ระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน
ENERGY-SAVING CONTROL SYSTEM FOR ELECTRICAL HOME APPLIANCES

โดย

นายจิรภัทร สุขเย็น

นายณภัทร จันทราวัฒน์

นายเตชินทร์ สุขนิรันดร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

ระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน
ENERGY-SAVING CONTROL SYSTEM FOR ELECTRICAL HOME APPLIANCES

โดย

นายจิรภัทร สุขเย็น	58010190
นายณภัทร จันทราวัฒน์	58010340
นายเตชินทร์ สุขนิรันดร์	58010450

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.มนต์ชัย แช่มช้อย

ดร.สถาพร พรหมวงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

16/พ.ย./62

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

16/พ.ย.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน
ENERGY-SAVING CONTROL SYSTEM FOR ELECTRICAL HOME APPLIANCES

ผู้จัดทำ

1. นายจิรภัทร สุขเย็น 58010190
2. นายณภัทร จันทราวัฒน์ 58010340
3. นายเตชินทร์ สุขนิรันดร์ 58010450

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผศ.มนต์ชัย แช่มช้อย

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ดร.สถาพร พรหมวงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินปริญญานิพนธ์ ระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างสูง และด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสามท่านได้แก่ ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย, ดร. สถาพร พรหมวงศ์ และ ผศ.ดร. พิชญ สุพรรณกูล และพี่ ๆ ภาควิชาโทรคมนาคม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ตรวจสอบ แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่อง ในทุกขั้นตอนของการจัดทำปริญญานิพนธ์ ทางคณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อนนักศึกษา ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลือให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายที่สุด ทางคณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ หวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย

นายจิรภัทร สุขเย็น
นายณภัทร จันทราวัฒน์
นายเตชินทร์ สุขนิรันดร์

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน
ENERGY-SAVING CONTROL SYSTEM FOR ELECTRICAL HOME APPLIANCES

โดย นายจิรภัทร สุขเย็น 58010190
นายณภัทร จันทราวัฒน์ 58010340
นายเตชินทร์ สุขนิรันดร์ 58010450

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.มนต์ชัย แช่มช้อย
ดร.สถาพร พรหมวงศ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยผู้บริโภคสามารถประมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละเดือน ทำให้สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายเบื้องต้นได้ ควบคู่ไปกับการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านโทรศัพท์มือถือเพื่อความสะดวก โดยการควบคุมนั้นจะสามารถทำได้โดยแอปพลิเคชันผ่านโมดูล Wi-Fi ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมรีเลย์ กระแสและแรงดันถูกวัดโดยใช้โมดูลมิเตอร์พลังงาน หลังจากนั้นนำมาคำนวณค่าไฟฟ้าและส่งกลับไปยังโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้แบบเวลาจริงสำหรับวิเคราะห์การใช้ไฟฟ้าต่อไป

ABSTRACT

This project implements the energy-saving control system for electrical home appliances. Consumers can estimate the electricity consumption of each month so it can control the initial cost along with the control of electrical home appliances through mobile phone for convenience. By controlling, it can be done by using applications through Wi-Fi module to microcontroller to control relay. The current and voltage are measured by using the energy meter module. After that, the data of electricity charge is calculated and is sent back to user's mobile phone in real time for analyzing the electricity consumption.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		IV
สารบัญตาราง		VII
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง	3
	2.2 การคำนวณค่าไฟฟ้า	20
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**21**
	3.1 การออกแบบ	21
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	44
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	45
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**46**
	4.1 ผลการทดสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์	46
	4.2 ผลการทดสอบระบบการทำงานของแอปพลิเคชัน	54
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**65**
	5.1 สรุปผล	65
	5.2 ข้อเสนอแนะ	65
บรรณานุกรม		**66**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ	2
2.1	NODEMCU ESP8266	5
2.2	SPST คือ SINGLE POLE SINGLE THROW, SPDT คือ SINGLE POLE DOUBLE THROW	6
2.3	DPST คือ DOUBLE POLE SINGLE THROW, DPDT คือ DOUBLE POLE DOUBLE THROW	6
2.4	RELAY MODULE 4 CHANNELS	8
2.5	3-WAY SWITCH	8
2.6	รูปแบบของวงจรที่เป็นไปได้ใน 3-WAY SWITCH ทั้ง 4 รูปแบบ	9
2.7	ลักษณะการต่อวงจรใช้งานของ PZEM-004T	9
2.8	โมดูล PZEM-004T	10
2.9	การบริการ FIREBASE REALTIME DATABASE	11
2.10	หน้า INTERFACE การทำงานบน ANDROID STUDIO	13
2.11	หน้าต่าง ANDRIOD SDK	13
2.12	หน้าต่าง DEVICE แต่ละรุ่นเพื่อรองรับการใช้งาน	14
2.13	จอ LCD 16X2 CHARACTER (I2C)	15
2.14	การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C บัส	16
2.15	รูปแบบการสื่อสารแบบ I2C	17
2.16	โมดูล IR TRANSMITTER	17
2.17	โมดูล IR RECEIVER	18
3.1	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ	21
3.2	FLOW CHART การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	23
3.3	FLOW CHART การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2 (ถอดรหัส IR SIGNAL)	24
3.4	FLOW CHART การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2 (AIR CONDITIONER CONTROL)	24
3.5	FLOW CHART หน้า MAIN MENU ของแอปพลิเคชัน	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.6	FLOW CHART หน้า CONTROL ของแอปพลิเคชัน	27
3.7	FLOW CHART หน้า CONTROL ของแอปพลิเคชัน (ต่อ)	28
3.8	FLOW CHART หน้า BILLING ของแอปพลิเคชัน	29
3.9	WELCOME SCREEN	30
3.10	หน้าหลักแอปพลิเคชัน	31
3.11	หน้าต่างแอปพลิเคชันส่วนควบคุม	32
3.12	หน้าต่างควบคุมหลอดไฟดวงที่ 1	33
3.13	หน้าต่างแสดงสถานะเปิดของหลอดไฟดวงที่ 1	33
3.14	หน้าต่างควบคุมหลอดไฟดวงที่ 2	34
3.15	หน้าต่างควบคุมปลั๊กพ่วง 2 รู	35
3.16	หน้าต่างควบคุมเครื่องปรับอากาศ	36
3.17	หน้าต่างแสดงการวิเคราะห์ค่าไฟฟ้า	37
3.18	การแก้ไข RULES ของ FIREBASE AUTHENTICATION ทำให้เข้าถึงข้อมูลได้แบบสาธารณะ	38
3.19	การกำหนด KEY และ CHILD เพื่อสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และ แอปพลิเคชัน	39
3.20	การกำหนด KEY และ CHILD ในส่วนการควบคุมเครื่องปรับอากาศ	39
3.21	การเชื่อมต่อ NODEMCU กับ PZEM-004T	40
3.22	การเชื่อมต่อ NODEMCU กับ RELAY MODULE	41
3.23	การเชื่อมต่อ LCD กับ NODEMCU	42
3.24	การเชื่อมต่อ NODEMCU กับ IR RECEIVER	42
3.25	การเชื่อมต่อ NODEMCU กับ IR TRANSMITTER	43
3.26	การต่อวงจรทั้งหมดของระบบ	44
4.1	รีเลย์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ทำงานปกติ	46
4.2	รีเลย์ตัวที่ 1 ไม่ทำงานส่วนรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน	47
4.3	รีเลย์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ไม่ทำงาน	47
4.4	PZEM-004T วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ 224 V	48
4.5	มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ 224.1 V	48
4.6	PZEM-004T วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ 0.13 A	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.7	มัลติมิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ 0.134 A	49
4.8	กราฟเปรียบเทียบการวัดค่าระแสไฟฟ้าระหว่างมัลติมิเตอร์รุ่น VC88 กับ PZEM-004T	50
4.9	การรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลของเครื่องปรับอากาศ	51
4.10	ส่งสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลของเครื่องปรับอากาศ	51
4.11	โหมดกำลังไฟฟ้าที่แสดงบนหน้าจอ LCD	52
4.12	โหมดยูนิตไฟฟ้าที่แสดงบนหน้าจอLCD	52
4.13	ค่าตัวแปรต่าง ๆ ขณะเริ่มเปิดพัดลม	53
4.14	ค่าตัวแปรต่าง ๆ หลังเปิดพัดลมไปแล้ว 1 ชั่วโมง	53
4.15	ค่าใช้ไฟฟ้าล่าสุดที่ถูกแสดงบน FIREBASE	54
4.16	ระบบส่งค่า TRUE ไปยัง FIREBASE เมื่อกดปุ่ม ON	55
4.17	โหลดของปลั๊กพ่วงทำงานเมื่อได้รับค่า TRUE จาก FIREBASE	55
4.18	ระบบส่งค่า FALSE ไปยัง FIREBASE เมื่อกดปุ่ม OFF	56
4.19	โหลดของปลั๊กพ่วงหยุดทำงานเมื่อได้รับค่า FALSE จาก FIREBASE	56
4.20	การตั้งเวลาปิดอุปกรณ์	57
4.21	ระบบส่งคำสั่งปิดอุปกรณ์อัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่กำหนด	58
4.22	แอปพลิเคชันรับค่าจาก FIREBASE มาแสดงสถานะว่ามีกระแสไฟฟ้าไหล	59
4.23	แอปพลิเคชันรับค่าจาก FIREBASE มาแสดงสถานะว่าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล	59
4.24	การส่งค่าเพื่อเปิดเครื่องปรับอากาศ	60
4.25	การส่งค่าเพื่อปิดเครื่องปรับอากาศ	61
4.26	การส่งค่าเพื่อปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ	61
4.27	หน้าแอปพลิเคชันในส่วนการแสดงผล	62
4.28	การกำหนดงบประมาณรายเดือน	63
4.29	หน้าจอแสดงผลกำลังไฟฟ้าที่ใช้ไป	63
4.30	หน้าจอแสดงผลค่าใช้ไฟฟ้ารายวัน	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ขาของโมดูล ESP8266	4
2.2	ขาสัญญาณ RELAY MODULE 4 CHANNELS	7
2.3	ข้อกำหนด 1.1 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน	18
2.4	ข้อกำหนด 1.2 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน	19
3.1	การเชื่อมต่อ NODEMCU กับ PZEM-004T ตัวที่ 1	40
3.2	การเชื่อมต่อ NODEMCU กับ PZEM-004T ตัวที่ 2	41
3.3	การเชื่อมต่อ NODEMCU กับ RELAY MODULE	41
3.4	การเชื่อมต่อ LCD กับ NODEMCU	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีได้มีการพัฒนาอย่างแพร่หลายในด้านต่างๆ และได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการดำรงชีวิต แต่สิ่งสำคัญที่เทคโนโลยีจะขาดไม่ได้เลยก็คือพลังงานไฟฟ้า ด้วยเหตุนี้พลังงานไฟฟ้าจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิต การสื่อสาร การคมนาคม การให้ความรู้การศึกษา และอื่นๆอีกมากมาย ซึ่งแน่นอนว่าหากวันใดที่พลังงานไฟฟ้าธรรมชาติหมดไป ก็อาจจะมีพลังงานทดแทนเกิดขึ้น แต่ถึงกระนั้นพลังงานธรรมชาติก็ยังเป็นสิ่งที่ดีที่สุด ดังนั้นเราจึงควรช่วยกันรักษาพลังงานไฟฟ้าเหล่านี้ให้นานเท่าที่จะเป็นไปได้ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใดก็ตาม เพราะในทุกวันนี้ประชากรในโลกยังไม่เห็นถึงความสำคัญในการช่วยกันประหยัดพลังงานเท่าที่ควร โดยเห็นได้จากการที่ใช้งานไฟฟ้าอย่างไม่คิดหน้าคิดหลัง เช่นการเปิดไฟดวงที่ไม่ได้ใช้งาน ไปจนถึงการไม่ถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้า ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นสาเหตุของการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยใช่เหตุทั้งสิ้น และนอกจากนี้ยังมีเรื่องค่าใช้จ่ายเข้ามาเกี่ยวข้องอีกด้วย ซึ่งถ้าเราสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ ก็จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายลดลงเช่นกัน จึงนับว่าเป็นอีกผลประโยชน์หนึ่งที่ได้ ด้วยเหตุผลข้างต้นนี้จึงเป็นที่มาของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

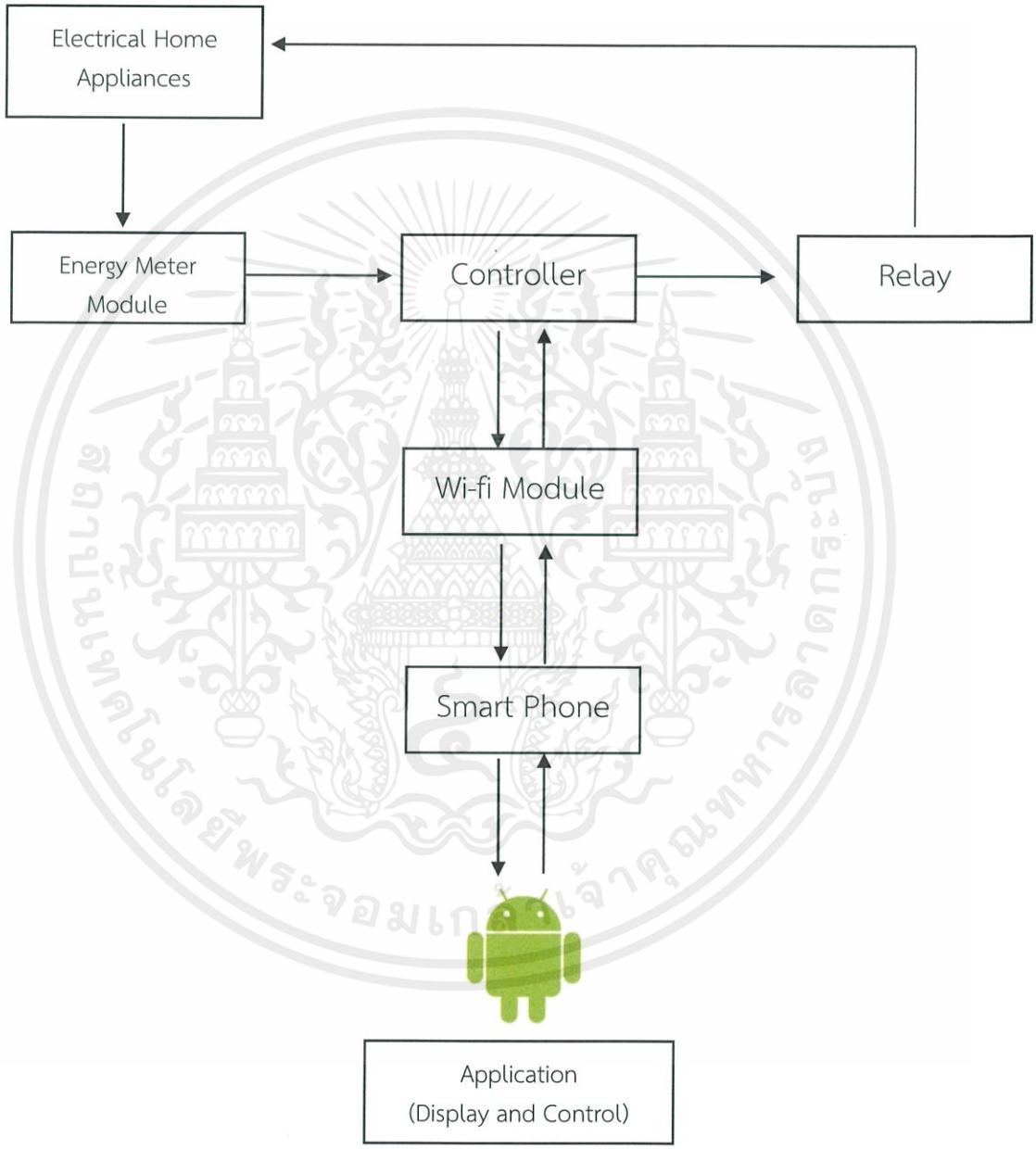
1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านให้ทำงานตามเวลาที่กำหนดผ่านสมาร์ทโฟนได้
2) เพื่อสามารถประมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้าน ทำให้สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าได้
3) เพื่อช่วยประหยัดพลังงานจากการใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ แสดงการควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านตามเวลาที่กำหนดด้วยสมาร์ทโฟน โดยผ่านการประมวลผลของหน่วยประมวลผลขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังทำหน้าที่วัดและคำนวณกำลังไฟฟ้าผ่าน Energy Meter Module และนำค่าที่ได้ไปประเมินเป็นค่าไฟที่ใช้ไป จากนั้นส่งค่าไปแสดงผลบนหน้าจอสมาร์ทโฟน ทำให้ผู้ใช้สามารถประมาณการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้ โดยบล็อกไดอะแกรมของปริญญานิพนธ์แสดงดังรูปที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

สำหรับปริญญานิพนธ์ “ระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน” ทางผู้จัดทำได้ทำการประยุกต์ในส่วนของการควบคุมการปิดเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน และใช้เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนกลางในการควบคุมการทำงานระบบทั้งหมด โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกันสำหรับการกำหนดค่าและแสดงผลได้แก่ การคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าและการควบคุม รีเลย์ด้วยโปรแกรม จากนั้นทำการส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยัง Firebase และส่งค่าไปแสดงผลผ่านหน้าจอโทรศัพท์ด้วย Android Application เพื่อความสะดวกในการบันทึกและตรวจสอบค่าไฟและคำสั่งปิดเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนั้นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงมีหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 NodeMCU ESP8266

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) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต ตัวโมดูล ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชันแรกที่เป็น ESP-01 ไล่ไปเรื่อยๆ จนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน NodeMCU เวอร์ชัน แรกนั้นก็เป็น ESP-12 แต่ใน เวอร์ชัน 2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output Built in มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ NodeMCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ จึงสามารถประยุกต์ใช้งานในหลายๆ ด้านมากขึ้น ดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

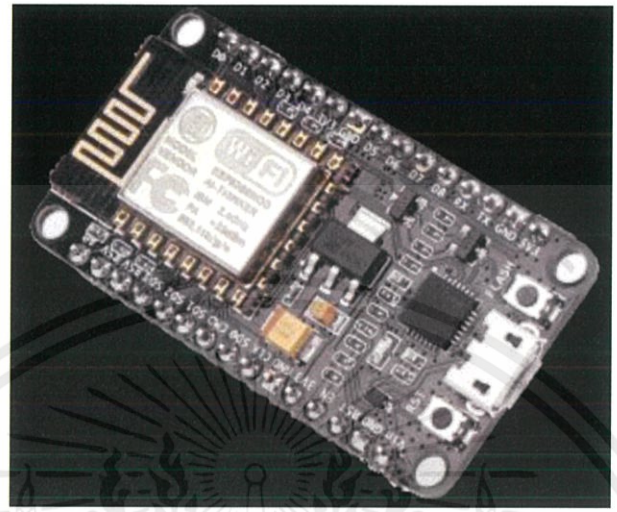
ขาของโมดูล ESP8266 แบ่งได้ดังนี้

1. ชุดพัฒนานี้ based on โมดูล Wi-Fi ที่ชื่อ ESP8266
2. มี GPIO PWM, 12C, 1-Wire และ ADC รวมมาอยู่บนบอร์ดเดียว
3. มี USB-TTL มาในตัว ไม่ต้องซื้อแยกเหมือนกับการใช้ ESP8266 ปกติ ทำให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น
4. มีขา GPIO 10 ขา ทุก ๆ ขาสามารถเป็น PWM, 12C และ 1-wire ได้
5. มี PCB antenna สำหรับส่งสัญญาณไร้สาย
6. ใช้คอนเนกเตอร์แบบ micro-USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงหรือเท่ากับ +5V และสำหรับดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์

