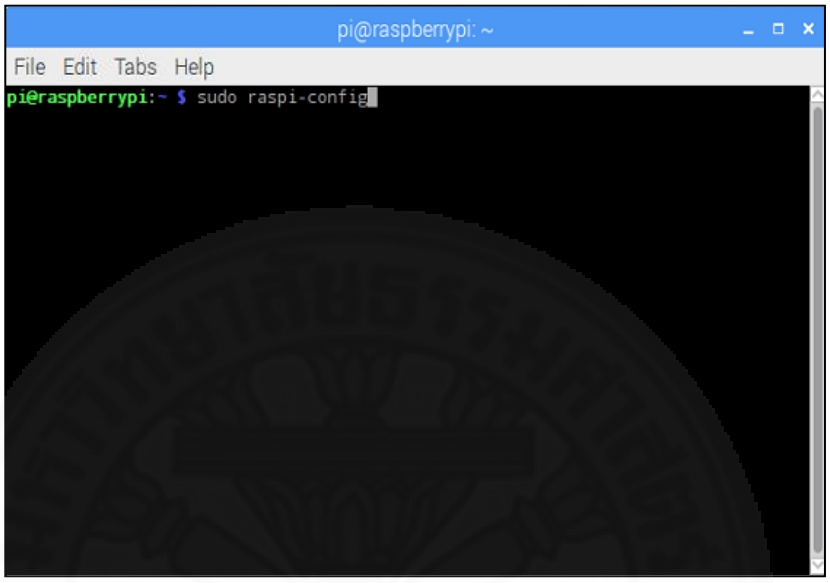


ภาพที่ ก-14 เลือกเมนู Time zone: Bangkok

Ref. code: 25605910037489NJU

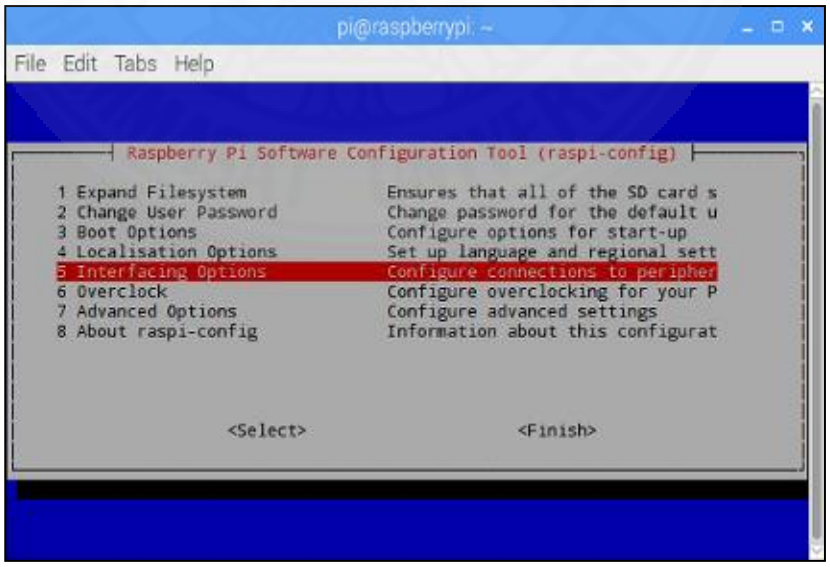
4.3 การเริ่มใช้งาน SSH กับ Raspberry Pi3 Model B

ขั้นตอนที่ 1 เปิด Terminal แล้วพิมพ์ทำสั่งต่อไปนี้ Sudo raspi-config กด Enter ดังภาพที่ ก-15



ภาพที่ ก-15 หน้าต่างในการพิมพ์คำสั่ง

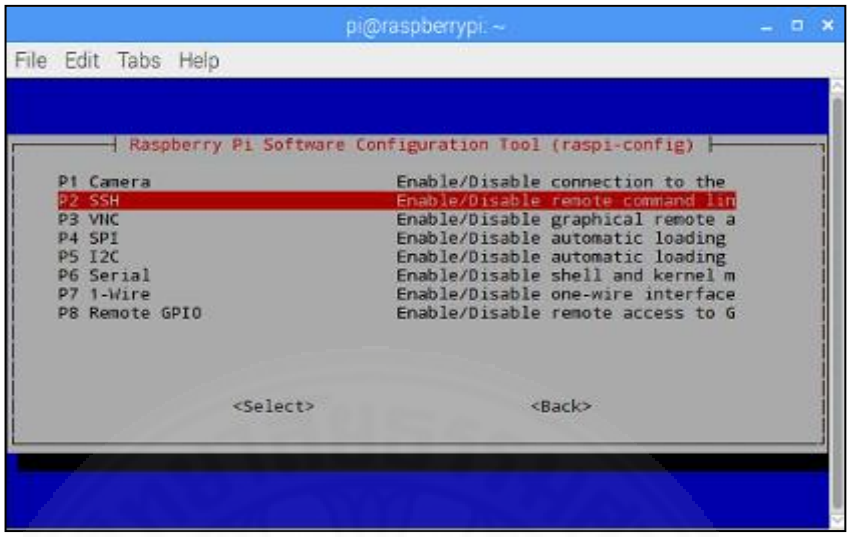
ต่อไปเลือกเมนู Interfacing Options กด Enter ดังภาพที่ ก-16



ภาพที่ ก-16 เลือกเมนู Geographic area: Asia

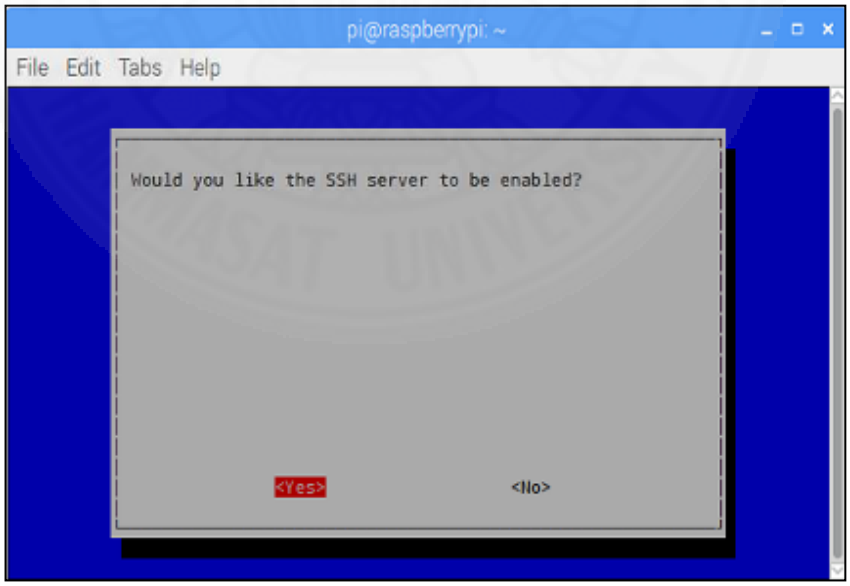
Ref. code: 25605910037489NJU

ต่อไปให้เลือกที่ P2 SSH กด Enter ดังภาพที่ ก-17



ภาพที่ ก-17 เลือกเมนู P2 SSH

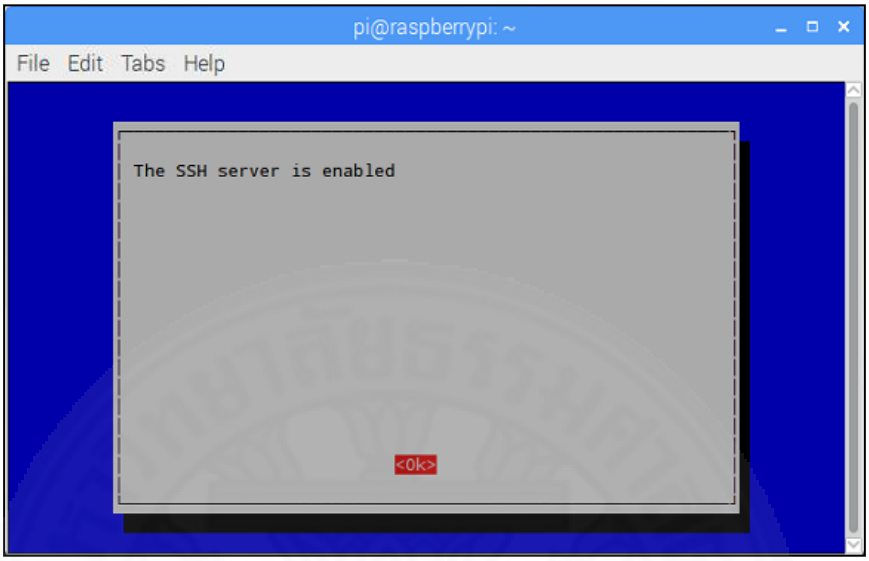
ต่อไปจะมีข้อความขึ้น Would you like the SSH server to be enabled? ให้ตอบ <Yes> ดังภาพที่ ก-18