ตารางที่ 2.1 ขาของโมดูล ESP8266

ขา	คำอธิบาย
VCC	เป็นขาที่จ่ายไฟเข้าเพื่อทำให้โมดูลทำงาน แรงดันที่ใช้งานคือ 3.3 – 3.6V
GND	สายต่อกราวด์
Reset และ CH_PD (หรือ EN)	เป็นขาที่ต้องต่อเข้าไฟ + เพื่อให้โมดูลสามารถทำงานได้ ทั้ง 2 ขานี้สามารถนำมาใช้รีเซตโมดูลได้เหมือนกัน แตกต่างตรงที่ขา Reset สามารถลอยไว้ได้ แต่ขา CH_PD (หรือ EN) จำเป็นต้องต่อขา + เท่านั้น เมื่อขานี้ไม่ต่อเข้าไฟ + โมดูลจะไม่ทำงาน
GPIO	เป็นขาดิจิตอลอินพุต / เอาต์พุต ทำงานที่แรงดัน 3.3 V
GPIO15	เป็นขาที่ต่อลง GND เท่านั้น เพื่อให้โมดูลทำงานได้
GPIO0	เป็นขาสำหรับการเลือกโหมดทำงาน หากนำขานี้ลง GND จะเข้าโหมดโปรแกรม หากลอยไว้ หรือนำไฟ + จะเข้าโหมดการทำงานปกติ
ADC	เป็นขาแอนาล็อกอินพุต รับแรงดันได้สูงสุดที่ 1V ขนาด 10 บิต การนำไปใช้งานกับแรงดันที่สูงกว่าต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันเข้าช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 NodeMCU ESP8266 [3]

2.1.2 Relay module

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า รีเลย์ มีหลายประเภท ตั้งแต่ รีเลย์ ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป จนถึง รีเลย์ ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง โดยมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันออกไป แต่มีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน สำหรับการนำ รีเลย์ ไปใช้งาน จะใช้ในการตัดต่อวงจร ทั้งนี้ รีเลย์ ยังสามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายรูปแบบทั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกตัว รีเลย์ มาประกอบกับวงจรซึ่งเป็นส่วนกลางควบคุมในการควบคุมการปิดเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

ภายใน รีเลย์ จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัสได้แก่

1) หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสภาวะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลอยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด

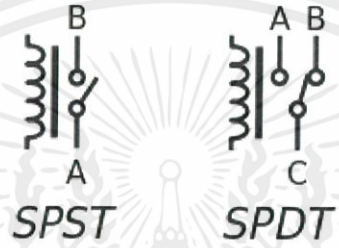
2) หน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด โดยในสภาวะปกติจะลอยอยู่ ไม่ถูกต่อกับขา COM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวด

3) ขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่าขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ หน้าสัมผัสใน รีเลย์ 1 ตัวอาจมีมากกว่า 1 ชุด ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตและลักษณะของงานที่ถูกนำไปใช้ จำนวนหน้าสัมผัสถูกแบ่งออกดังนี้

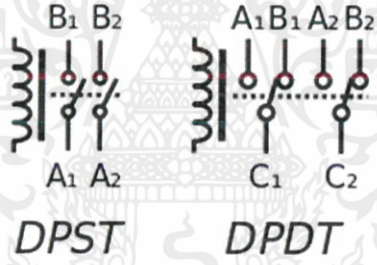
สวิตช์จะถูกแยกประเภทตามจำนวน Pole และจำนวน Throw ซึ่งจำนวน Pole (SP-Single Pole, DP-Double Pole, 3P-Triple Pole, etc.) จะบอกถึงจำนวนวงจรที่ทำการปิดเปิด หรือ จำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของขา COM นั่นเอง และจำนวน Throw (ST, DT) จะบอกถึงจำนวนของตัวเลือกของ Pole ตัวอย่างเช่น SPST- Single Pole Single Throw สวิตช์จะสามารถเลือกได้เพียงอย่างเดียวโดยจะเป็นปกติเปิด (NO-Normally Open) หรือปกติปิด (NC-Normally Close) แต่ถ้าเป็น SPDT- Single Pole Double Throw สวิตช์จะมีหนึ่งคู่เป็นปกติเปิด (NO) และอีกหนึ่งคู่เป็นปกติปิดเสมอ (NC) ดังรูปที่ 2.2 และรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 SPST คือ Single Pole Single Throw, SPDT คือ Single Pole Double Throw [4]



รูปที่ 2.3 DPST คือ Double Pole Single Throw, DPDT คือ Double Pole Double Throw [4]

Relay Module 4 Channels มีเอาต์พุตคอนเน็คเตอร์ที่ รีเลย์ เป็น NO/COM/NC สามารถใช้กับโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า DC และ AC โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณโลจิก TTL และอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 2.4

คุณสมบัติ (Features)

1) รีเลย์เอาต์พุตแบบ SPDT จำนวน 4 ช่อง
2) สั่งงานด้วยระดับแรงดัน TTL
3) Contact Output ของรีเลย์รับแรงดันได้สูงสุด 250 VAC 10 A, 30 VDC 10 A
4) มี LED แสดงสถานะ การทำงานของรีเลย์และแสดงสถานะของบอร์ด
5) มีจัมพ์เปอร์สำหรับเลือกว่าจะใช้กราวด์ร่วมหรือแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

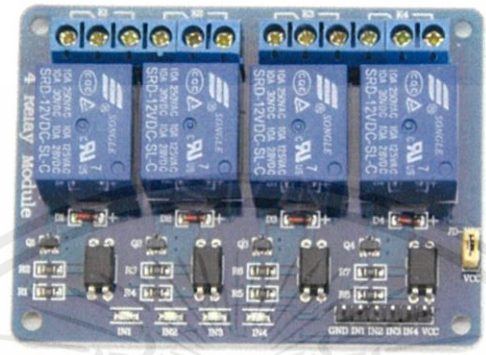
6) มี OPTO-ISOLATED เพื่อแยกกราวด์ส่วนของสัญญาณควบคุมกับไฟฟ้าที่ขับรีเลย์ออกจากกัน

ขาสัญญาณ (Pin Definition) มีดังนี้

ตารางที่ 2.2 ขาสัญญาณ Relay Module 4 Channels

ขาที่	คำอธิบาย
1	+VCC ขาไฟ 5VDC
2	GND
3	ขาสัญญาณอินพุต รีเลย์ 1 (IN 1)
4	ขาสัญญาณอินพุต รีเลย์ 2 (IN 2)
5	ขาสัญญาณอินพุต รีเลย์ 3 (IN 3)
6	ขาสัญญาณอินพุต รีเลย์ 4 (IN 4)
7	COM (คอมมอน OPTO)
8	GND (กราวด์ของบอร์ดเป็นกราวด์เดียวกันกับขาที่2)
9	NC (Normal Close) ซึ่งหมายถึงหน้าสัมผัสแบบปกติปิด
10	COM (Common) ที่จะตัดหรือต่อวงจรจากขา NC, NO
11	NO (Normal Open) ซึ่งหมายถึงหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



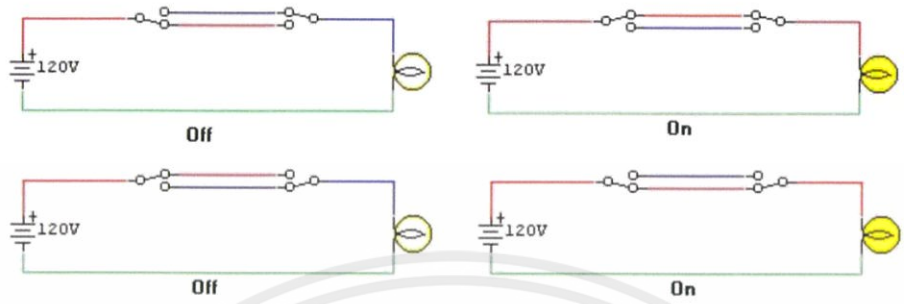
รูปที่ 2.4 Relay Module 4 Channels [10]

2.1.3 แบบ 3–Way Switch

ทางคณะผู้จัดทำได้นำสวิตช์ 3 ทาง ดังรูปที่ 2.5 มาใช้งานร่วมกันกับ Relay Module เพื่อให้สามารถควบคุมการปิดเปิดไฟจากสวิตช์และจากการสั่งด้วยโปรแกรมได้ สามารถควบคุมได้โดยใช้สวิตช์มากกว่าหนึ่งตัว การปฏิบัติตามปกติในการก่อสร้างบ้านคือการใช้สวิตช์ 3 ทาง "3-Way" คือชื่อของช่างไฟฟ้าสำหรับสวิตช์แบบ Double Throw (SPDT) แบบขั้วเดียวมีความเป็นไปได้ทั้งหมด 4 รูปแบบในวงจรปกติมีแสดงดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.5 3-Way Switch [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

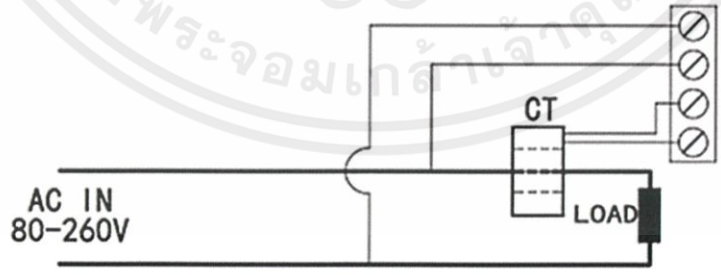


รูปที่ 2.6 รูปแบบของวงจรที่เป็นไปได้ใน 3-Way Switch ทั้ง 4 รูปแบบ [11]

วงจรที่สร้างควรที่จะต่ออย่างสมบูรณ์เพื่อรองรับการไหลของกระแสไฟเพื่อทำให้หลอดไฟหลอดไฟสว่าง เมื่อสวิตช์ทั้ง 2 ชี้ขึ้นวงจรจะสมบูรณ์ ดังรูปที่ 2.6 (ตำแหน่งบนขวา) และเมื่อสับทั้งสองชี้ลงวงจรจะสมบูรณ์ ดังรูปที่ 2.6 (ตำแหน่งล่างขวา) แต่ถ้าใดหนึ่งตัวขึ้น หนึ่งตัวลง กระแสจะไม่ไหลผ่านและหลอดไฟจะไม่ทำงาน

2.1.4 PZEM-004T

PZEM-004T คือโมดูลวัดไฟ AC 220 V สามารถวัดได้ทั้ง แรงดัน (V) ตั้งแต่ 80-260 VAC และกระแส (A) โดยรองรับกระแสสูงสุด 0-100 A โดยวัดค่ากระแสไฟฟ้าด้วย CT หรือ Current Transformer (CT) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ประกอบการวัดกระแสไฟฟ้าโดยต่อร่วมกับเครื่องวัดกระแสหรือ Power Meter โดยทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้า หรือ ลดทอนกระแสไฟฟ้า (Step down) ที่จะวัดนั้นให้เหมาะสมกับพิกัดกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดกระแสของเครื่องมือวัดรับได้ ไม่สัมผัสกับสายไฟโดยตรง เอาต์พุตออกผ่านทาง Serial TX RX สามารถต่อกับ Arduino ESP32 Raspberry Pi หรือ NodeMCU และมีการสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย UART (หรือ Serial) ดังรูปที่ 2.7 และรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.7 ลักษณะการต่อวงจรใช้งานของ PZEM-004T [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 โมดูล PZEM-004T [13]

2.1.5 Firebase Realtime Database

ในการเก็บข้อมูล Firebase เป็น NoSQL Cloud Database ที่จะเก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ Sync ข้อมูลแบบ Realtime กับทุก Devices ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที Firebase เป็น Project ที่ถูกออกแบบมาให้เป็น API และ Cloud Storage รองรับการทำงานเมื่อ Offline รองรับหลาย Platform ทั้ง IOS App, Android App, Web App รวมถึงมี Security Rules ให้เราสามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการ Read และ Write ได้ดั่งใจ ทั้ง Android, iOS และ Web ดังรูปที่ 2.9 ซึ่งทางคณะผู้จัดทำจึงตัดสินใจใช้ในการบันทึกค่าข้อมูลต่าง ๆ ลงบนแพลตฟอร์มนี้เพราะมีเนื้อหาขอบเขตที่น่าสนใจและครอบคลุมขอบเขตที่จะใช้ส่งข้อมูลไปยัง Database

Firebase มีการให้บริการดังนี้

1) Firebase Analytics สามารถวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูล ดึงเทคโนโลยีมาจาก Google Analytics

2) Firebase Cloud Messaging (FCM) ระบบส่งข้อความแจ้งเตือน

3) Firebase Storage บริการพื้นที่เก็บข้อมูล เอาไว้เก็บภาพ วิดีโอ หรือไฟล์ขนาดใหญ่จากแอปพลิเคชันของผู้ใช้ สร้างอยู่บน Google Cloud Storage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Firebase Remote Config ตัวช่วยอัปเดต Config ของแอปพลิเคชันสำหรับปรับแต่งค่าต่างๆ ในแอปพลิเคชันจากระยะไกล

5) Firebase Crash Reporting ตัวรายงานการ Cache ของแอพ รองรับทั้ง iOS และ Android

6) Firebase Test Lab for Android บริการทดสอบแอพบนฮาร์ดแวร์จริง

7) Firebase Notifications เป็นคอนโซลสำหรับนักพัฒนา เพื่อยิงข้อความผ่าน FCM ไปยังผู้ใช้

8) Firebase Dynamic Links บริการ URL กลางที่สามารถชี้ทางไปยังเพจต่าง ๆ แปรผันตามอุปกรณ์หรือคุณสมบัติของผู้ใช้

9) Firebase Invites ระบบเชิญเพื่อนมาใช้แอปพลิเคชันมีฟีเจอร์ Referral คนชวนได้สิทธิประโยชน์

10) Firebase App Indexing เปลี่ยนชื่อมาจาก Google App Indexing ที่ช่วยให้ Google Search ค้นเจอเนื้อหาภายในแอปพลิเคชัน

รูปที่ 2.9 การบริการ Firebase Realtime Database [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 Android Studio

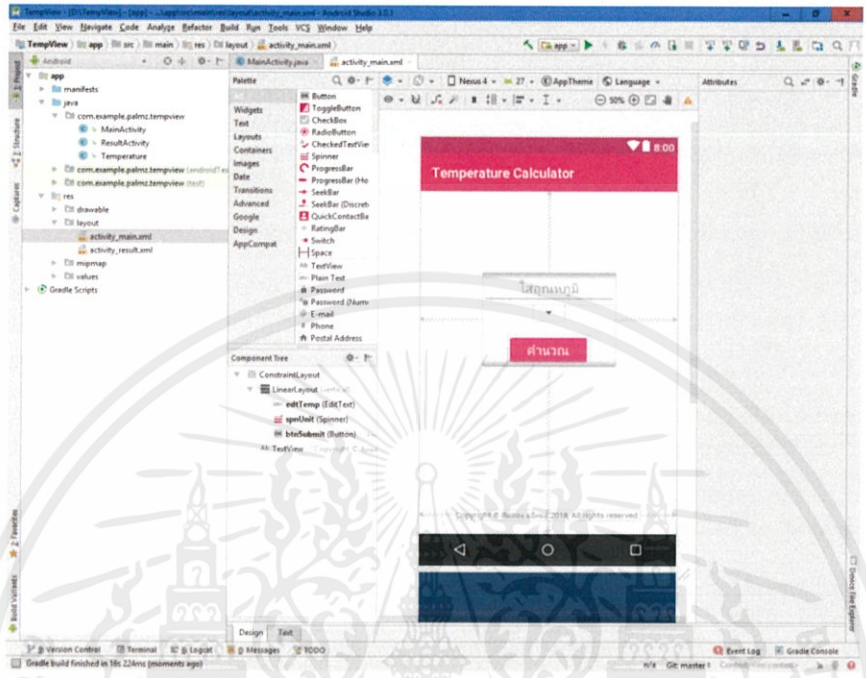
ในปัจจุบันการบริการ Window Application ได้รับความนิยมลดลงเนื่องจากผู้ใช้งานส่วนใหญ่ใช้งานผ่านมือถือ นักพัฒนาส่วนใหญ่ให้ความสนใจ Web Application มากขึ้นเนื่องจากสามารถทำงานได้ทุก Platform ไม่ว่าจะเป็น Windows, Ubuntu, Android, iOS, Windows Phone, ฯลฯ แต่ทั้งนี้การพัฒนา Web Application ยังมีข้อจำกัดในหลาย ๆ ด้าน เช่น ไม่สามารถเข้าถึง Resource ของเครื่องผู้ใช้งานได้โดยตรง, จำเป็นต้องใช้อินเตอร์เน็ตในการเข้าถึง, ประสิทธิภาพไม่เร็วเท่า Native Application เป็นต้น การพัฒนา Native Mobile Application จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่สุด

Android Studio เป็น IDE Tool จาก Google ไว้พัฒนา Android สำหรับ Android Studio เป็น IDE Tools ล่าสุดจาก Google ไว้พัฒนาโปรแกรม Android โดยเฉพาะ โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนา App บน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัว App มุมมองที่แตกต่างกันบนสมาร์ทโฟน แต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรัน App บน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator ที่ยังเจอปัญหากันอยู่ในปัจจุบันดังรูปที่ 2.10

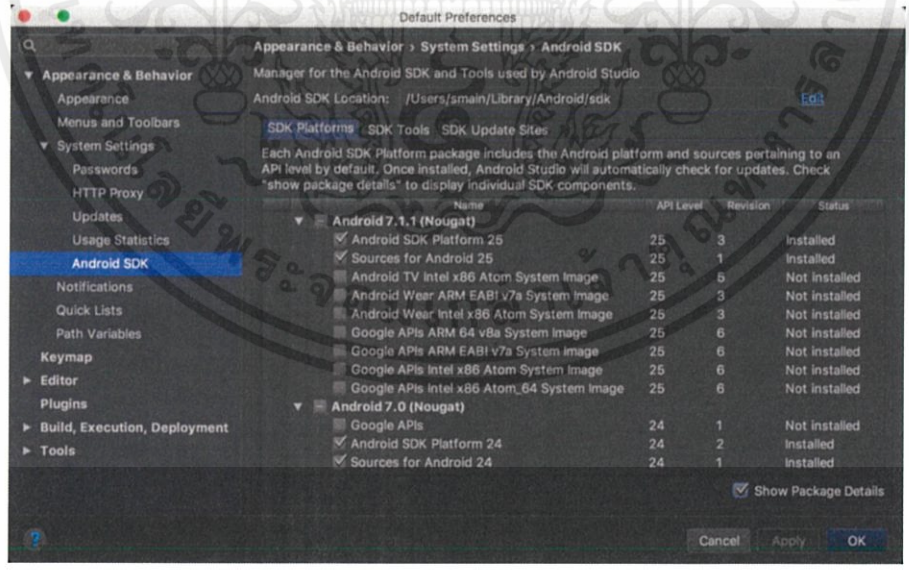
Android SDK คือ Android Software Development Kit (Android SDK) เปรียบเสมือน Library ที่ใช้ในการพัฒนา Application สำหรับ Android เนื่องจากตัว Android มีหลายเวอร์ชัน และแต่ละเวอร์ชันมี Feature, GUI ที่ไม่เหมือนกันทำให้เกิด Android SDK ออกมาหลายเวอร์ชันให้เลือกใช้งานดังรูปที่ 2.11

Emulator คือ Emulator คือโปรแกรมจำลอง Android Device ขึ้นมาบนเครื่องของเราเพื่อใช้สำหรับ Debug ดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

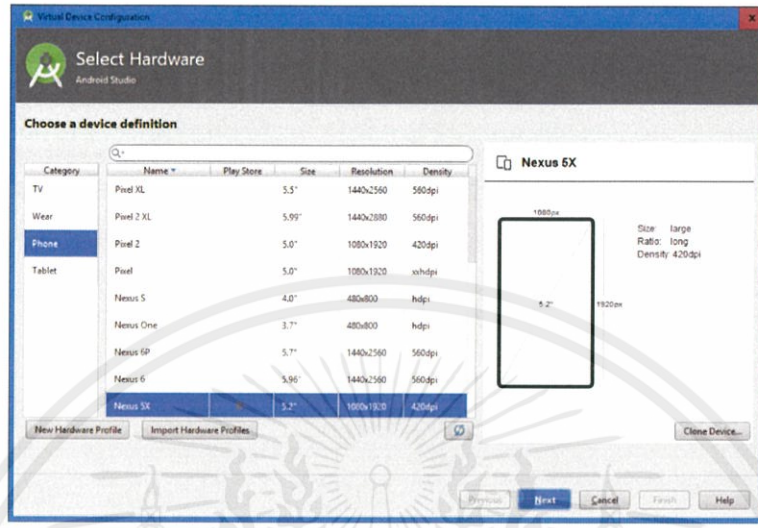


รูปที่ 2.10 หน้า Interface การทำงานบน Android Studio [2]



รูปที่ 2.11 หน้าต่าง Andriod SDK [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 หน้าต่าง Device แต่ละรุ่นเพื่อรองรับการใช้งาน [2]

2.1.7 หน้าจอ LCD

จอ Liquid Crystal Display (LCD) เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งานกันกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย จอ LCD มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักขระเรียกว่า Character LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้ว และแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า Graphic LCD นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือ หน้าปัดวิทยุ เป็นต้น