ภาพที่ ก-18 เลือกเมนู <Yes>

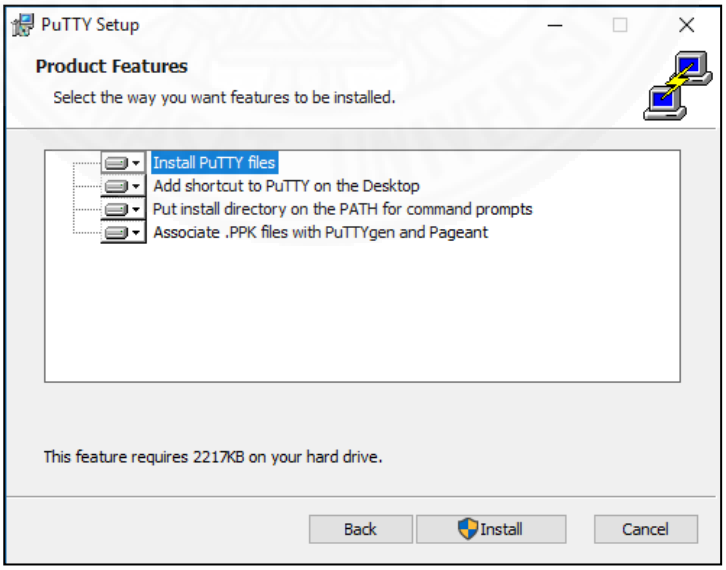
Ref. code: 25605910037489NJU

จากนั้นจะมีข้อความขึ้นมาว่า The SSH server is enabled ให้ตอบว่า <ok> แล้วกด Enter แล้วกด Finish เป็นอันเสร็จการติดตั้ง ดังภาพที่ ก-19



ภาพที่ ก-19 เลือกเมนู <ok>

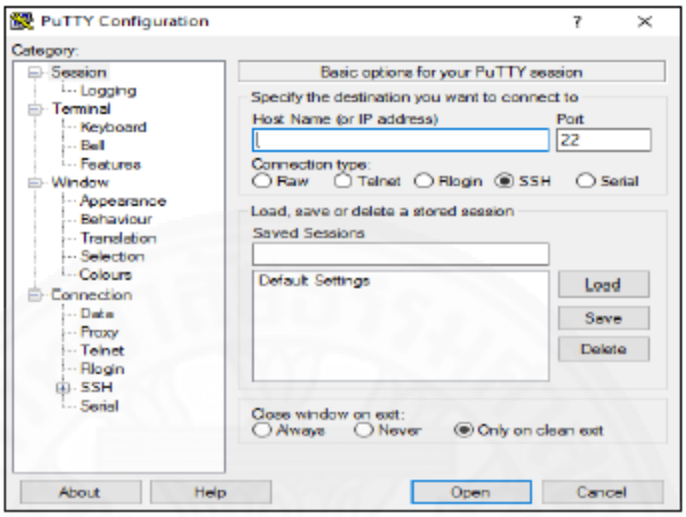
4.4 การติดตั้งโปรแกรม Putty บนคอมพิวเตอร์ เพื่อเปิดใช้งาน Raspberry Pi3 Model B กด Install แล้วกด Finish ดังภาพที่ ก-20



ภาพที่ ก-20 การ Install โปรแกรม Putty

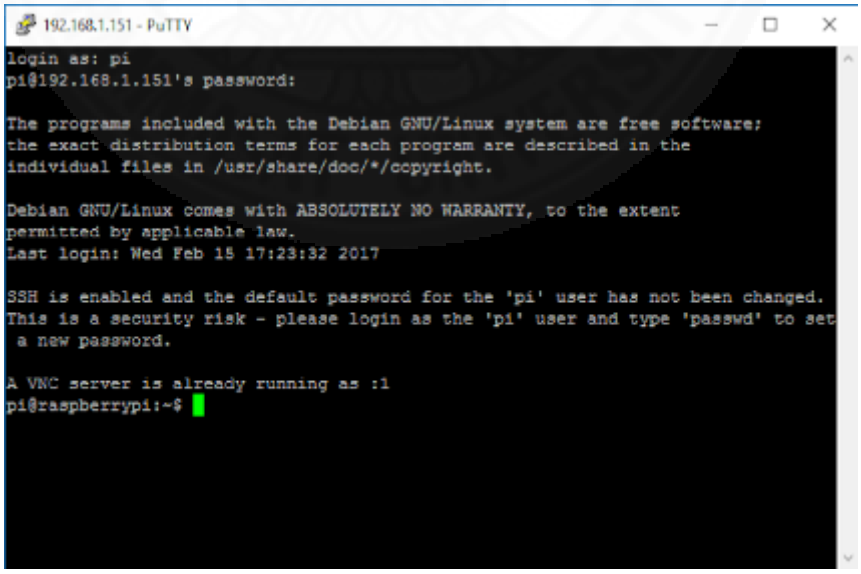
Ref. code: 25605910037489NJU

ต่อไปเปิดโปรแกรม Putty ใส่ IP Address ของ Raspberry Pi3 Model B ช่อง Port : พิมพ์ 22, Connection type : เลือก SSH หากต้องการบันทึกค่านี้ไว้ ให้ตั้งชื่อที่ Saved Sessions เช่น RPI แล้วกด Save แล้วกด Open เพื่อทำการเชื่อมต่อ ดังภาพที่ ก-21



ภาพที่ ก-21 เมนูโปรแกรม Putty

ต่อไปพิมพ์ login as : pi และ pi@192.168.1.151's password : raspberry จะสามารถเข้าใช้งานโปรแกรม Raspberry Pi3 Model B ได้ ดังภาพที่ ก-22

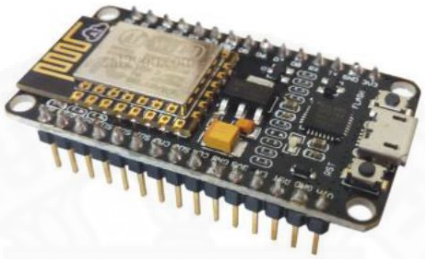


ภาพที่ ก-22 หน้าต่างการพิมพ์ Password

Ref. code: 25605910037489NJU

ภาคผนวก ข
วิธีการใช้งานบอร์ด NodeMCU รุ่น ESP8622 เบื้องต้น

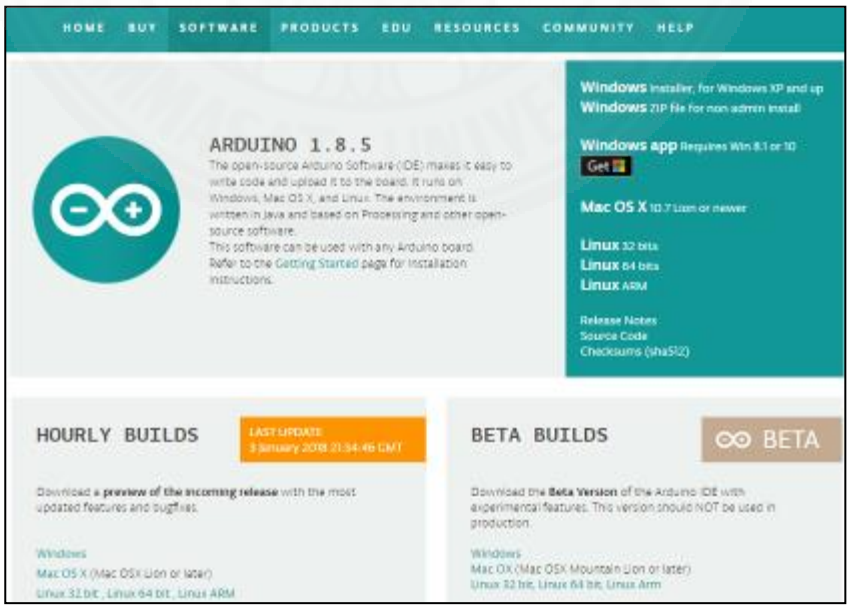
งานวิจัยนี้เลือกใช้บอร์ด NodeMCU รุ่น ESP8622 ดังภาพที่ ข-1 ในการควบคุมการทำงานของตัวรับส่งสัญญาณ โดยใช้งานร่วมกับโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งมีขั้นตอนการลงโปรแกรมดังนี้



ภาพที่ ข-1 บอร์ด NodeMCU รุ่น ESP8622

1. ดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino IDE

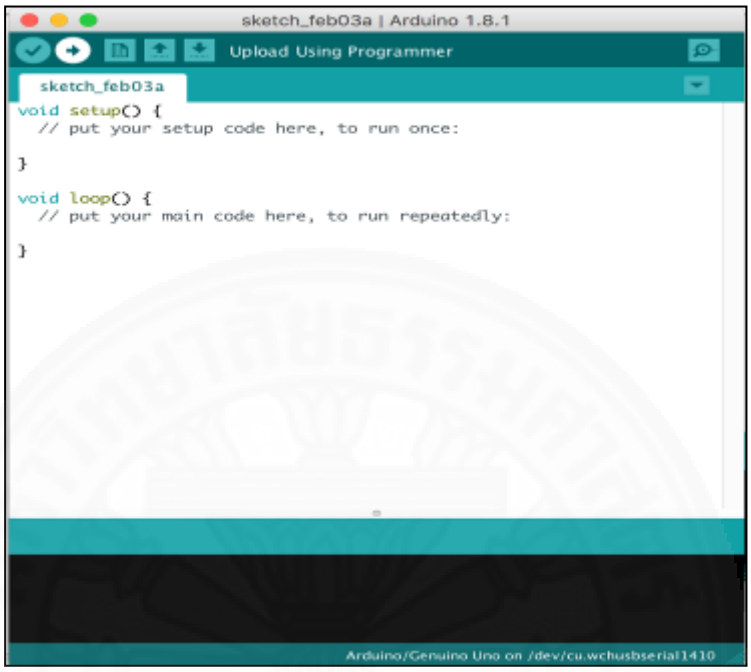
โหลดโปรแกรม Arudino IDE จาก http://www.arduino.cc/en/main/software ดังภาพที่ ข-2 โดยเลือกตามระบบปฏิบัติการที่ใช้ และทำการติดตั้ง