โครงสร้างของ LCD ทั่วไปจะประกอบขึ้นด้วยแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกันอยู่ โดยเว้นช่องว่างตรงกลางไว้ 6-10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใสเพื่อใช้แสดงตัวอักษร ตรงกลางระหว่างตัวนำไฟฟ้าแบบใสกับผลึกเหลวจะมีชั้นของสารที่ทำให้โมเลกุลของผลึกรวมตัวกันในทิศทางที่แสงส่องมากระทบเรียกว่า Alignment Layer และผลึกเหลวที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบ Magnetic โดย LCD สามารถแสดงผลให้เรามองเห็นได้ทั้งหมด 3 แบบด้วยกันคือ

- แบบใช้การสะท้อนแสง (Reflective Mode) LCD แบบนี้ใช้สารประเภทโลหะเคลือบอยู่ที่แผ่นหลังของ LCD ซึ่ง LCD ประเภทนี้เหมาะกับการนำมาใช้งานในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบใช้การส่งผ่าน (Transitive Mode) LCD แบบนี้วางหลอดไฟไว้ด้านหลังจอ เพื่อทำให้การอ่านค่าที่แสดงผลทำได้ชัดเจน

- แบบส่งผ่านและสะท้อน (Transflective Mode) LCD แบบนี้เป็นการนำเอาข้อดีของจอแสดงผล LCD ทั้ง 2 แบบมารวมกัน

จอ LCD 16x2 Character ที่นิยมวางจำหน่ายจะมีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ LCD แบบปกติที่เชื่อมต่อแบบขนาน (Parallel) และ LCD แบบที่เชื่อมต่ออนุกรม (Serial) แบบ I2C โดยทั้ง 2 แบบตัวจอมีลักษณะเดียวกันเพียงแต่แบบ I2C จะมีบอร์ดเสริมทำให้สื่อสารแบบ I2C ได้เชื่อมต่อได้สะดวกขึ้น ในที่นี้ ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกใช้หน้าจอ LCD แบบ I2C ดังรูปที่ 2.13

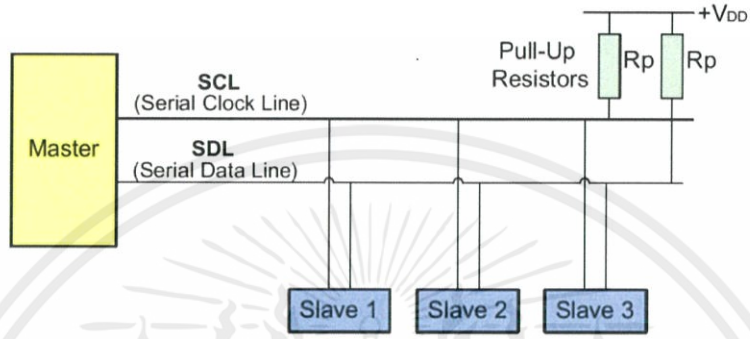
รูปที่ 2.13 จอ LCD 16x2 Character (I2C) [15]

2.1.8 เทคโนโลยีการสื่อสาร I2C

I2C ย่อมาจาก Inter-Integrated Circuit คิดค้นโดย Philip Semiconductor หรือ NXP Semiconductor จุดประสงค์เพื่อรับส่งข้อมูลความเร็วระหว่างอุปกรณ์ต่างๆเช่น เครื่องบันทึกเสียง โทรศัพท์มือถือ รวมถึงหน่วยความจำอย่าง EEPROM เป็นต้น การสื่อสารแบบ I2C มีจุดเด่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อกันเป็นระบบบัสและรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถลดจำนวนสายสัญญาณและขนาดของอุปกรณ์ โดยใช้สายสัญญาณเพียงสองเส้นดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C บัส [16]

จากรูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C บัส โดยมีอุปกรณ์รับส่งข้อมูลหลัก (Master) และมีอุปกรณ์ย่อย (Slave) จำนวน 3 ชุดมาต่อพ่วง เมื่อเริ่มต้นการทางานอุปกรณ์ Master จะระบุคำสั่งว่าต้องการอ่านข้อมูล (Read) หรือส่งข้อมูล (Write) ไปยังอุปกรณ์ Slave การระบุอุปกรณ์ Slave ที่ต้องการสื่อสารจะใช้ Address 7 บิต หรือ 10 บิต ซึ่งระบุไว้ใน Datasheet ของผู้ผลิตและกำหนดโดยผู้ใช้งานได้ทั้ง Hardware หรือ Software

ขั้นตอนการรับส่งข้อมูลการสื่อสาร I2C

การสื่อสารแบบ I2C แสดงดังรูปที่ 2.15 โดยมีรูปแบบและการรับส่งข้อมูลเป็นลำดับดังนี้

1) เพื่อเริ่มต้นสถานะ การสื่อสารแบบ I2C อุปกรณ์ Master เริ่มจะส่งคำสั่ง START ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ Slave ทุกตัวที่อยู่ใน Bus เตรียมพร้อมรับข้อมูลจากสายส่งข้อมูล (SDA)

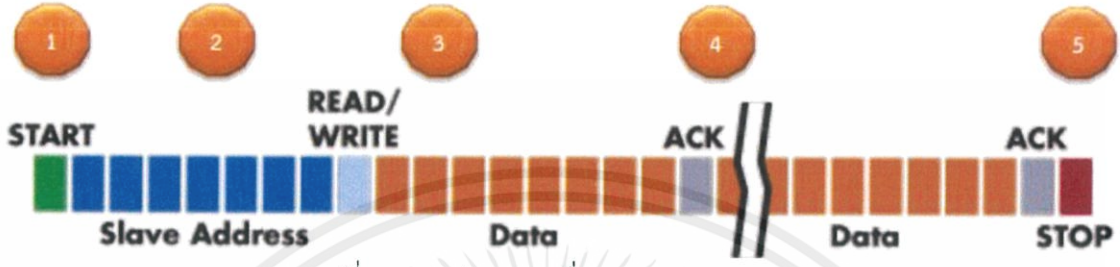
2) อุปกรณ์ Master ส่ง Address ขนาด 7 บิตและตามด้วยคำสั่งอ่านหรือเขียน (Read/Write) อีก 1 บิต

3) อุปกรณ์ Slave ทุกตัวใน Bus จะตรวจสอบ Address ในสายส่งข้อมูลว่าตรงกับ Address ของตนหรือไม่ หากตรงกันจะส่งสัญญาณ ACK ขนาด 1 บิต กลับไปยังอุปกรณ์ Master เพื่อเตรียมพร้อมดำเนินการต่อไป

4) การรับส่งข้อมูลระหว่าง Master และ Slave ที่ระบุ Address จะดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ในกรณีที่ Master ส่งคำสั่ง Read อุปกรณ์ Slave จะส่งข้อมูลเป็นชุด ๆ ชุดละ 8 บิต (1 ไบต์) อุปกรณ์ Master จะส่งสัญญาณ ACK เมื่อได้รับทุกๆไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) อุปกรณ์ Master จะส่งคาสั่ง STOP เพื่อสิ้นสุดสถานะ การสื่อสารแบบ I2C

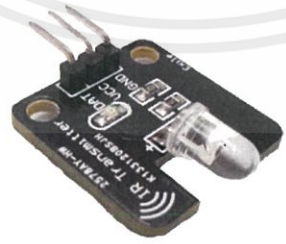


รูปที่ 2.15 รูปแบบการสื่อสารแบบ I2C [16]

2.1.9 สัญญาณอินฟราเรด

แสงอินฟราเรด เป็นคลื่นความถี่สั้นเป็นตัวกลางในการสื่อสารอีกแบบหนึ่งซึ่งมีลักษณะการทางานคล้ายไมโครเวฟ เป็นแสงที่มีทิศทางในระดับสายตา ไม่สามารถทะลุผ่านวัตถุทึบแสงได้ นิยมใช้ในการติดต่อในระยะทางที่ใกล้ๆ การประยุกต์ใช้คลื่นอินฟราเรดจะเป็นการประยุกต์ใช้ในการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless Communication) ในการควบคุมเครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยการส่งสัญญาณไปทาง LED (Light Emitting Diode) โดยตัวส่ง (Transmitter) หรือ Laser Diode และจะมีตัวรับ (Receiver) และทำการเปลี่ยนข้อมูลให้กลับไปเป็นเหมือนข้อมูลเริ่มแรก

1) IR Transmitter การรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรด (Infrared: IR) เป็นวิธีการหนึ่งในการสื่อสารข้อมูล (Data Communication) แบบไร้สาย ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานที่พบเห็นได้แพร่หลาย คือ อุปกรณ์รีโมทควบคุม (Remote Control) ซึ่ง IR Transmitter คือ โมดูลที่ใช้ในการส่งสัญญาณอินฟราเรด ใช้ไฟในการทำงานที่ 5 V และมีความถี่ของคลื่นพาห์ 38 kHz เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณ โดยตัวโมดูลนั้นแสดงดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 โมดูล IR Transmitter [17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) IR Receiver คือ โมดูลที่ใช้ในการรับสัญญาณอินฟราเรด ใช้ไฟในการทำงานที่ 5 V ซึ่งสามารถรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลได้ โดยตัวโมดูลนั้นแสดงดังรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 โมดูล IR Receiver [18]

2.2 การคำนวณค่าไฟฟ้า

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือการไฟฟ้านครหลวงจะมีการแบ่งประเภทผู้ใช้งานออกเป็นหลายประเภท ซึ่งคณะผู้จัดทำได้ศึกษาการคำนวณค่าไฟแรกคือบ้านอยู่อาศัยแบบอัตราปกติ โดยหลักการเป็นดังนี้

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่างๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ตารางที่ 2.3 ข้อกำหนด 1.1 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า	ราคาต่อหน่วย
15 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 – 15)	1.8632 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	2.5026 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 – 35)	2.7549 บาท
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 – 100)	3.1381 บาท
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 – 150)	3.2315 บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 – 400)	3.7362 บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	3.9361 บาท
ค่าบริการ (บาท/เดือน) :	8.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ข้อกำหนด 1.2 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า	บาท/หน่วย
150 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 – 150)	2.7628 บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 – 400)	3.7362 บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	3.9361 บาท
ค่าบริการ (บาท/เดือน) :	38.22

หมายเหตุ

1) ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดไม่เกิน 5 A 230 V 1 เฟส 2 สาย จะถูกจัดให้อยู่ใน อัตราข้อ 1.1 แต่ถ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ติดต่อกัน 3 เดือนในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในอัตราข้อ 1.2 และถ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือนติดต่อกัน 3 เดือนในเดือนถัดไป จะจัดเข้าอยู่ในอัตราข้อ 1.1 ตามเดิม

2) ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าขนาดเกินกว่า 5 A 230 V 1 เฟส 2 สายจะถูกจัดให้อยู่ในข้อ 1.2 ตลอดไป

3) สถานที่ที่ใช้ประกอบศาสนกิจตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องสามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6 ได้

4) ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบริการรายเดือน ถึงแม้ไม่มีการใช้ไฟฟ้า

5) ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 1.1 (ประเภทที่ 1 อัตราข้อ 1.1) ซึ่งติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 5 A และใช้ไฟฟ้า ไม่เกิน 50 หน่วยต่อเดือน ได้รับค่าไฟฟ้าฟรีทั้งหมดในเดือนนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า

1) อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น เป็นอัตราที่เรียกเก็บรายเดือน ที่ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

2) ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บในแต่ละเดือน ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าฐาน และ ค่าไฟฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft) ซึ่งจะมีการเรียกเก็บ Ft ทุกเดือน แยกเป็นรายการในใบเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้า ทั้งนี้ Ft ที่เรียกเก็บจะปรับเปลี่ยนทุกๆ 4 เดือน โดยกำหนดให้ Ft เป็นอัตราคงที่ต่อหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า

การคำนวณค่าใช้ไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าโดยรวม = ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่าไฟฟ้าผันแปร + ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% (vat)

โดยที่ จำนวนยูนิต = กำลังไฟฟ้า (kW) x เวลา (ชั่วโมง)

ค่าไฟฟ้าฐาน = (จำนวนยูนิต x อัตราค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วย) + ค่าบริการ

ค่าไฟฟ้าผันแปร = จำนวนยูนิต x Ft

ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% = (ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่าไฟฟ้าผันแปร) x 7/100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

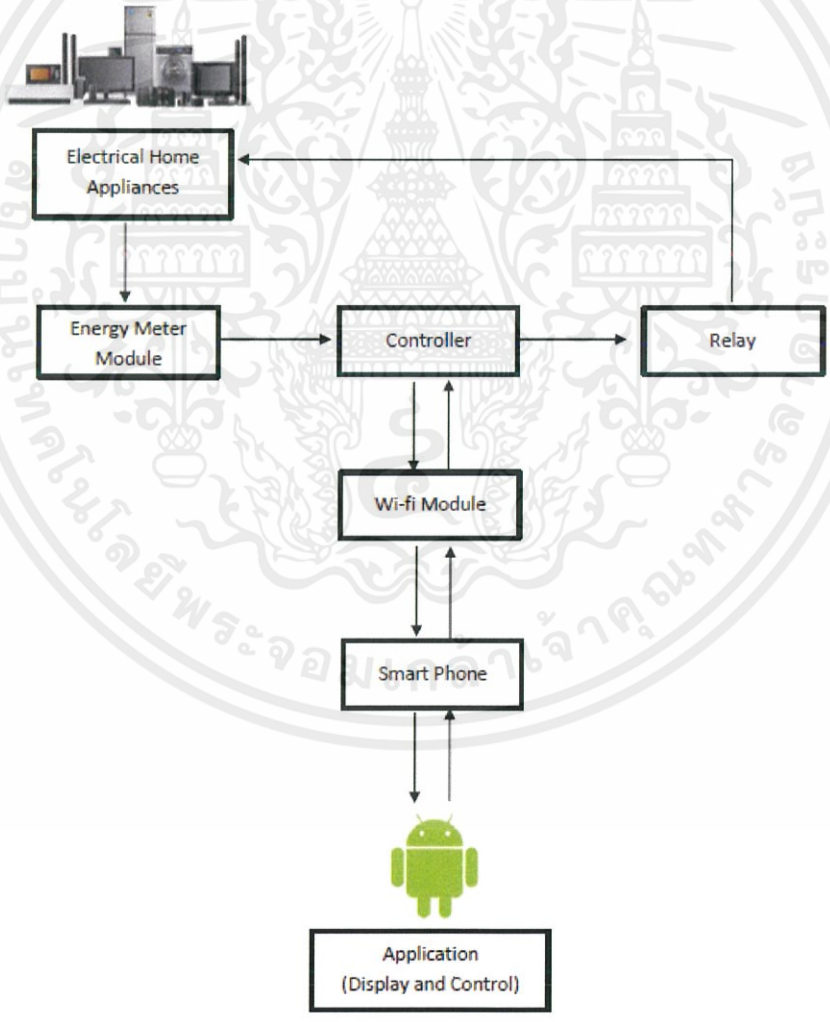
บทที่ 3

การออกแบบและระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า

ในส่วนของการออกแบบระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ทางผู้จัดทำได้แบ่งการทำงานเป็นส่วนของฮาร์ดแวร์ และซอร์ฟแวร์โดยเริ่มจากการเขียนโปรแกรมจากบอร์ด Arduino ควบคู่ไปกับการเขียนแอปพลิเคชัน จากนั้นจึงทำการออกแบบฮาร์ดแวร์ โดยวิธีการออกแบบเป็นดังนี้

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การทำงานของระบบ



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 เป็นบล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบ ซึ่งการทำงานจะเริ่มจากการควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชันของสมาร์ทโฟนโดยเมื่อทำการกดปุ่มเปิดหรือปิด ตัวแอปพลิเคชันจะส่งค่าผ่าน Wifi ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมรีเลย์ และเมื่อ PZEM-004T ตรวจจับค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันจากเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ จะส่งค่าที่วัดได้กลับไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการคำนวณเป็นค่าไฟฟ้า จากนั้นจะส่งค่าที่ได้ผ่าน Wifi กลับไปยังแอปพลิเคชันแบบ Real Time เพื่อแสดงค่าให้ผู้ใช้งานวิเคราะห์ค่าไฟฟ้าต่อไป

3.1.2 การออกแบบในด้านซอร์ฟแวร์

3.1.2.1 Flow chart การทำงาน

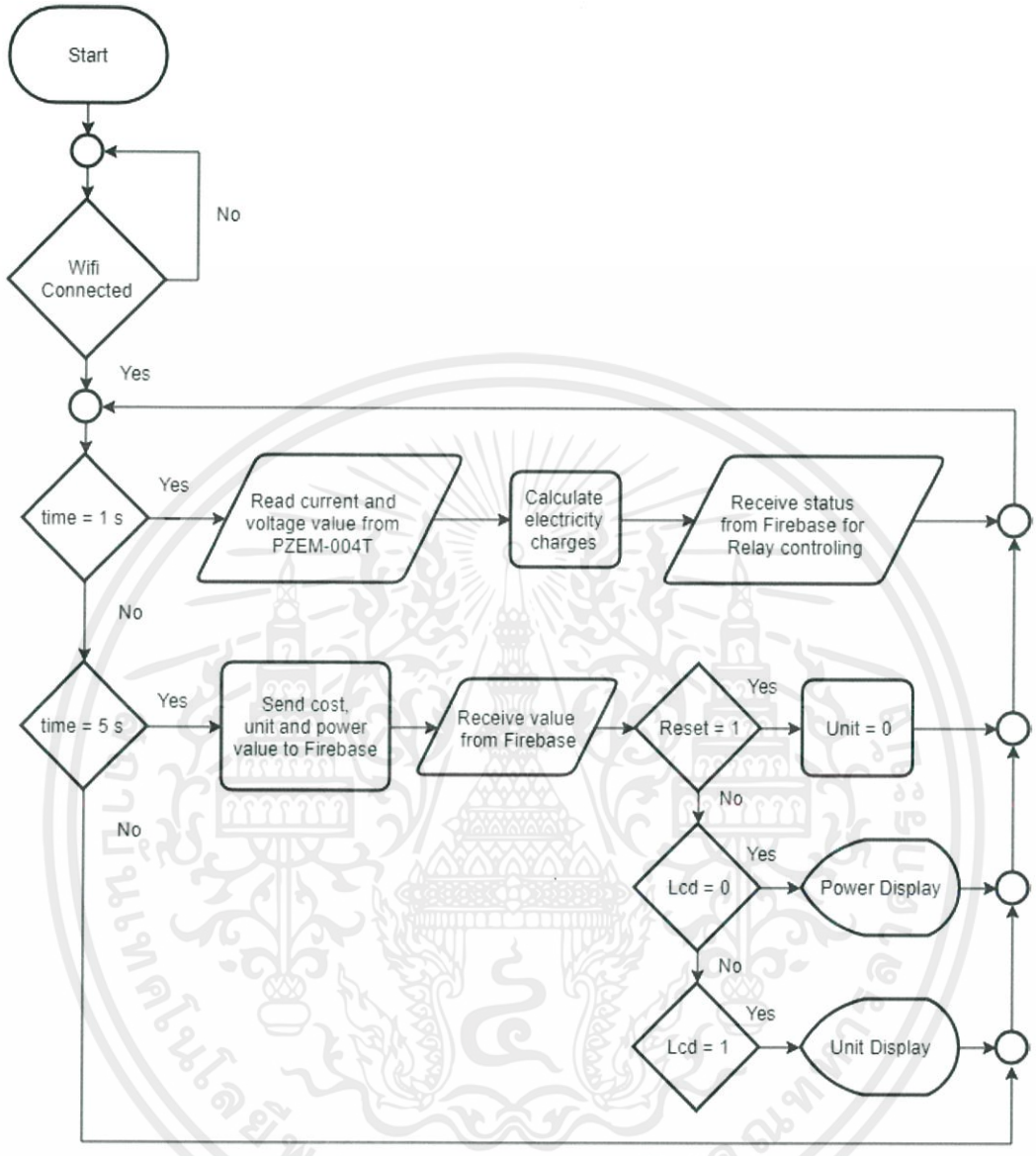
ในการออกแบบการทำงานของระบบ ได้ทำการสร้างแผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบขึ้นมาเพื่อใช้ในการจัดลำดับความคิดในการปฏิบัติงาน ซึ่งแบ่งเป็น Flow chart การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Flow chart การทำงานของแอปพลิเคชันดังนี้