ภาพที่ ข-2 หน้าเว็บไซต์การดาวน์โหลด Arduino IDE

Ref. code: 25605910037489NJU

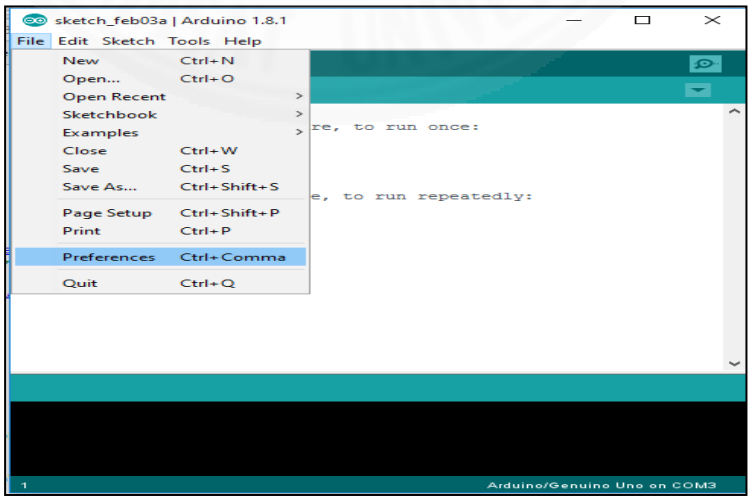
เมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว เปิดโปรแกรม Arduino IDE ขึ้นมา จะปรากฏหน้าจอลักษณะดังนี้ เป็นอันติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ ดังภาพที่ ข-3



ภาพที่ ข-3 โปรแกรม Arduino IDE

2. เริ่มต้นการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE กับ บอร์ด NodeMCU รุ่น ESP8622

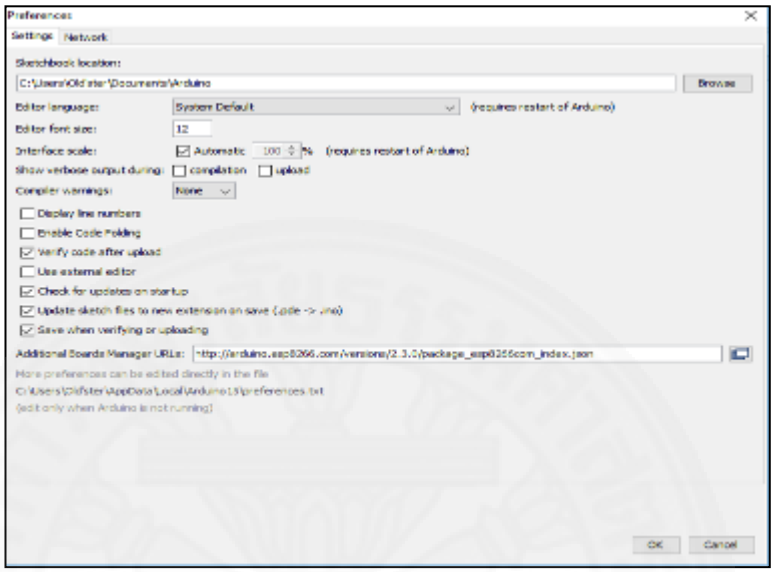
2.1. เปิดโปรแกรม Arduino IDE และไปที่ Preferences ดังภาพที่ ข-4



ภาพที่ ข-4 ติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

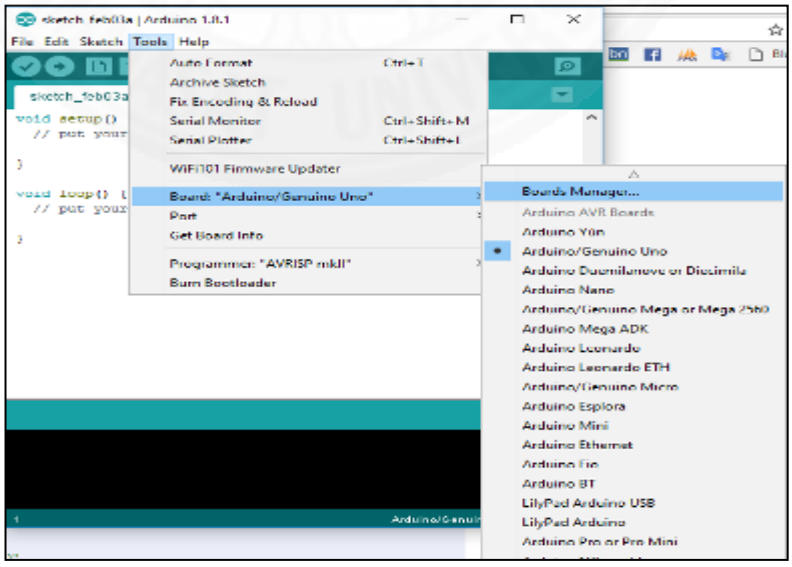
Ref. code: 25605910037489NJU

2.2 เพิ่ม URL ลงในช่อง Additional Boards Manager URLs => http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json และกด OK ดังภาพที่ ข-5



ภาพที่ ข-5 เพิ่ม URL ติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

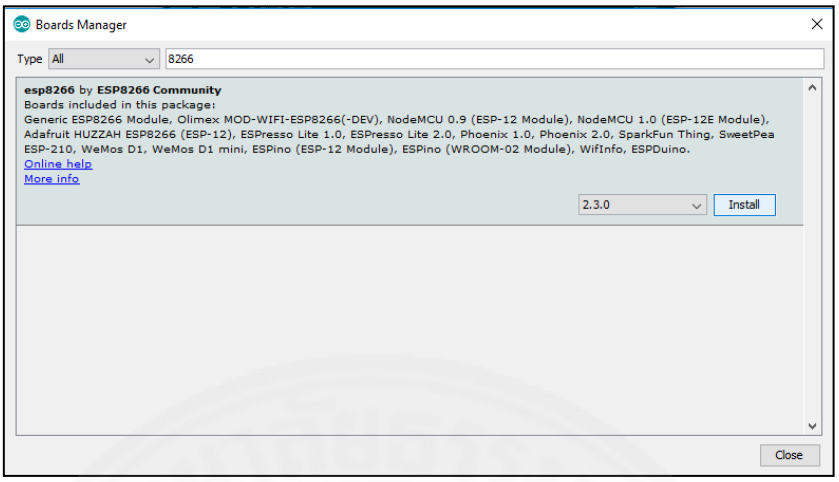
2.3 ไปที่หน้าต่าง Arduino IDE เลือก Tools => Board => Board Manager... ดังภาพที่ ข-6