1) Flow chart การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

สำหรับรูปที่ 3.2 เป็น Flow chart การทำงานของระบบ โดยการทำงานเริ่มจากการตรวจสอบว่ามีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตหรือไม่ ถ้ามีการเชื่อมต่อ จะทำการจับเวลารับค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าจาก PZEM-004T ทุกๆ 1 วินาที เพื่อคำนวณค่าใช้ไฟฟ้าขณะนั้น จากนั้นรับค่าจาก Firebase เพื่อควบคุมการทำงานของ Relay และในส่วนถัดมาที่มีการนับเวลาทุกๆ 5 วินาที จะทำการส่งค่าต่างๆที่จะใช้แสดงในหน้าแอปพลิเคชันไปยัง Firebase จากนั้นจะทำการรับค่าจาก Firebase เพื่อรีเซตค่าไฟฟ้าเมื่อถึงสิ้นเดือน และเพื่อเปลี่ยนโหมดแสดงผลที่หน้าจอ LCD ของฮาร์ดแวร์

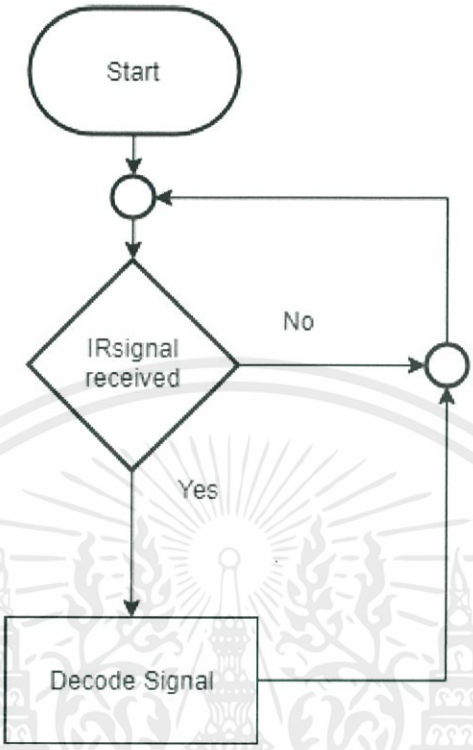
สำหรับรูปที่ 3.3 เป็น Flow chart การทำงานของ NodeMcu ตัวที่ 2 ในส่วนนี้จะเป็นการถอดรหัสจากรีโมทเครื่องปรับอากาศ การทำงานเริ่มโดย NodeMcu รอสัญญาณอินฟาเรดจากรีโมท เมื่อตรวจจับสัญญาณได้ จะทำการถอดรหัสสัญญาณนั้น และสำหรับรูปที่ 3.4 เป็นการทำงานของ NodeMcu ตัวที่ 2 เช่นกัน แต่จะเป็นการเข้ารหัสสัญญาณแทน โดยเมื่อมีการเชื่อมต่อ Wifi ระบบจะทำการส่งค่า 1 ไปยังทุกโนดของ Firebase ในส่วนของการควบคุมเครื่องปรับอากาศหรือภายใต้โนด star aire จากนั้นรอรับค่า ถ้าโนดไหนมีค่าเป็น 0 ระบบจะสั่งงานให้ IR transmitter ยิงสัญญาณตามรหัสเฉพาะของแต่ละโนดนั้นไปยังเครื่องปรับอากาศเพื่อควบคุมอุณภูมิและเปิดปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

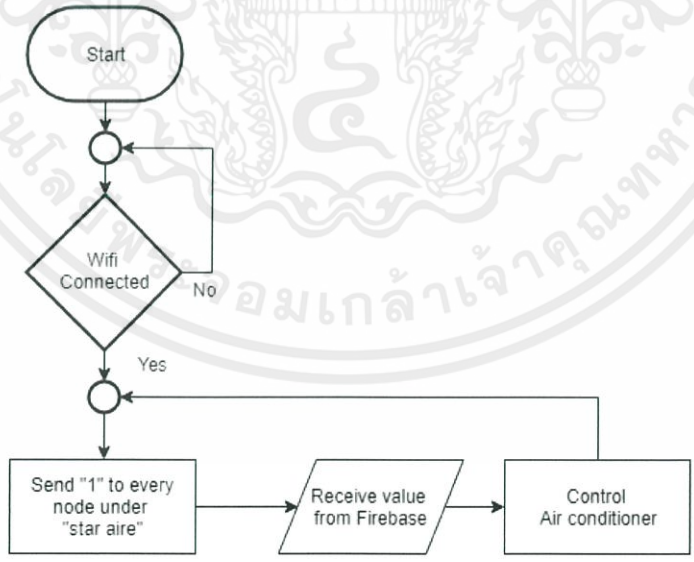


รูปที่ 3.2 Flow chart การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 Flow chart การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2 (ถอดรหัส IR Signal)

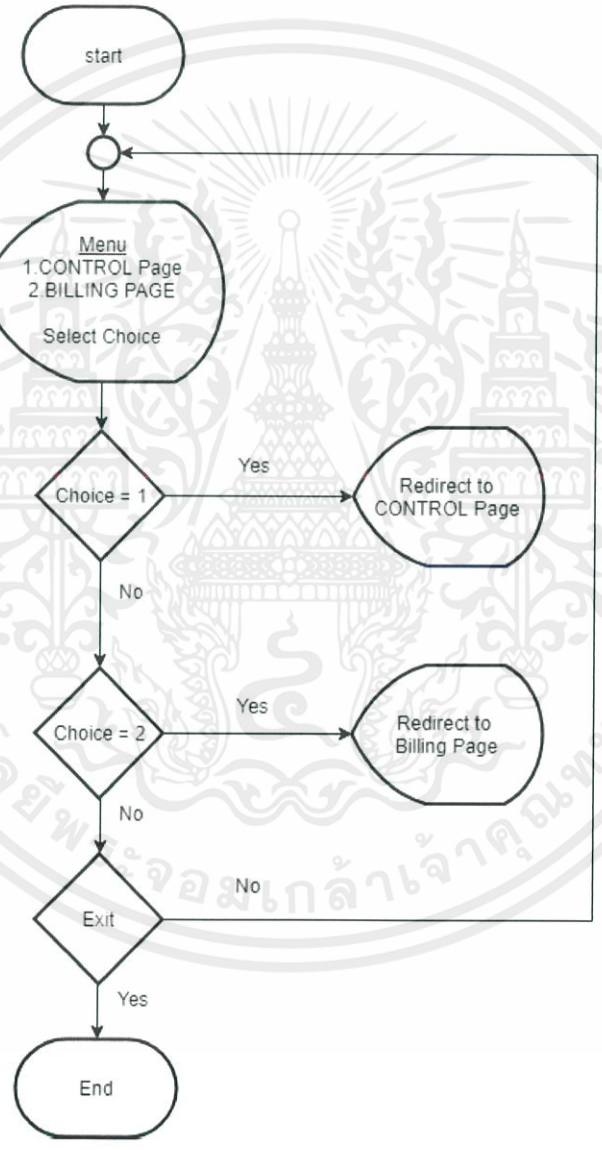


รูปที่ 3.4 Flow chart การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2
(Air conditioner control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Flow chart การทำงานของแอปพลิเคชัน

สำหรับ Flow chart การทำงานของแอปพลิเคชัน เริ่มต้นเมื่อเปิดเข้าแอปพลิเคชัน จะแสดงหน้า Main menu ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ระบบ เมื่อกดเข้าหน้า CONTROL ระบบจะแสดงหน้าการควบคุมดังรูปที่ 3.11 และทำงานต่อไป เมื่อกดเข้าหน้า BILLING ระบบจะแสดงหน้าการแสดงผลดังรูปที่ 3.17 และทำงานต่อไป เมื่อกดปุ่ม Back บนโทรศัพท์มือถือ ระบบจะออกจากแอปพลิเคชัน ดัง Flow chart ที่แสดงดังรูปที่ 3.5



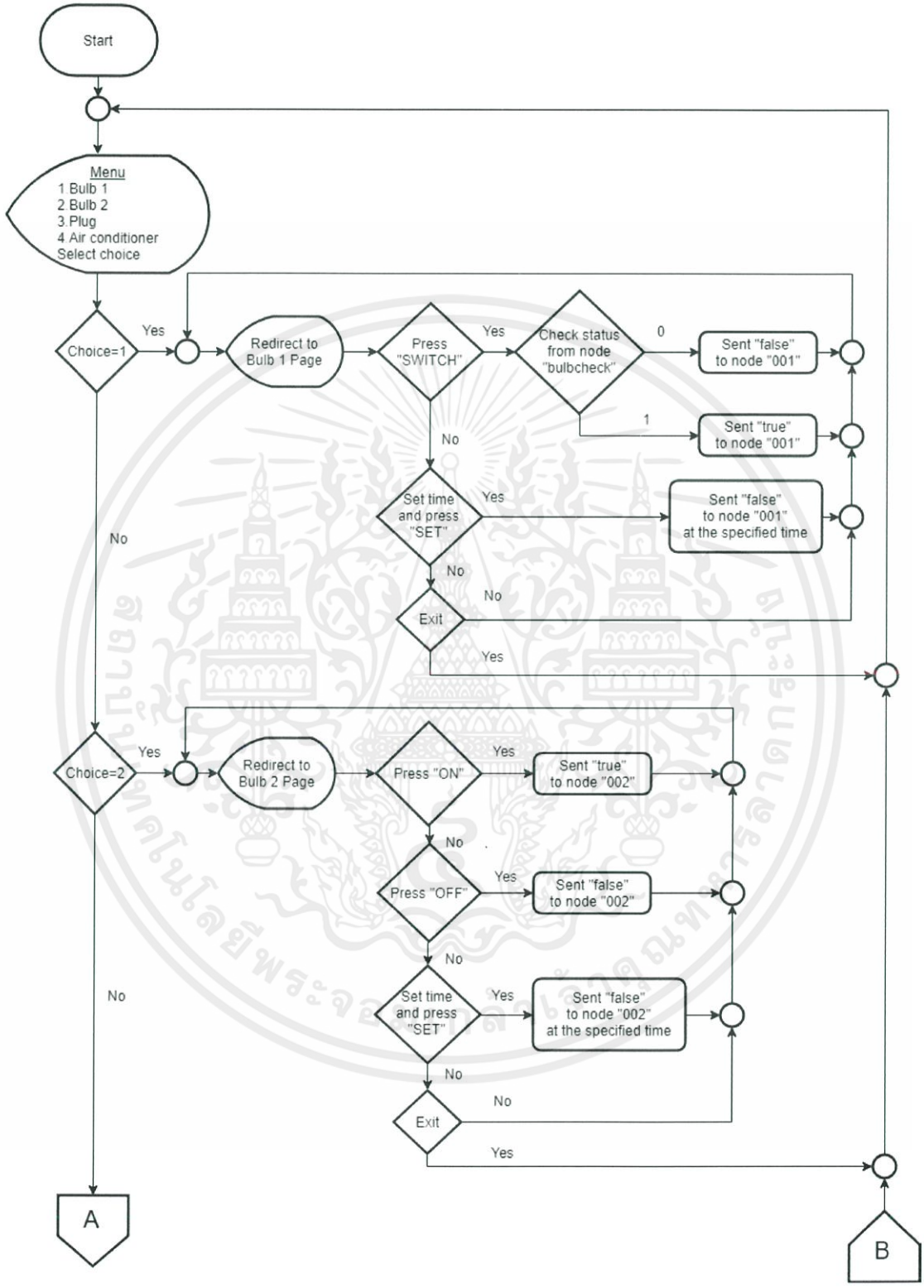
รูปที่ 3.5 Flow chart หน้า Main menu ของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของหน้า CONTROL ดังรูปที่ 3.6 และรูปที่ 3.7 การทำงานจะเริ่มจากการแสดงโหลดที่สามารถควบคุมได้ โดยได้กำหนดไว้ 4 โหลด เมื่อกดเข้าสู่หน้าควบคุมโหลดแรก ระบบจะเข้าสู่หน้า Bulb1 ดังรูปที่ 3.12 ซึ่งเมื่อกดปุ่ม SWITCH จะทำการตรวจสอบสถานะกระแสไฟฟ้าที่โนด bulbCheck ของ Firebase ถ้ามีกระแสไหล โนดจะแสดงค่า 1 ระบบจะส่งค่า false ไปยังโนด 001 เพื่อหยุดการไหลของกระแสไฟฟ้า และถ้าไม่มีกระแสไหล โนดจะแสดงค่า 0 ระบบจะส่งค่า true ไปยังโนด 001 จากนั้นเมื่อมีการตั้งเวลาและกดปุ่ม SET ระบบจะทำการส่งค่า false ไปยังโนด 001 เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ เมื่อเข้าสู่หน้าควบคุมโหลดที่ 2 ระบบจะเข้าสู่หน้า Bulb2 ดังรูปที่ 3.14 ในหน้านี้เป็นการส่งค่าเข้าสู่โนด 002 ของ Firebase ซึ่งเมื่อกดปุ่ม ON จะทำการส่งค่า true, เมื่อกดปุ่ม OFF จะทำการส่งค่า false และมีการตั้งเวลาและกดปุ่ม SET จะทำการส่งค่า false เช่นเดียวกันในหน้าควบคุมโหลดที่ 3 (รูปที่ 3.15) ระบบจะเหมือนหน้าควบคุมโหลดที่ 2 เพียงแต่จะส่งค่าไปยังโนด 003 ของ Firebase และในหน้าควบคุมโนดที่ 4 ดังรูปที่ 3.16 ได้สร้างโนดย่อยสำหรับควบคุมคุมโนด air control ไว้ สำหรับส่งค่า 0 ไปยังโนดย่อยที่ควบคุมคำสั่งใดๆของเครื่องปรับอากาศที่กำหนดไว้และเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับค่า จะส่งค่า 1 กลับไปยังโนดย่อยดังเดิมเพื่อรอรับคำสั่งในรอบถัดไป โดยเมื่อกดปุ่ม ON ระบบจะส่งค่าไปยังโนดย่อย on, เมื่อกดปุ่ม OFF ระบบจะส่งค่าไปยังโนดย่อย off, เมื่อมีการตั้งเวลาและกดปุ่ม SET ระบบจะส่งค่าไปยังโนดย่อย on เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ และเมื่อมีการกำหนดอุณหภูมิและกดปุ่ม CHANGE ระบบจะทำการส่งค่าไปยังโนดย่อยตามอุณหภูมิที่กำหนดตั้งแต่โนด 18-28

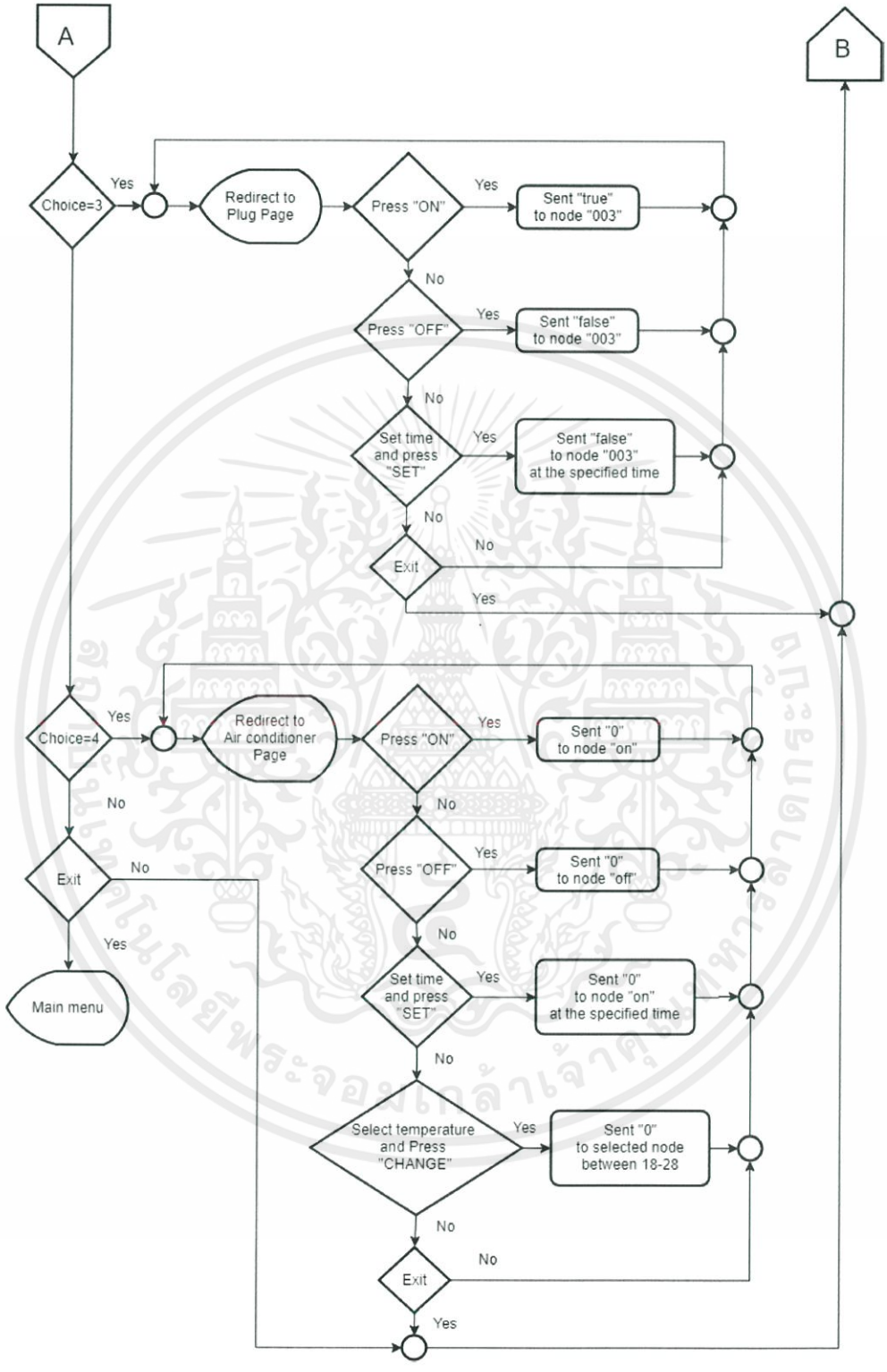
สำหรับหน้า BILLING ดังรูปที่ 3.8 การทำงานจะเริ่มจากการกำหนด Budget ซึ่งสามารถกำหนดเองผ่านหน้าแอปพลิเคชัน จากนั้นจะส่งค่า Budget ไปยังโนด budget ของ Firebase และดึงค่ากลับมาแสดง จากนั้นระบบจะรับค่า Total charge จากโนด value ของ Firebase มาแสดงค่าบนแอปพลิเคชัน จากนั้นจะนำค่า Budget และ Total charge มาคำนวณหาค่า Balance และแสดงบนแอปพลิเคชัน และเมื่อมีการกดปุ่มที่หน้าแอปพลิเคชัน ระบบจะทำการตรวจสอบสถานะจากโนด lcd mode ของ Firebase ซึ่งเมื่อโนดนั้นมีค่าเป็น 0 ระบบจะแสดงข้อมูล Power used ที่รับค่ามาจากโนด power ของ Firebase แต่ถ้าโนด lcd mode มีค่าเป็น 1 จะแสดงข้อมูล Unit used ที่รับค่ามาจากโนด unit แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



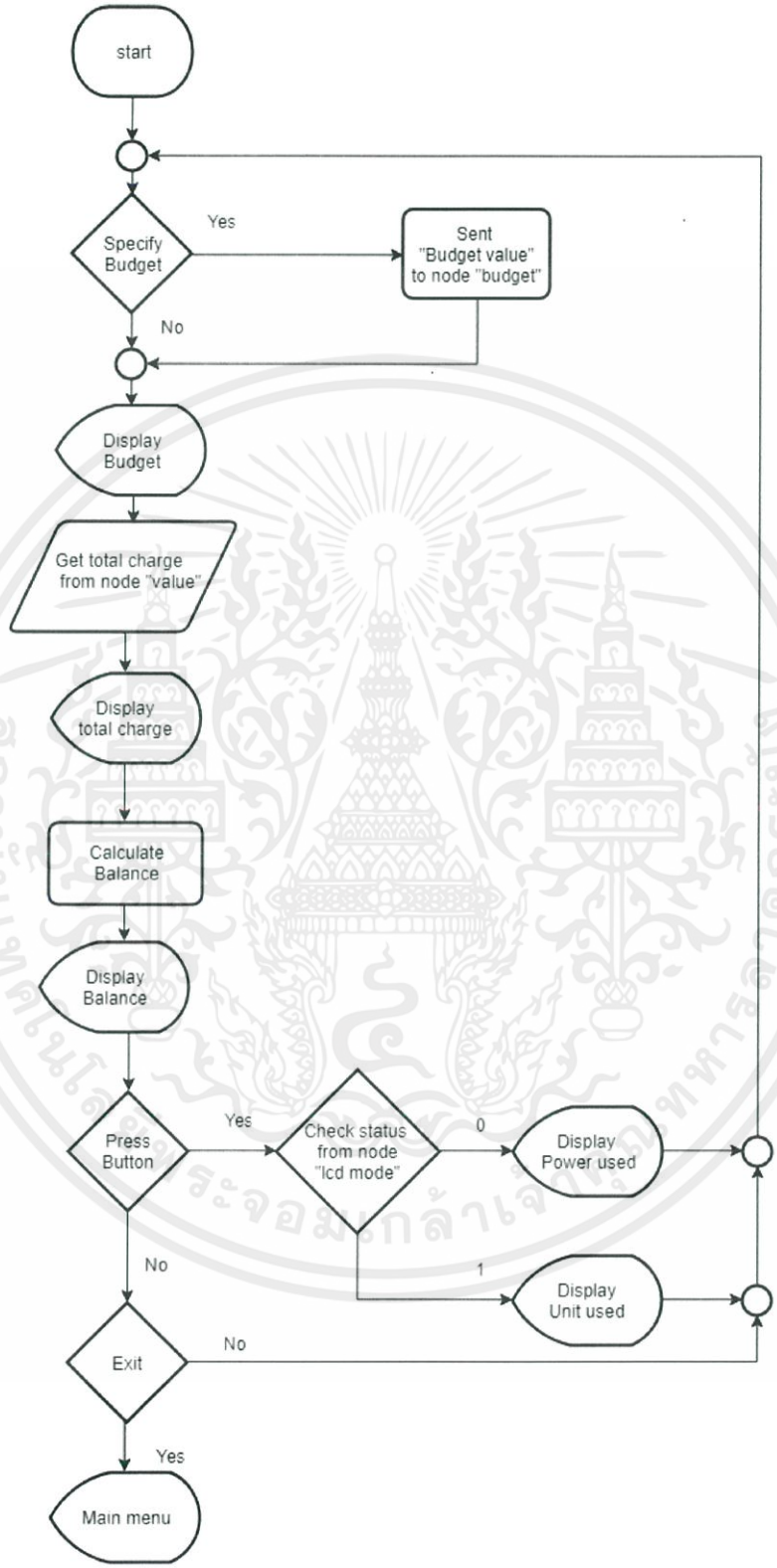
รูปที่ 3.6 Flow chart หน้า CONTROL ของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 Flow chart หน้า CONTROL ของแอปพลิเคชัน (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

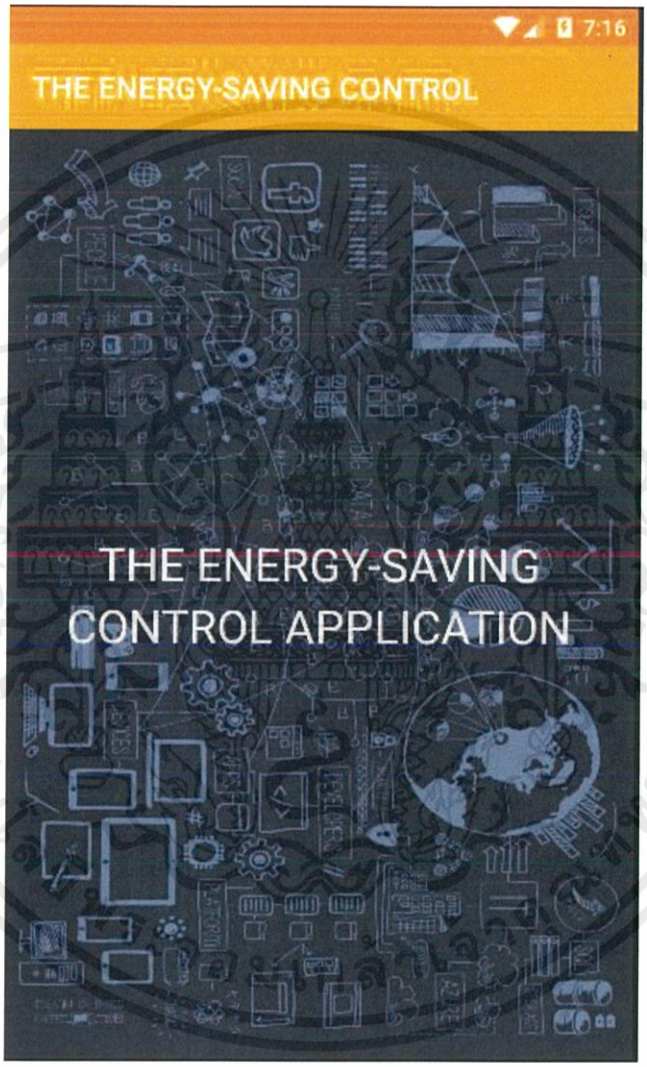


รูปที่ 3.8 Flow chart หน้า BILLING ของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 การออกแบบแอปพลิเคชัน

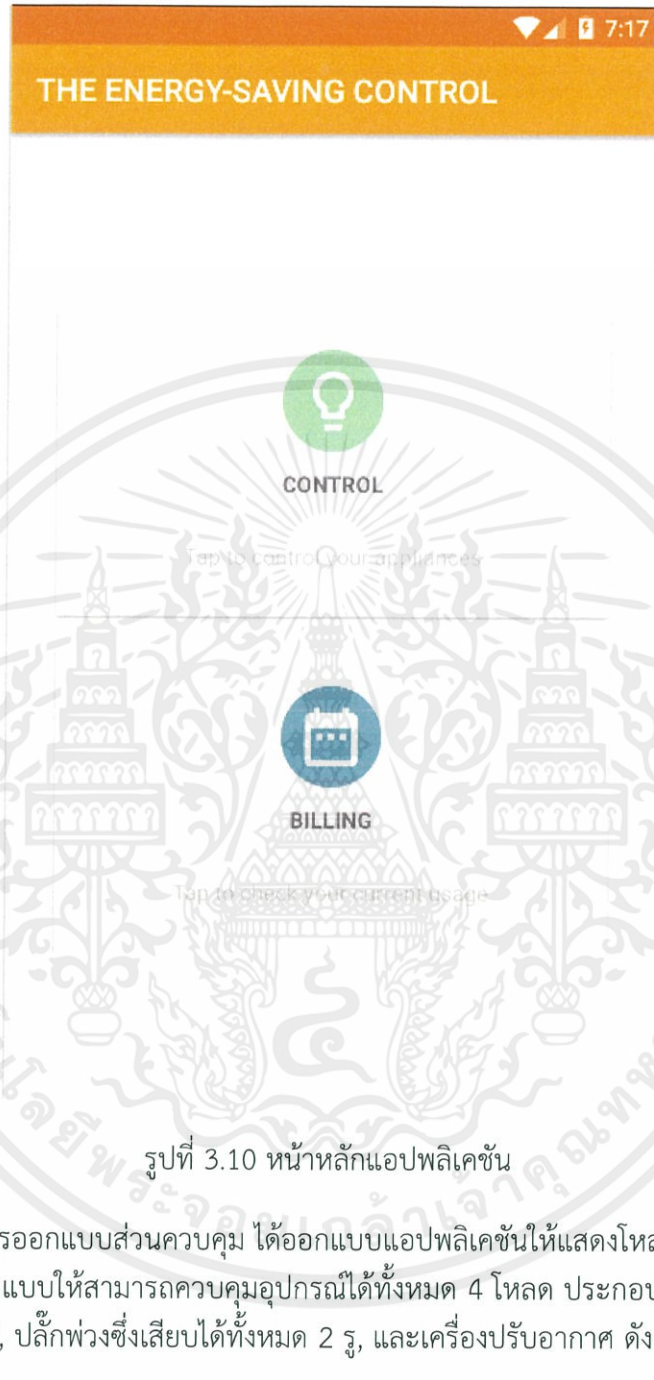
ในส่วนของ layout แอปพลิเคชันนั้นจะออกแบบโดยการเขียน Code ซึ่งสามารถทำงานเชื่อมต่อกับส่วนของ Code การทำงาน แต่ต้องออกแบบแยกกัน ซึ่งตัวแปรและ layout ของแอปพลิเคชันหน้าต่างๆ ถูกออกแบบดังนี้



รูปที่ 3.9 Welcome screen

จากรูปที่ 3.9 เป็นหน้าตา Welcome screen ซึ่งจะปรากฏขึ้นเมื่อเปิดแอปพลิเคชัน และจะเข้าสู่หน้าหลักแอปพลิเคชัน โดยออกแบบหน้าต่างเป็น 2 ส่วน คือการทำงานฝั่งควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และการวิเคราะห์ผลค่าไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.10

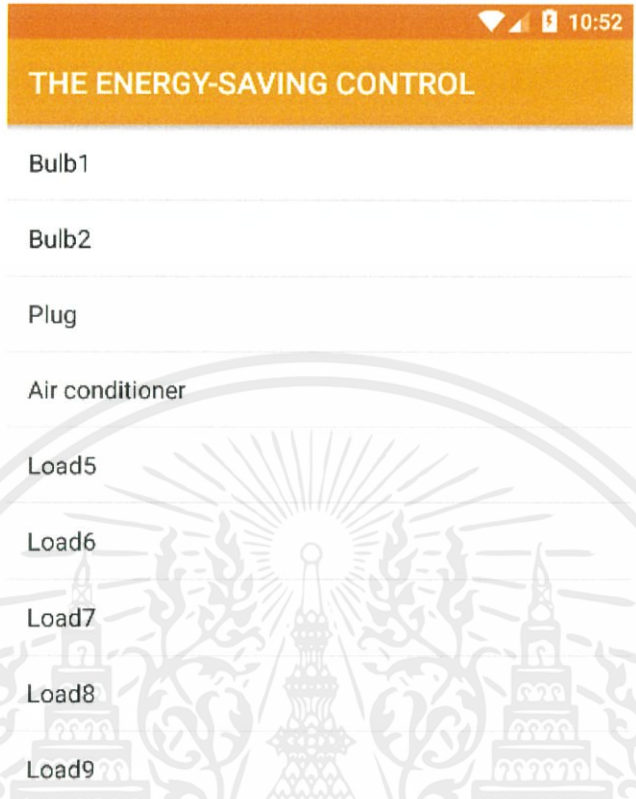
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 หน้าหลักแอปพลิเคชัน

ในการออกแบบส่วนควบคุม ได้ออกแบบแอปพลิเคชันให้แสดงโหลดควบคุมทั้งหมด 9 โหลด แต่ในที่นี้ออกแบบให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ได้ทั้งหมด 4 โหลด ประกอบด้วยหลอดไฟดวงที่ 1, หลอดไฟดวงที่ 2, ปลั๊กพ่วงซึ่งเสียบได้ทั้งหมด 2 รู, และเครื่องปรับอากาศ ดังรูปที่ 3.11

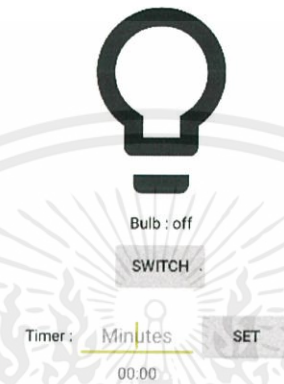
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 หน้าต่างแอปพลิเคชันส่วนควบคุม

ในหน้าต่างควบคุมหลอดไฟดวงที่ 1 ออกแบบให้ตัว SWITCH เป็นสถานะ toggle เนื่องจากฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบนั้นเชื่อมต่อกับสวิตช์ 3 ทางซึ่งสามารถควบคุมผ่านฮาร์ดแวร์ได้ และในส่วนของการตั้งเวลาปิดอุปกรณ์ ออกแบบให้ตั้งเวลาโดยการนับถอยหลังจากจำนวนเวลาที่เลือกในหน่วยนาทีและจะส่งสถานะ toggle ไปยัง Firebase เพื่อปิดอุปกรณ์ โดยหน้าต่างแอปพลิเคชันออกแบบดังรูปที่ 3.12 และหน้าต่างแสดงสถานะเปิดแสดงดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

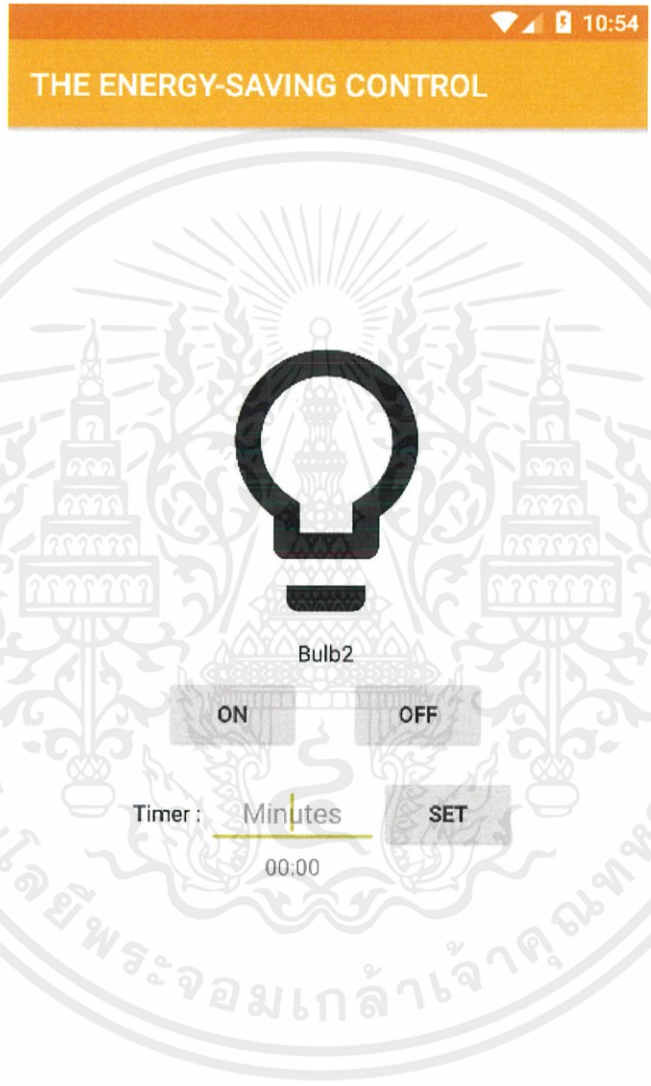


รูปที่ 3.12 หน้าต่างควบคุมหลอดไฟดวงที่ 1

รูปที่ 3.13 หน้าต่างแสดงสถานะเปิดของหลอดไฟดวงที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

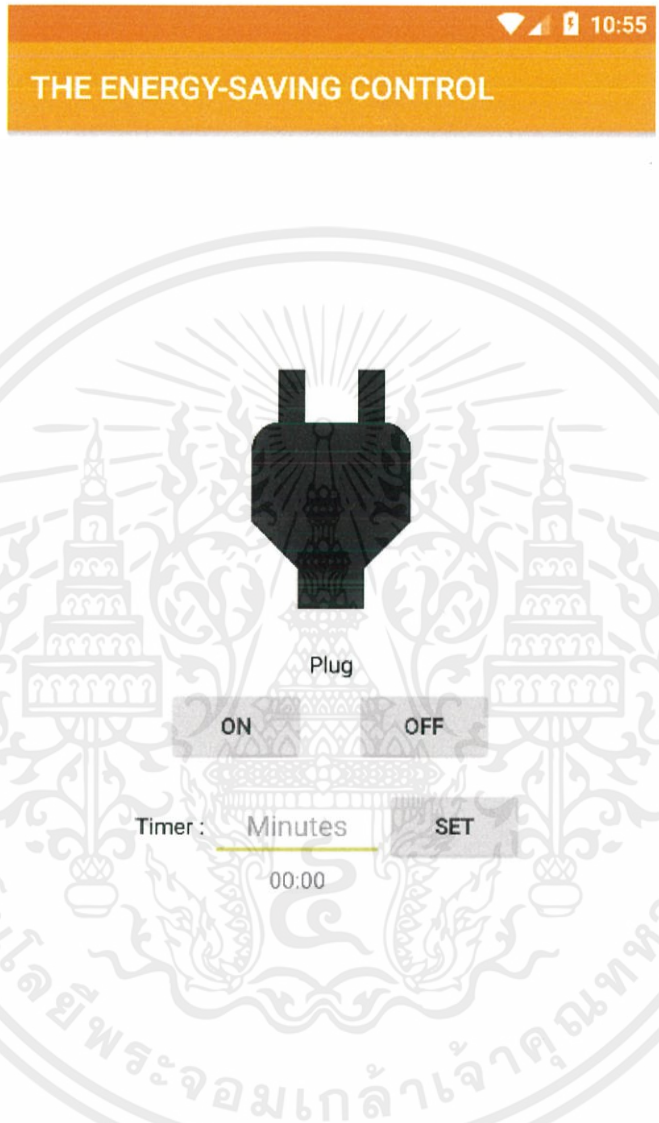
ในหน้าต่างควบคุมหลอดไฟดวงที่ 2 ออกแบบให้มีปุ่มกด ON, OFF สำหรับส่งค่าสถานะเปิดและปิดสู่ Firebase ได้เลยโดยไม่ต้องออกแบบปุ่มกดเป็น toggle เนื่องจากโหลดนี้ไม่มีการเชื่อมต่อสวิตซ์ 3 ทาง และตัวตั้งเวลาออกแบบให้ส่งสถานะปิดได้เลยเมื่อถึงเวลาที่กำหนด หน้าต่างออกแบบดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 หน้าต่างควบคุมหลอดไฟดวงที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

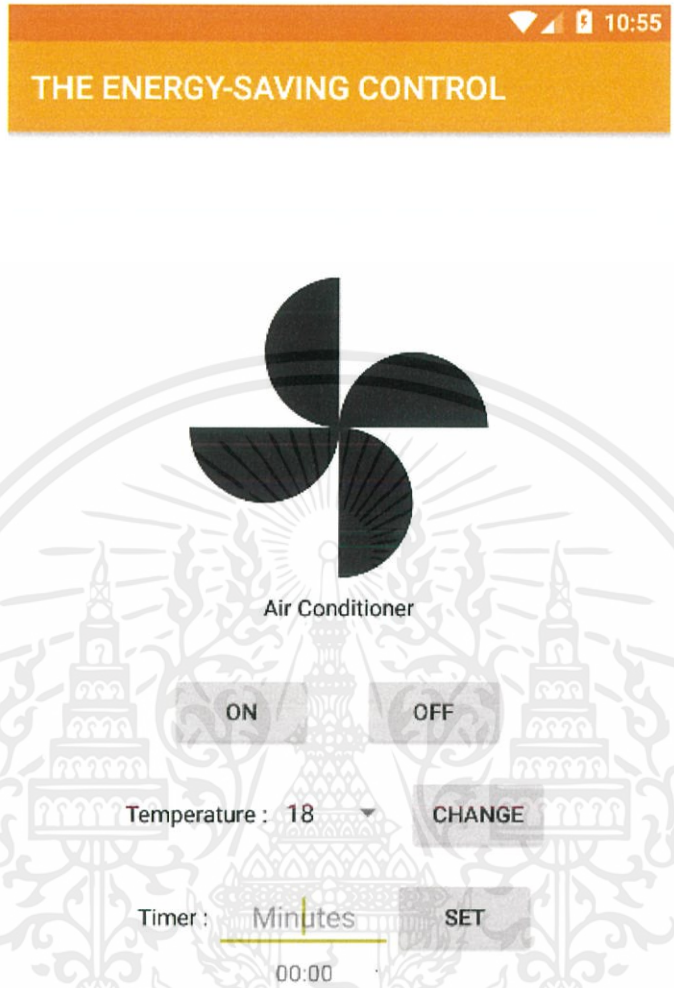
ในหน้าต่างควบคุมปลั๊กพ่วงนั้น ออกแบบเหมือนหน้าต่างควบคุมหลอดไฟดวงที่ 2 เพียงแต่สื่อสารผ่าน Firebase คนละโนดเท่านั้น หน้าต่างออกแบบเป็นดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 หน้าต่างควบคุมปลั๊กพ่วง 2 รู

ในหน้าต่างควบคุมเครื่องปรับอากาศ ออกแบบคล้ายหน้าต่างควบคุมหลอดไฟดวงที่ 2 เพียงแต่สื่อสารผ่าน Firebase คนละโนด และเพิ่มฟังก์ชันการกำหนดอุณหภูมิโดยจะส่งค่า 0 ไปยังโนดอุณหภูมินั้นๆของ Firebase และไปสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป โดยหน้าต่างนี้ออกแบบดังรูปที่ 3.16