ภาพที่ ข-6 การเลือก Board Manager

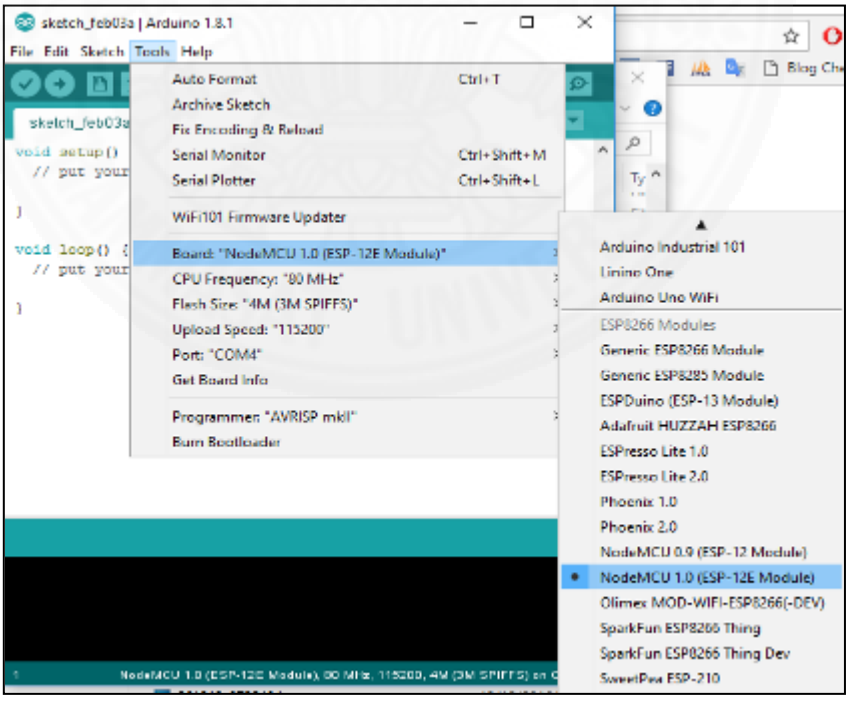
Ref. code: 25605910037489NJU

2.4 พิมพ์ลงในช่องค้นหาว่า ESP8266 และทำการติดตั้ง ดังภาพที่ ข-7



ภาพที่ ข-7 การค้นหา esp8266 และติดตั้ง

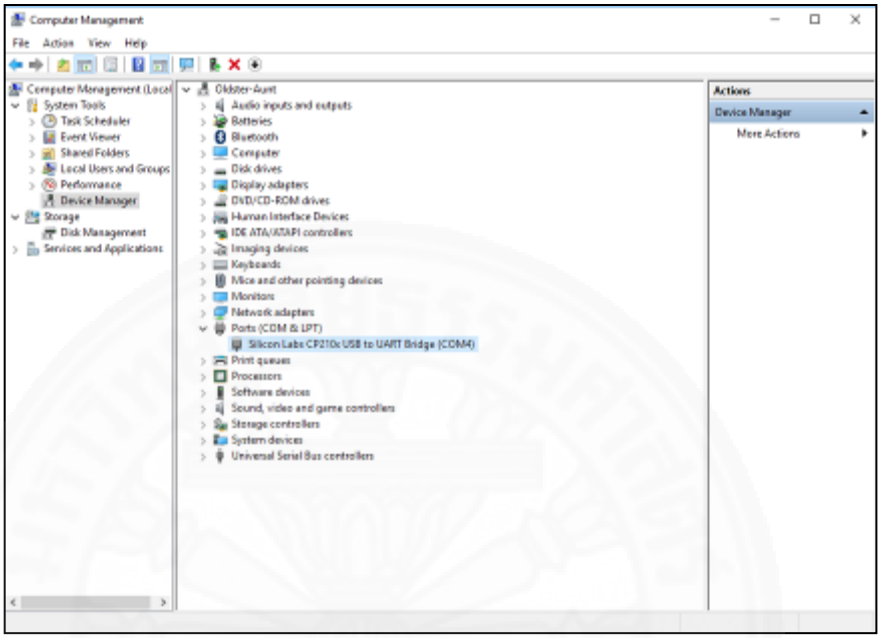
2.5 เมื่อติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ ตัวโปรแกรมจะแสดงรายชื่อบอร์ด NodeMCU ที่เพิ่งถูกติดตั้งดังนี้ (สำหรับ NodeMCU V2 ให้ เลือกบอร์ดรุ่น NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module) ดังภาพที่ ข-8



ภาพที่ ข-8 การเลือกบอร์ดรุ่น NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)

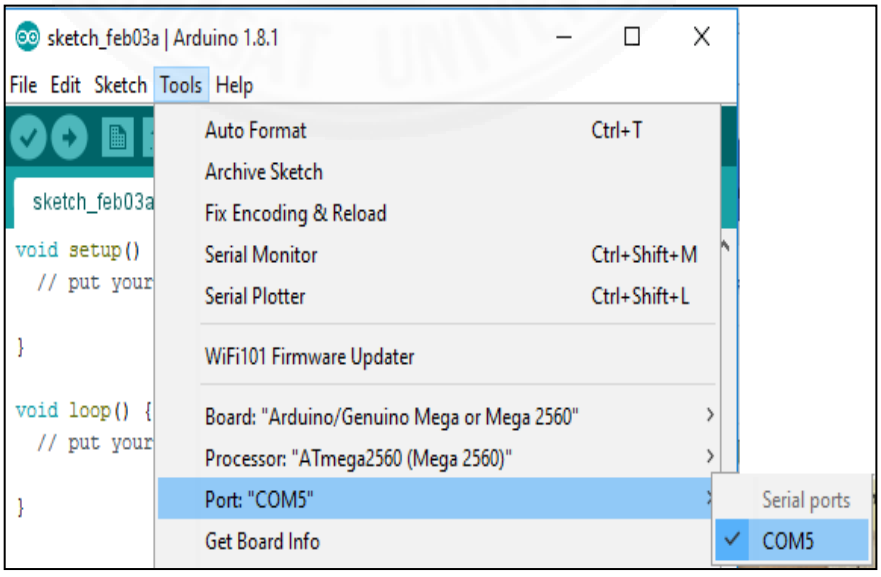
Ref. code: 25605910037489NJU

2.6 เลือก Port ให้ตรงกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยสามารถตรวจสอบได้ที่ คลิกขวา My Computer => Manager => Device Manager =>Ports (COM & LPT) วงเล็บด้านท้ายจะมี Port Com แสดงให้เห็น ดังภาพที่ ข-9



ภาพที่ ข-9 การเลือก Port Com

2.7 ต่อบอร์ด NodeMCU กับ USB port ให้เรียบร้อย และเลือก COM port ให้ตรงกับบอร์ด ติดตั้งเป็นอันเสร็จสมบูรณ์ ดังภาพที่ ข-10