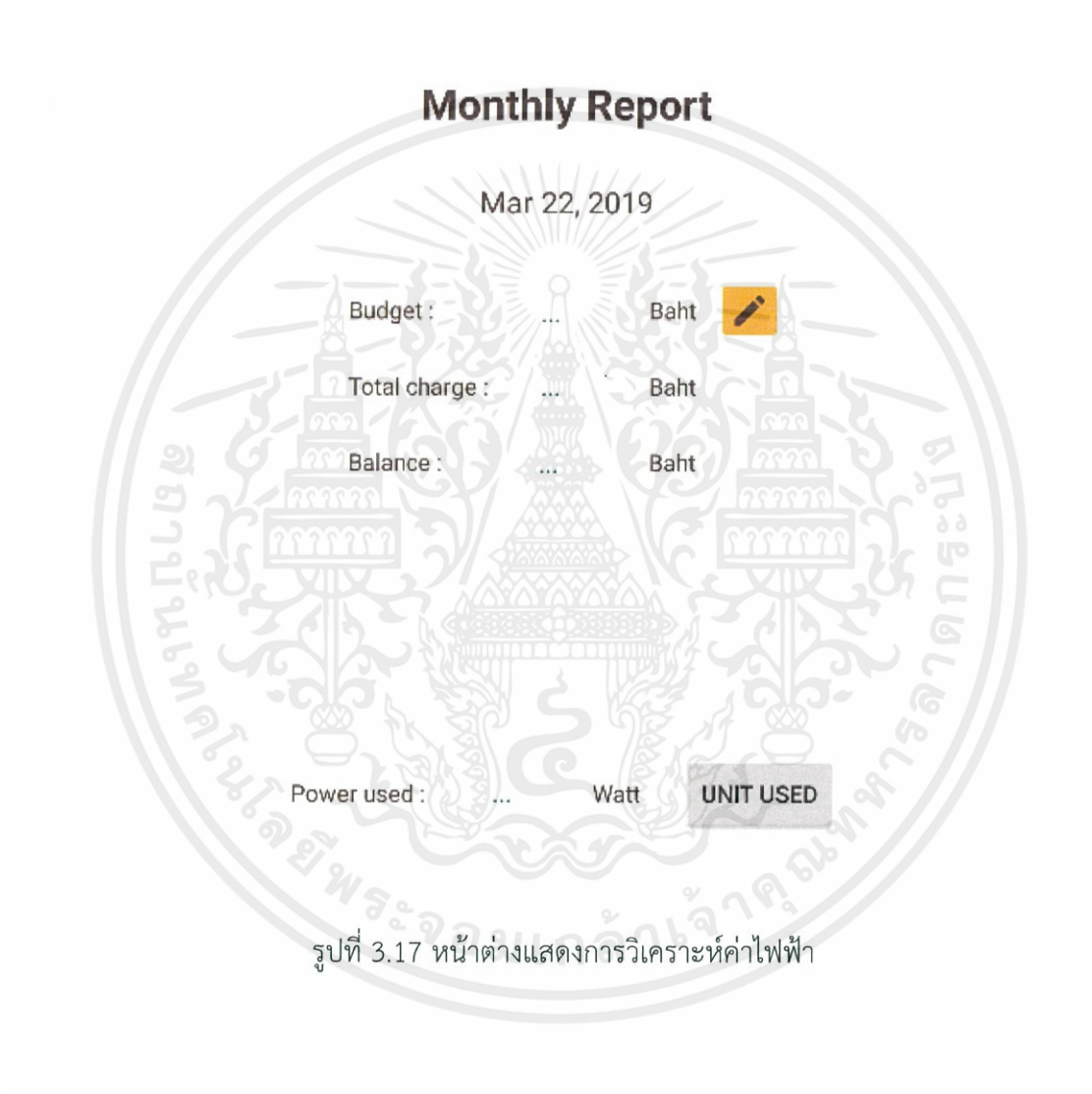
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 หน้าต่างควบคุมเครื่องปรับอากาศ

และในส่วนการวิเคราะห์ค่าไฟฟ้านั้น ออกแบบให้สามารถรับค่าไฟฟ้าที่วัดได้ทั้งหมดมาแสดง และวิเคราะห์ได้เบื้องต้นโดยการกำหนดงบประมาณที่มีในแต่ละเดือนจากนั้นนำทั้ง 2 ค่ามาคำนวณยอดคงเหลือ และด้านล่างของหน้าต่างออกแบบให้แสดงกำลังไฟฟ้าที่ใช้ไปทั้งหมด หรือจำนวนยูนิตที่ใช้ไปทั้งหมดโดยออกแบบให้เปลี่ยนโหมดการแสดงผลผ่านปุ่มด้านขวา โดยเชื่อมหน้าการแสดงผลกับหน้าจอ LCD ของฮาร์ดแวร์ผ่าน Firebase การออกแบบหน้าต่างแสดงดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

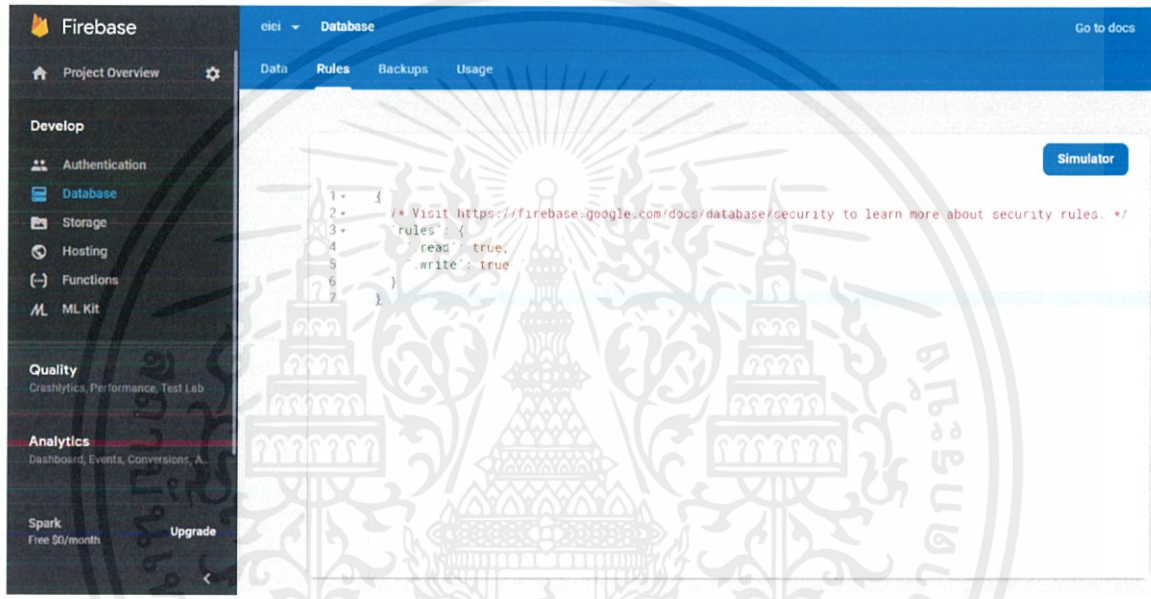


รูปที่ 3.17 หน้าต่างแสดงการวิเคราะห์ค่าไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 การออกแบบฐานข้อมูล

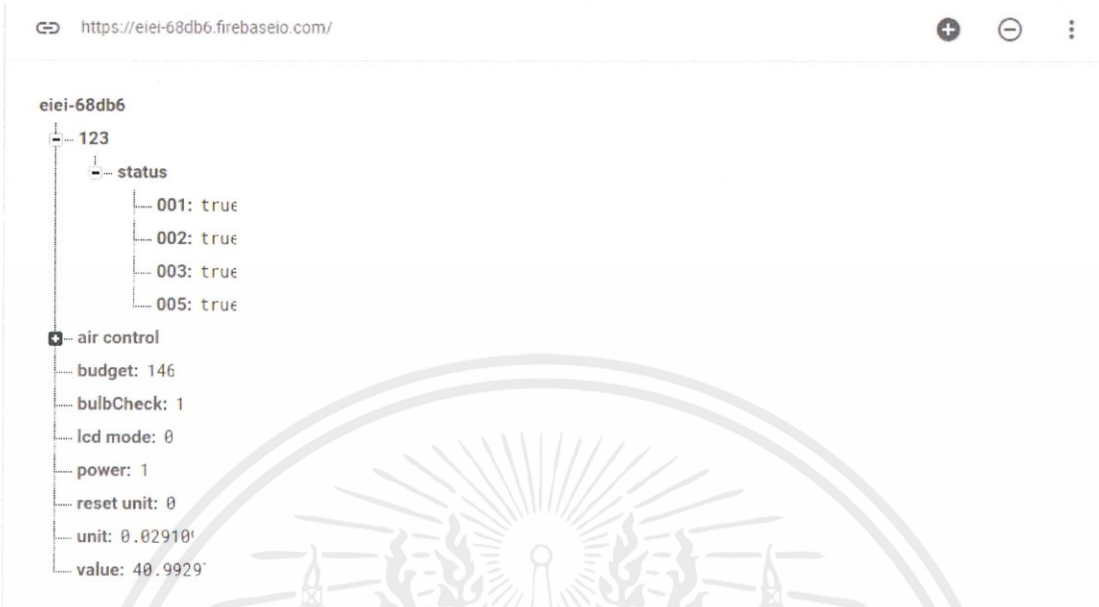
ในส่วนของฐานข้อมูล ทางผู้จัดทำได้ศึกษาและใช้งาน Firebase เป็นตัวเชื่อมต่อสื่อสารเพื่อส่งและรับค่าระหว่างแอปพลิเคชันและไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเริ่มจากการสร้าง project จากนั้นแก้ไขในส่วน Firebase Authentication เพื่อปรับแต่งให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้แบบสาธารณะ โดยไปที่ Firebase Console เข้าไปที่ project จากนั้นเลือกเมนูฐานข้อมูล แล้วเลือก tab ที่ชื่อว่า RULES จะพบหน้าต่างของ code จากนั้นทำการปรับคำสั่ง read และ write เป็นสาธารณะ ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 การแก้ไข RULES ของ Firebase Authentication ทำให้เข้าถึงข้อมูลได้แบบสาธารณะ

จากนั้นในส่วน Realtime Database ได้ทำการสร้าง Key และ Child เป็นตัวเก็บค่าเพื่อใช้สื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และแอปพลิเคชัน โดยกำหนด 001, 002, 003 เป็นตัวรับค่าสำหรับการเปลี่ยนสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ส่งจากแอปพลิเคชันสำหรับโหลดที่ 1-3 กำหนด Key budget สำหรับการกำหนดงบประมาณรายเดือน, bulbCheck สำหรับตรวจสอบโหลด 1 ว่ามีกระแสไหลผ่านหรือไม่, lcd mode สำหรับเปลี่ยนโหมดบนหน้าจอ LCD, power สำหรับแสดงค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ไปทั้งหมด, reset unit สำหรับการเริ่มต้นค่าทั้งหมดใหม่เมื่อจบเดือน, unit สำหรับแสดงค่ายูนิตที่ใช้ไปทั้งหมด และ value สำหรับแสดงค่าไฟฟ้าที่เสียไปทั้งหมด ดังรูปที่ 3.19 และสำหรับการควบคุมเครื่องปรับอากาศดังรูปที่ 3.20 ออกแบบให้ส่งค่า 0 จากแอปพลิเคชันไปที่โนดใดๆเมื่อต้องการใช้คำสั่งนั้นไปควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ และเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับและสั่งงานคำสั่งนั้นๆเรียบร้อย จะส่งค่า 1 ไปยัง Firebase ดังเดิม โดยกำหนด child on, off สำหรับควบคุมสถานะเปิดปิด และ child 18-28 เพื่อควบคุมอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 การกำหนด Key และ Child เพื่อสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และ แอปพลิเคชัน

รูปที่ 3.20 การกำหนด Key และ Child ในส่วนการควบคุมเครื่องปรับอากาศ

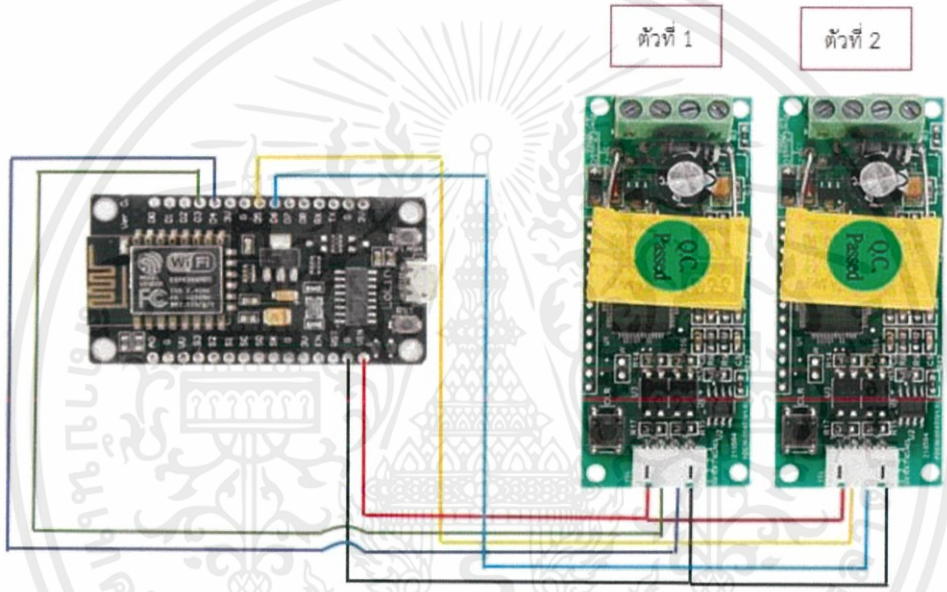
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบในด้านฮาร์ดแวร์

3.1.3.1 การเชื่อมต่อของแต่ละอุปกรณ์

1) การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ PZEM-004T

ในส่วนการวัดค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า ออกแบบโดยใช้ PZEM-004T เชื่อมต่อกับ NodeMCU โดยการเชื่อมต่อนั้นสามารถทำได้ดังรูปที่ 3.21 และตารางที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.21 การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ PZEM-004T

ตารางที่ 3.1 การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ PZEM-004T ตัวที่ 1

NodeMCU	PZEM-004T ตัวที่ 2
Vin	5V
GND	GND
D3	Rx
D4	Tx

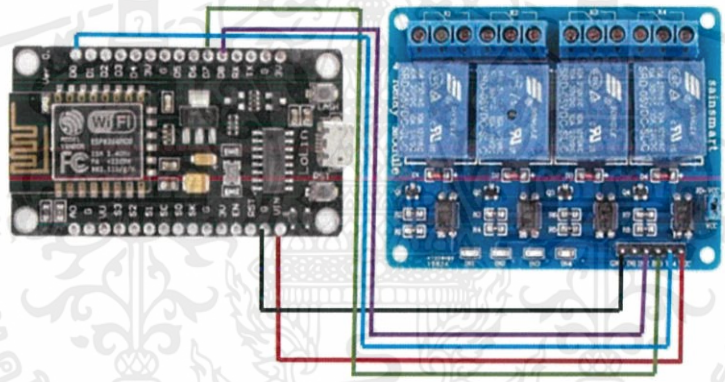
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ PZEM-004T ตัวที่ 2

NodeMCU	PZEM-004T ตัวที่ 2
Vin	5V
GND	GND
D5	Rx
D6	Tx

2) การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ Relay Module

ในส่วนของการควบคุม ออกแบบโดยใช้ Relay Module เชื่อมต่อกับ NodeMCU โดยการเชื่อมต่อนั้นสามารถทำได้ดังรูปที่ 3.22 และตารางที่ 3.3



รูปที่ 3.22 การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ Relay Module

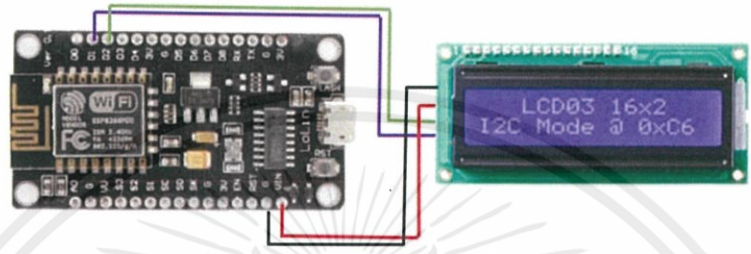
ตารางที่ 3.3 การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ Relay Module

NodeMCU	Relay Module
Vin	Vin
GND	GND
D0	IN4
D7	IN3
D8	IN2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ จอ LCD

สำหรับหน้าจอ LCD ออกแบบโดยใช้ LCD ขนาด 16x2 เชื่อมต่อกับ NodeMCU เพื่อแสดงข้อมูลค่าไฟฟ้าที่ใช้ ค่ากำลังไฟฟ้า และค่าหน่วยไฟฟ้า โดยการเชื่อมต่อของหน้าจอ LCD กับ NodeMCU สามารถทำได้ดังรูปที่ 3.23 และตารางที่ 3.4

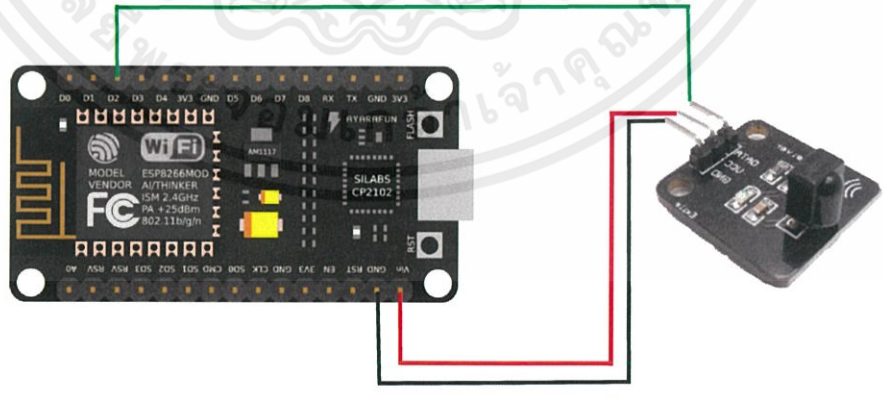


รูปที่ 3.23 การเชื่อมต่อ LCD กับ NodeMCU

ตารางที่ 3.4 การเชื่อมต่อ LCD กับ NodeMCU

NodeMCU	LCD 16x2
Vin	5V
GND	GND
D1	SCL
D2	SDA

4) การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ IR Receiver

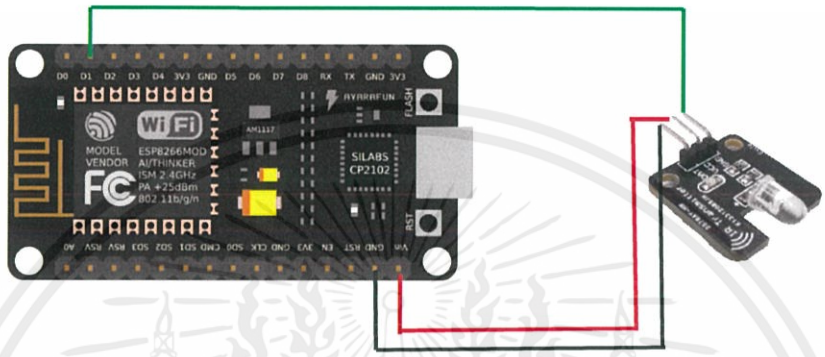


รูปที่ 3.24 การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ IR Receiver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.24 เป็นการเชื่อมต่อกันของ NodeMCU กับ IR Receiver ซึ่งจะนำมารับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลของเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Star Aire เพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปออกแบบในการควบคุมเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน

5) การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ IR Transmitter



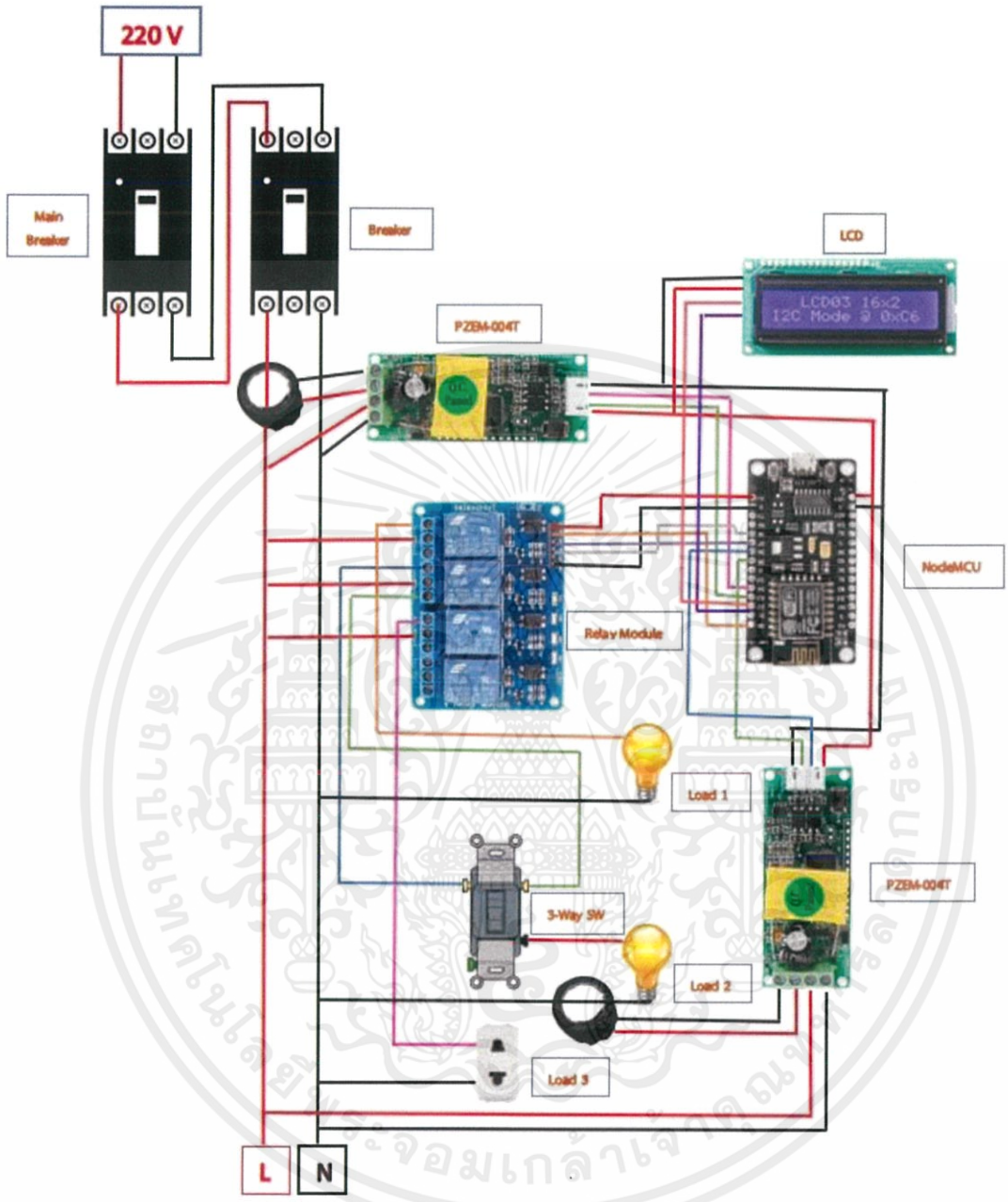
รูปที่ 3.25 การเชื่อมต่อ NodeMCU กับ IR Transmitter

จากรูปที่ 3.25 เป็นรูปแสดงการการเชื่อมต่อกันของ NodeMCU กับ IR Receiver ซึ่งจะนำมาส่งสัญญาณอินฟราเรดไปยังเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Star Aire เพื่อควบคุมการเปิด-ปิด หรือเพิ่ม-ลด อุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน

3.1.3.2 วงจรทั้งหมดของระบบ

จากรูปที่ 3.26 เป็นการต่อวงจรทั้งหมดของระบบ โดยที่ Main Breaker จะรับไฟ AC เข้ามาเพื่อเป็นตัวจ่ายไฟให้กับวงจรต่อไป และเมื่อมีการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า (Load) กระแสไฟฟ้าจะไหลอยู่ในวงจร ซึ่งสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าโดยใช้ PZEM-004T หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณเป็นค่าไฟฟ้าโดยใช้ NodeMCU เป็นตัวคำนวณ นอกจากนี้ NodeMCU ยังควบคุม Relay Module เพื่อควบคุมการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า (Load) โดย Relay 3 จะมีการต่อเข้ากับ สวิตช์ 3 ทางด้วย เพื่อให้สามารถควบคุมการใช้งานได้โดยการกดสวิตช์หรือควบคุมผ่าน Relay 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 การต่อวงจรทั้งหมดของระบบ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในส่วนของเครื่องมือที่ใช้นั้นประกอบด้วย NodeMCU ESP8266, Relay Module, เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ, โมดูล PZEM-004T, สวิตช์ 3 ทาง, ปลั๊กตัวเมีย, เบรกเกอร์, จอ LCD, IR Transmitter, และ IR Receiver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

สำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ในส่วนของแอปพลิเคชันจะสามารถควบคุมการเปิดปิดและตั้งเวลาการทำงานอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ทั้งหมด 4 โหลดและ สามารถอ่านค่าไฟฟ้าสุทธิที่ใช้ไป, กำหนดงบประมาณรายเดือน และคำนวณยอดงบประมาณคงเหลือได้จากหน้าแอปพลิเคชัน และในส่วนของระบบอุปกรณ์จะใช้ NodeMCU เป็นตัวควบคุมระบบ โดยมีรีเลย์ซึ่งใช้ในการควบคุมอุปกรณ์โดยมีการรับค่ามาจากโทรศัพท์มือถือแต่ก็มีสวิตช์สามทางเพื่อควบคุมที่ตัวอุปกรณ์ด้วยเช่นกัน และการคำนวณค่าไฟฟ้า มาจาก PZEM-004T ซึ่งจะวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าและนำมาคำนวณ ทั้งนี้การเชื่อมต่อสื่อสารกันระหว่าง NodeMCU และแอปพลิเคชันจะมี Firebase เป็นตัวกลางซึ่งส่งผ่าน Wifi ซึ่งการออกแบบการจัดเก็บผลการทดลองของระบบดังกล่าวมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 การทำงานของแอปพลิเคชัน

ในส่วนนี้ คณะผู้จัดทำจะทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันว่าสามารถส่งและรับข้อมูลจาก Firebase ได้หรือไม่

3.3.2 การทำงานของอุปกรณ์

ในส่วนนี้ คณะผู้จัดทำจะทดสอบการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชิ้นในขั้นตอนต่าง ๆ ของระบบว่าเป็นไปตามแผนหรือไม่ โดยเมื่อทำการเปิดสวิตช์บนโทรศัพท์มือถือหรือสวิตช์ 3 ทาง ตัวเครื่องใช้ไฟฟ้าจะเปลี่ยนสถานะหรือไม่ และเมื่อตั้งเวลาปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า เมื่อถึงเวลาที่กำหนดโหลดนั้นๆจะเปลี่ยนสถานะหรือไม่ และเมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้าทำงาน PZEM-004T จะวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ จะคำนวณเป็นค่าไฟฟ้าและส่งค่าไปแสดงบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

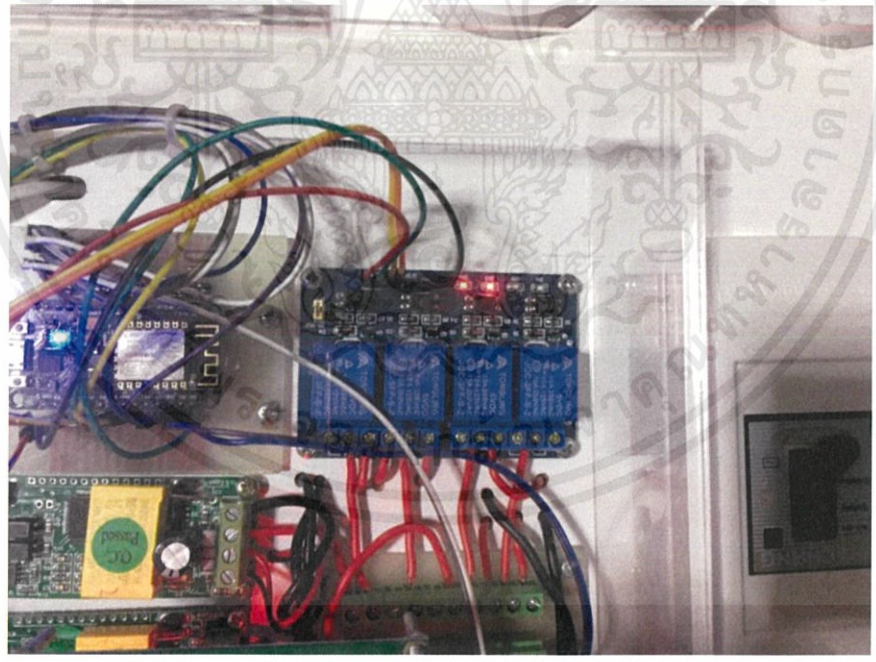
การทดลองและผลการทดลอง

การทดสอบระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านและแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ต ได้จัดเก็บผลการทำงานของระบบโดยแบ่งการทดลองและการจัดเก็บผลการทดลองออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์

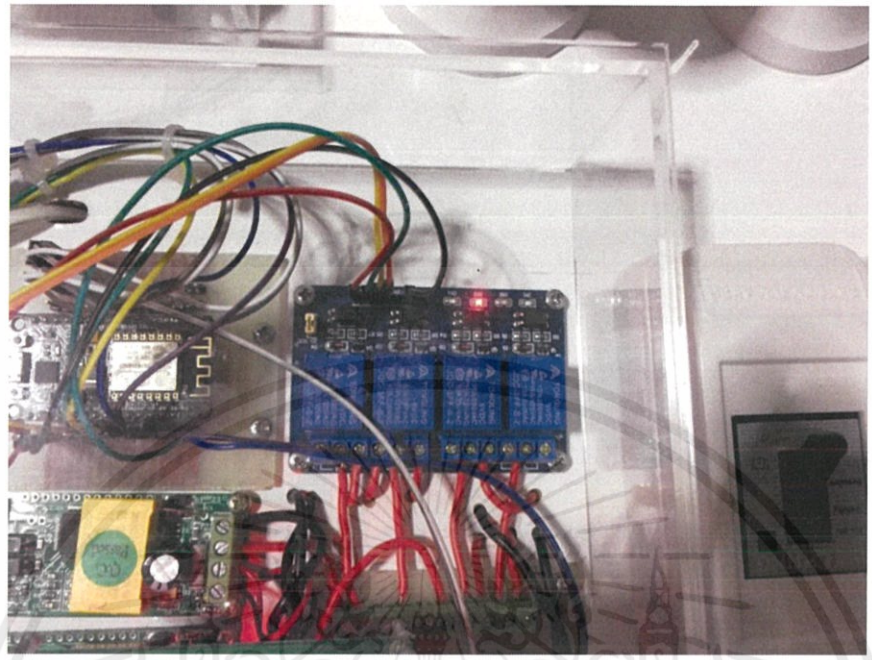
4.1.1 ทดสอบการทำงานของรีเลย์

ทางผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการทำงานของรีเลย์ ผ่าน serial monitor โดยทำการทดสอบการเปิดปิดของรีเลย์ ที่ต่อกับ Switch ต่าง ๆ โดยควบคุมผ่านแอปพลิเคชันทางโทรศัพท์มือถือ โดยรูปที่ 4.1 กำหนดให้รีเลย์ตัวที่ 1 และ 2 ทำงานปกติ, รูปที่ 4.2 กำหนดให้รีเลย์ตัวที่ 1 ไม่ทำงานส่วนรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน และรูปที่ 4.3 กำหนดให้รีเลย์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ไม่ทำงาน

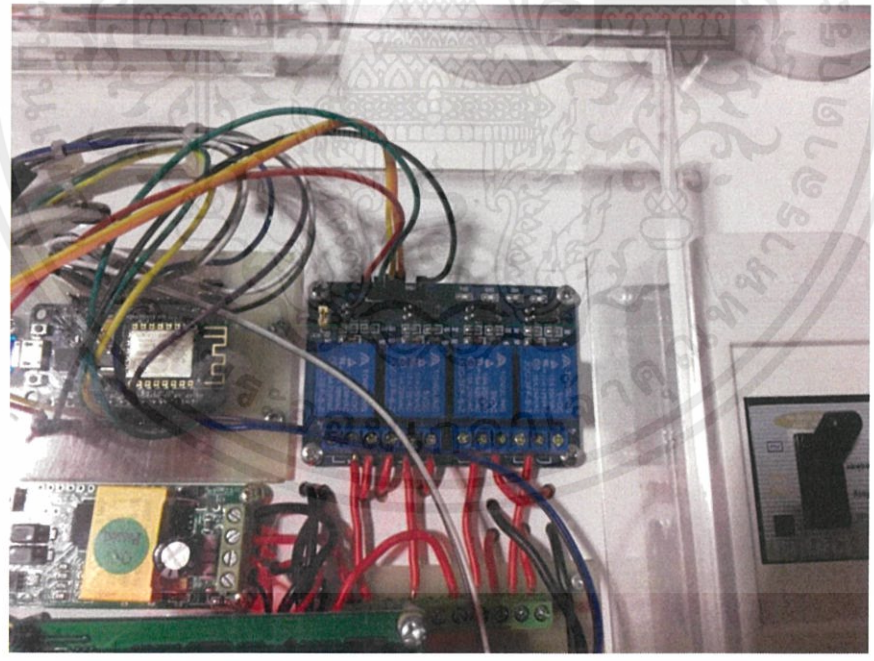


รูปที่ 4.1 รีเลย์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ทำงานปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 รีเลย์ตัวที่ 1 ไม่ทำงานส่วนรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน

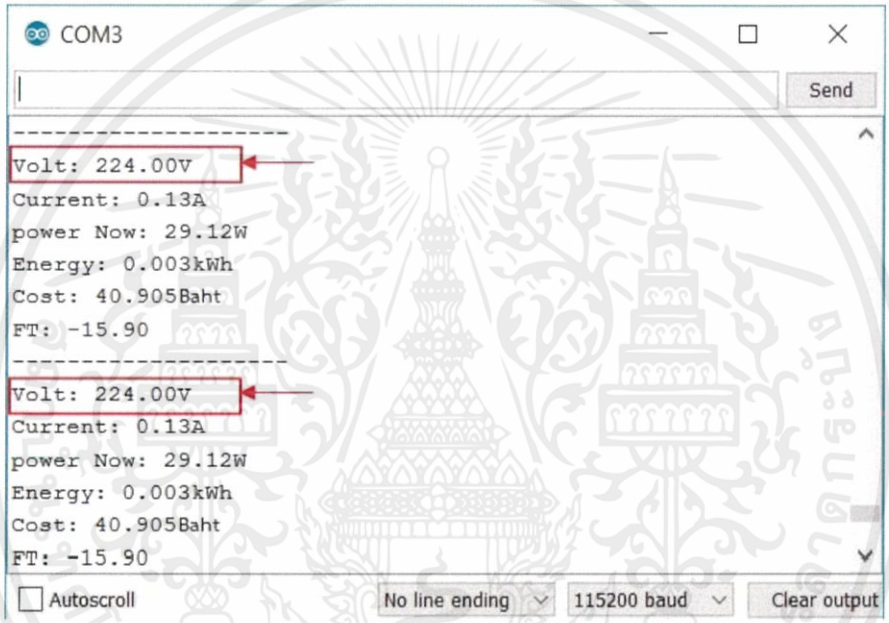


รูปที่ 4.3 รีเลย์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ไม่ทำงาน

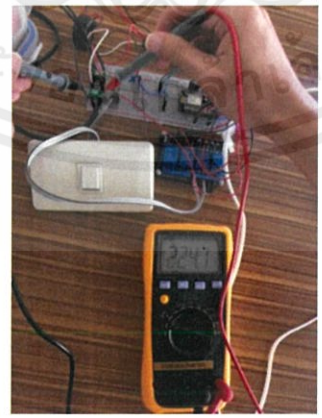
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ทดสอบการทำงานของ PZEM-004T

ทางผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการทำงานของ PZEM-004T โดยการนำค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จาก PZEM-004T มาทำการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้ ณ ขณะนั้นจากมัลติมิเตอร์รุ่น VC88 โดยใช้พัดลมเป็นโหลด ซึ่ง PZEM-004T วัดค่าแรงดันขณะนั้นได้ 224 V ในขณะที่มัลติมิเตอร์วัดได้ 224.1 V ดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 และ PZEM-004T วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ 0.13 A ในขณะที่มัลติมิเตอร์วัดได้ 0.134 A ดังรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 ซึ่งพบว่าค่าที่วัดได้นั้นใกล้เคียงกันมาก

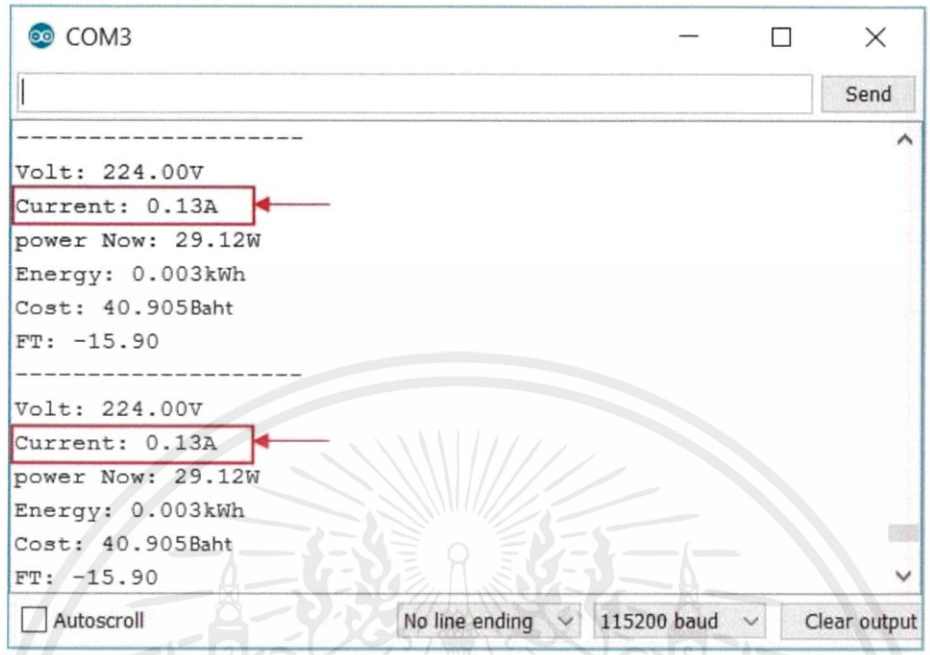


รูปที่ 4.4 PZEM-004T วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ 224 V

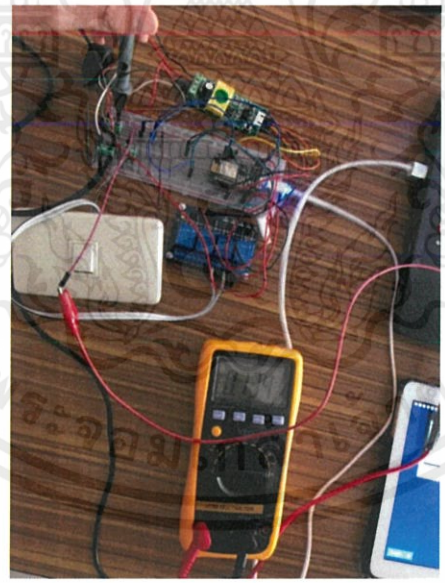


รูปที่ 4.5 มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ 224.1 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 PZEM-004T วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ 0.13 A



รูปที่ 4.7 มัลติมิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ 0.134 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