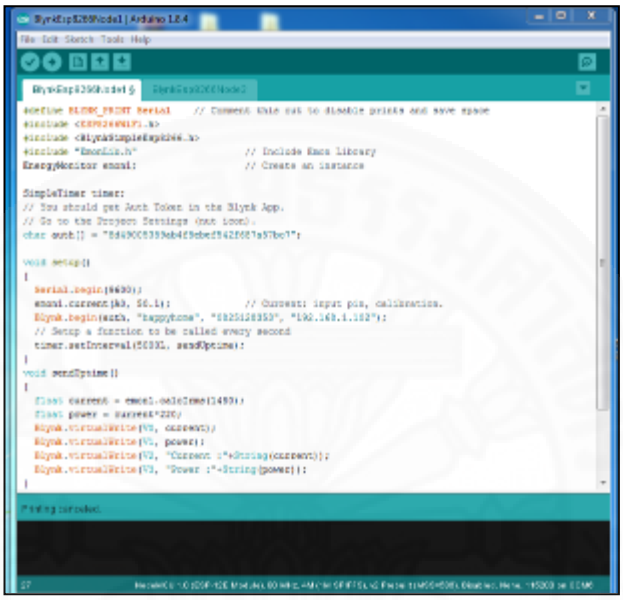
ภาพที่ ข-10 การเลือก Port Com ให้ตรงกับบอร์ด

Ref. code: 25605910037489NJU

ภาคผนวก ค

โปรแกรมการรับ-ส่งข้อมูลบน Arduino IDE กับ บอร์ด NodeMCU รุ่น ESP8622

1. โปรแกรมของอุปกรณ์ Current Sensor ตัวที่ 1 ดังภาพที่ ค-1



ภาพที่ ค-1 โปรแกรมของอุปกรณ์ Current Sensor ตัวที่ 1

ตัวโค้ดโปรแกรมของCurrent Sensor ตัวที่ 1

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include "EmonLib.h"
EnergyMonitor emon1;


SimpleTimer timer;
// You should get Auth Token in the Blynk App.
// Go to the Project Settings (nut icon).
char auth[] = "8d49005389ab4f8ebef542f687a57bc7";
```

Ref. code: 25605910037489NJU

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  emon1.current(A0, 50.1);
   Blynk.begin(auth, "Username", "Password ", "IP");
  // Setup a function to be called every second
  timer.setInterval(5000L, sendUptime);
}
void sendUptime()
{
  float current = emon1.calcIrms(1480);
  float power = current*220;
  Blynk.virtualWrite(V0, current);
  Blynk.virtualWrite(V1, power);
  Blynk.virtualWrite(V2, "Current :"+String(current));
  Blynk.virtualWrite(V3, "Power :"+String(power));
}
void loop()
{
  Blynk.run();
  timer.run();
}
```

Ref. code: 25605910037489NJU

2. โปรแกรมของอุปกรณ์ Current Sensor ตัวที่ 2 ดังภาพที่ ค-2



ภาพที่ ค-2 โปรแกรมของอุปกรณ์ Current Sensor ตัวที่ 2

ตัวโค้ดโปรแกรมของCurrent Sensor ตัวที่ 2

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include "EmonLib.h"
EnergyMonitor emon1;

SimpleTimer timer;
// You should get Auth Token in the Blynk App.
// Go to the Project Settings (nut icon).
char auth[] = "8d49005389ab4f8ebef542f687a57bc7";

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  emon1.current(A0, 50.1);
```

Ref. code: 25605910037489NJU

```
Blynk.begin(auth, "Username", "Password ", "IP");
  // Setup a function to be called every second
  timer.setInterval(5000L, sendUptime);
}
void sendUptime()
{
  float current = emon1.calcIrms(1480);
  float power = current*220;
  Blynk.virtualWrite(V4, current);
  Blynk.virtualWrite(V5, power);
  Blynk.virtualWrite(V6, "Current :"+String(current));
  Blynk.virtualWrite(V7, "Power :"+String(power));
}
void loop()
{
  Blynk.run();
  timer.run();
}
```

Ref. code: 25605910037489NJU

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายสุเมธี อินคำเชื้อ
วันเดือนปีเกิด	11 กรกฎาคม พ.ศ. 2530
ตำแหน่ง	วิศวกร แผนกวิจัยและพัฒนาชิ้นส่วนรถยนต์
ผลงานทางวิชาการ	“การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้าด้วยเครือข่ายไร้สาย” การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติ (CIOD 2018)
ประสบการณ์ทำงาน	ปัจจุบัน-2553 : วิศวกร แผนกวิจัยและพัฒนาชิ้นส่วนรถยนต์ บริษัท Keihin Asia Bangkok จำกัด

Ref. code: 25605910037489NJU