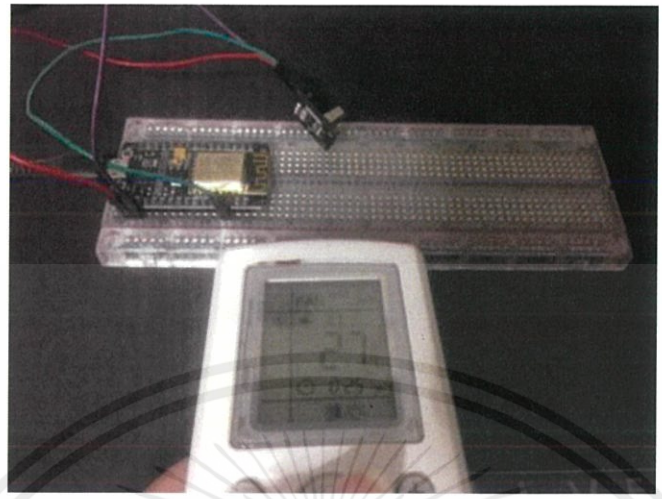
และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์รุ่น VC88 และ PZEM-004T โดยใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่มีค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากขึ้น และนำมาพล็อตกราฟ โดยครั้งที่ 1 การวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟ 1 ดวง, ครั้งที่ 2 วัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหัวแร้ง, ครั้งที่ 3 การวัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านพัดลมเบอร์ 1, ครั้งที่ 4 การวัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านพัดลมเบอร์ 2, ครั้งที่ 5 การวัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านพัดลมเบอร์ 2 และหลอดไฟ, ครั้งที่ 6 วัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านพัดลมเบอร์ 3, วัดโดยเพิ่มกระแสไฟฟ้าไปเรื่อย ๆ และจะเห็นความต่างของกระแสไฟฟ้าอย่างชัดเจนในครั้งที่ 15 เป็นต้นไป โดยครั้งที่ 15 วัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกาน้ำร้อน, ครั้งที่ 17 วัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไดร์เป่าผมเบอร์สูงที่สุด, และครั้งที่ 18 วัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหม้อต้มสุกี้ พบว่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์รุ่น VC88 และ PZEM-004T มีค่าใกล้เคียงกันมากดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบการวัดค่าระแสไฟฟ้าระหว่างมัลติมิเตอร์รุ่น VC88 กับ PZEM-004T

4.1.3 ทดสอบการทำงานของ IR Receiver

ทางผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการทำงานของ IR Receiver โดยการรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลของเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Star Aire ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้เก็บข้อมูลของสัญญาณอินฟราเรดเมื่อกดปุ่มเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ และ เก็บข้อมูลของสัญญาณที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลของเครื่องปรับอากาศ

4.1.4 ทดสอบการทำงานของ IR Transmitter

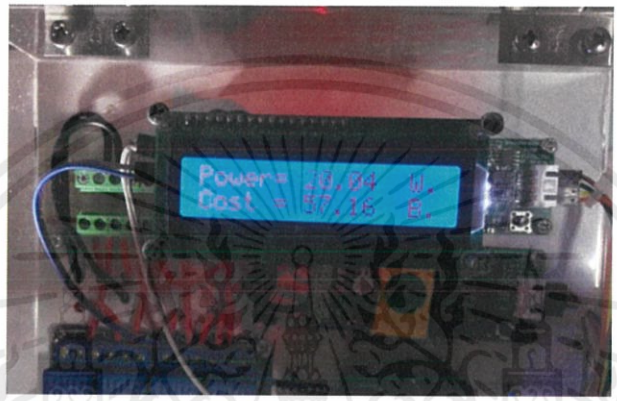
ทางผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการทำงานของ Transmitter โดยการส่งสัญญาณอินฟราเรดที่ได้จากการถอดรหัสรีโมทคอนโทรลของเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Star Aire ไปยังเครื่องปรับอากาศ โดยสามารถควบคุมการเปิด-ปิด หรือ เพิ่ม-ลด อุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Star Aire ดังรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.10 ส่งสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลของเครื่องปรับอากาศ

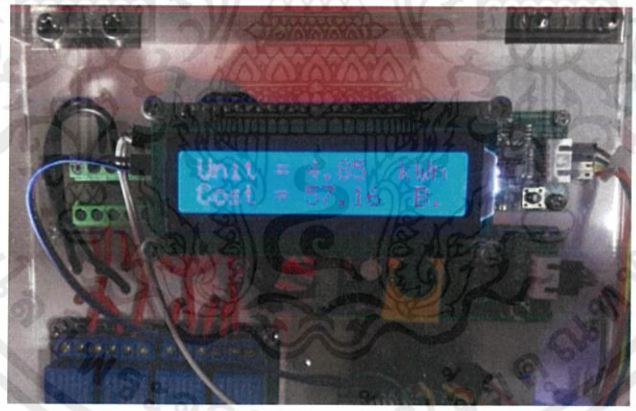
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ทดสอบการทำงานของจอ LCD

ทางผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการทำงานของจอ LCD ขนาด 16x2 เพื่อแสดงข้อมูลค่าไฟฟ้าที่ใช้ไป ค่ากำลังไฟฟ้า และค่ายูนิตไฟฟ้า โดยหน้าจอ LCD สามารถเลือกที่จะแสดงค่ากำลังไฟฟ้าหรือค่ายูนิตไฟฟ้าดังรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12 โดยการควบคุมสามารถสั่งการผ่านแอปพลิเคชัน ที่จะกล่าวในหัวข้อที่ 4.2



รูปที่ 4.11 โหมดกำลังไฟฟ้าที่แสดงบนหน้าจอ LCD



รูปที่ 4.12 โหมดยูนิตไฟฟ้าที่แสดงบนหน้าจอLCD

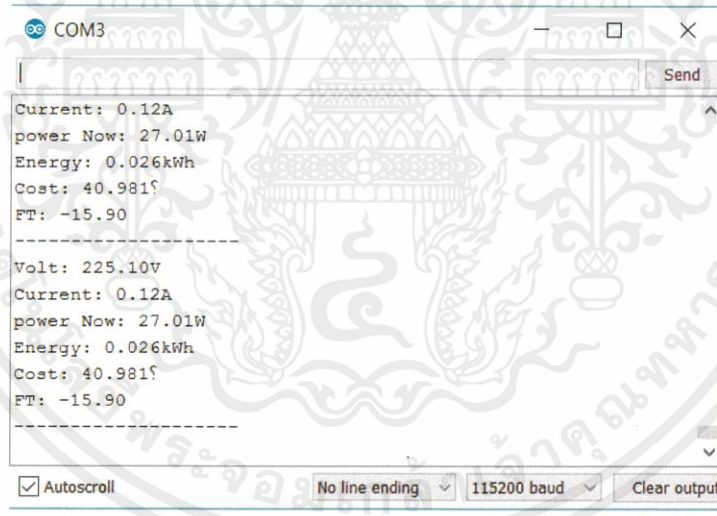
4.1.6 การส่งและรับข้อมูลจาก Firebase

ทางผู้จัดทำได้ทำการส่งค่าใช้ไฟฟ้า (Cost) ขึ้นไปแสดงบน Firebase เพื่อแสดงค่าไฟฟ้าในหน้าแอปพลิเคชันต่อไป โดยทำการเปิดพัดลมทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นสังเกตค่ายูนิตและค่า Cost ที่เปลี่ยนแปลงไป พบว่าค่า Energy เพิ่มขึ้น 0.026 kWh และค่า Cost เพิ่มขึ้น 0.085 บาท ดังรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14 และค่าใช้ไฟฟ้าล่าสุด 40.981 บาท ถูกส่งขึ้นไปยัง Firebase ดังรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

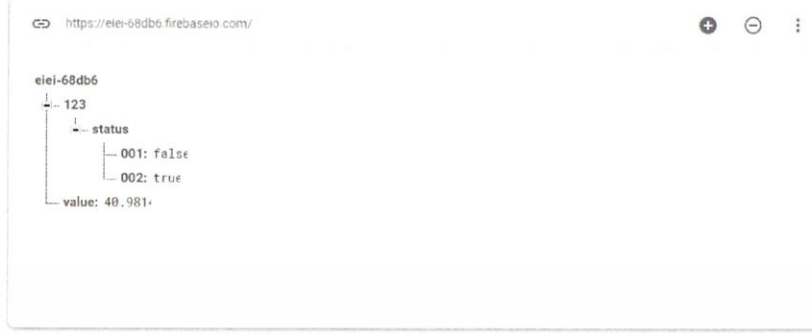
สำหรับการรับค่าจาก Firebase สามารถเขียนให้ NodeMCU รับค่ามาเพื่อเปลี่ยนสถานะรีเลย์ได้

รูปที่ 4.13 ค่าตัวแปรต่าง ๆ ขณะเริ่มเปิดพัดลม



รูปที่ 4.14 ค่าตัวแปรต่าง ๆ หลังเปิดพัดลมไปแล้ว 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ค่าใช้ไฟฟ้าล่าสุดที่ถูกแสดงบน Firebase

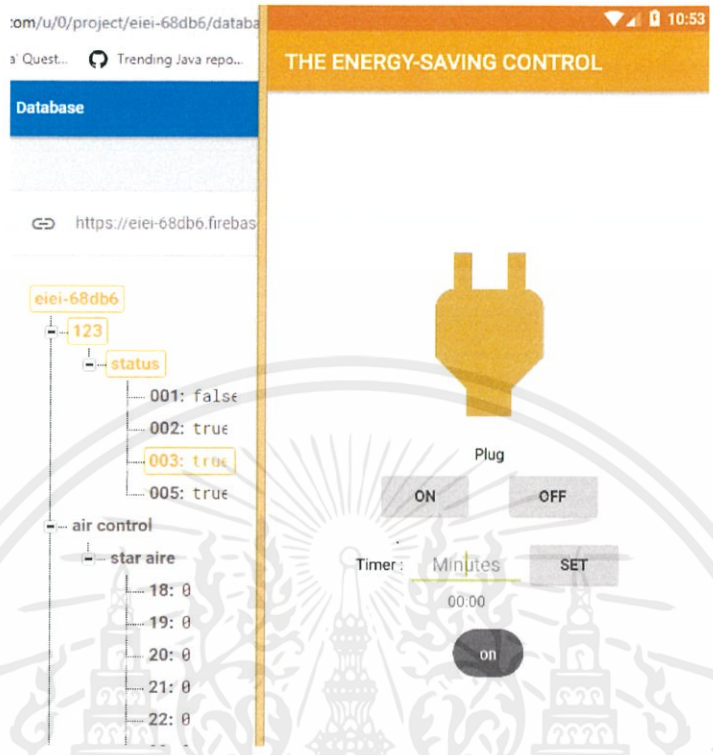
4.2 ผลการทดสอบระบบการทำงานของแอปพลิเคชัน

สำหรับผลการทำงานของแอปพลิเคชัน ผู้จัดทำได้แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน ในส่วนควบคุม สามารถควบคุมการทำงานของรีเลย์, ตรวจสอบสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้า และในส่วนการแสดงผล สามารถรับค่าใช้ไฟฟ้า,กำลังไฟฟ้า และยูนิตไฟฟ้า มาแสดงเพื่อใช้วิเคราะห์งบประมาณคงเหลือโดยการกำหนดงบประมาณรายเดือนที่หน้าแอปพลิเคชัน โดยจะส่งข้อมูลไปยัง Firebase เพื่อควบคุมรีเลย์ และ IR Transmitter ในส่วนควบคุม และในส่วนการแสดงผลจะรับค่าจาก Firebase มาแสดงผลและวิเคราะห์ต่อไป โดยผลการใช้งานจริงเป็นดังนี้

เมื่อเข้าหน้าต่างแอปพลิเคชันในส่วนควบคุม ในที่นี้ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการทำงานของโหลดที่เชื่อมโนด 003 (คำสั่งต่าง ๆ เหมือนโนด 002) ของ Firebase โดยโหลดนี้จะเป็นปลั๊กพ่วง 2 รู ในตอนแรกสถานะถูกตั้งค่าไว้เป็น false หรือหยุดการทำงานของโหลด เมื่อทำการกดปุ่ม ON ระบบจะส่งค่า true ไปยังโนด 003 ดังรูปที่ 4.16 เมื่อได้รับค่า true ที่ถูกเปลี่ยนจาก Firebase ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการให้โหลดที่ต่อปลั๊กพ่วงทำงานโดยในที่นี้ทดสอบการทำงานโดยการเสียบโคมไฟ ดังรูปที่ 4.17

และเมื่อกดปุ่ม OFF เช่นเดียวกันระบบจะส่งค่า false ไปยัง Firebase เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งปิดโหลดดังรูปที่ 4.18 และรูปที่ 4.19

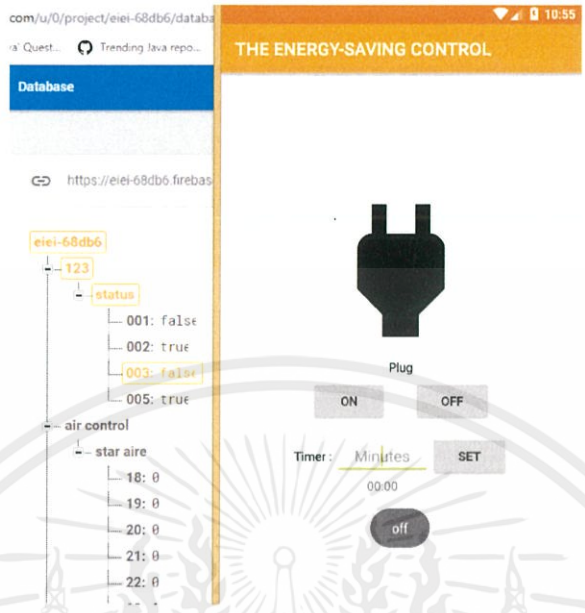
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ระบบส่งค่า true ไปยัง Firebase เมื่อกดปุ่ม ON

4.17 โหลดของปลั๊กพ่วงทำงานเมื่อได้รับค่า true จาก Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

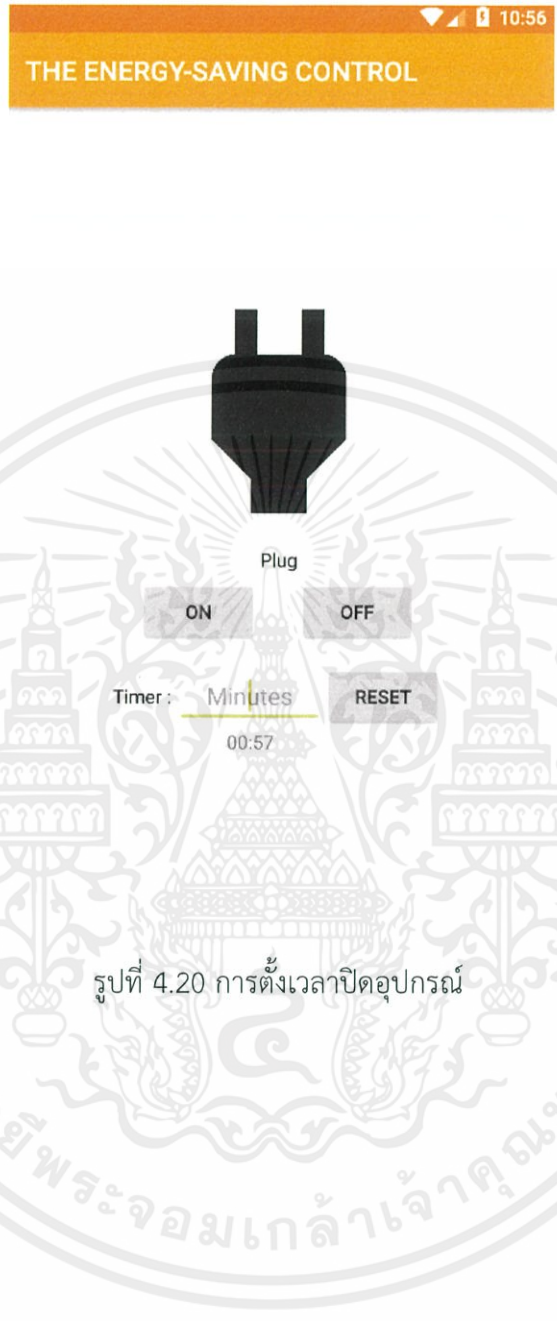


รูปที่ 4.18 ระบบส่งค่า false ไปยัง Firebase เมื่อกดปุ่ม OFF

รูปที่ 4.19 โหลดของปลั๊กพ่วงหยุดทำงานเมื่อได้รับค่า false จาก Firebase

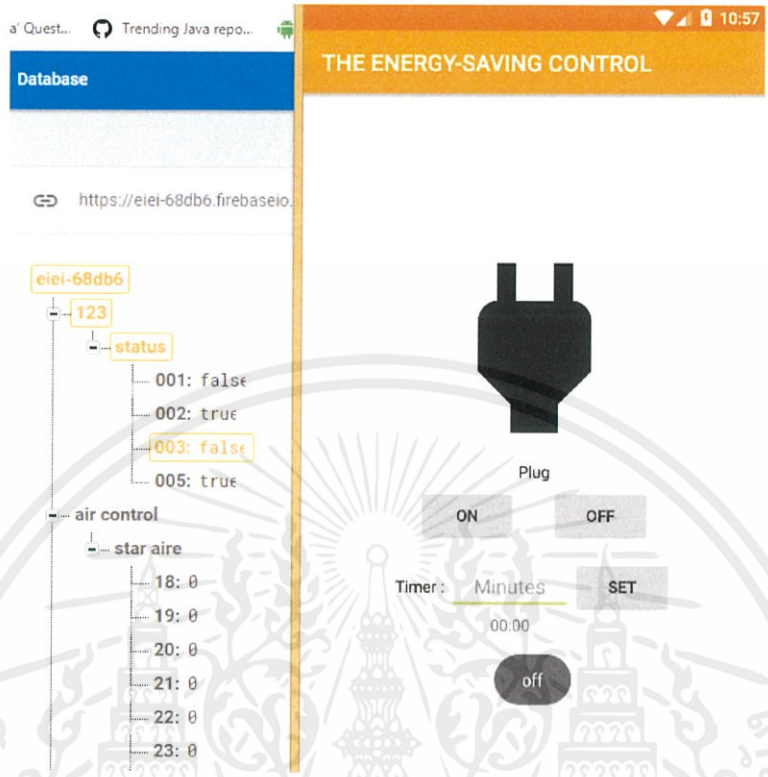
ในส่วนของฟังก์ชันการตั้งเวลานั้น ตัวแอปพลิเคชันสามารถตั้งเวลาปิดอุปกรณ์โดยอัตโนมัติได้ โดยต้องกำหนดเวลาการทำงานของอุปกรณ์ที่เปิดอยู่ในหน่วยนาที ในที่นี้ทดสอบโดยการตั้งเวลา 1 นาทีดังรูปที่ 4.20 เมื่อกดปุ่ม SET จะมีเวลานับถอยหลังปรากฏขึ้นด้านล่างในหน่วยชั่วโมง-นาที-วินาที และเมื่อถึงระยะเวลาที่ตั้งไว้ ระบบจะส่งค่า False ไปยังโนดใด ๆ ของ Firebase ที่ได้เชื่อมกับโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยในที่นี้ได้ทดสอบกับโหลดของปลั๊กพ่วง ซึ่งได้ผลดังรูปที่ 4.21 ค่าที่ส่งจะเหมือนกับการกดปุ่ม OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 การตั้งเวลาปิดอุปกรณ์

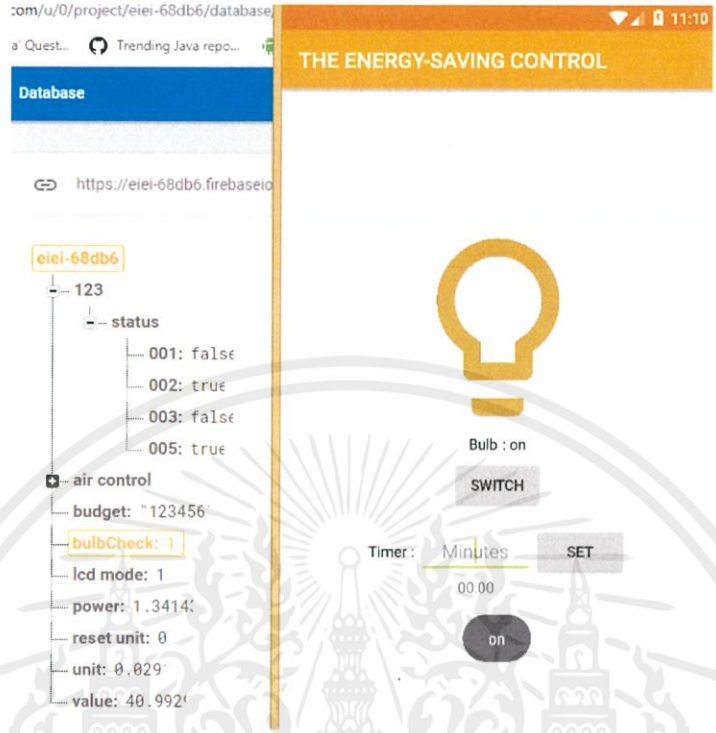
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



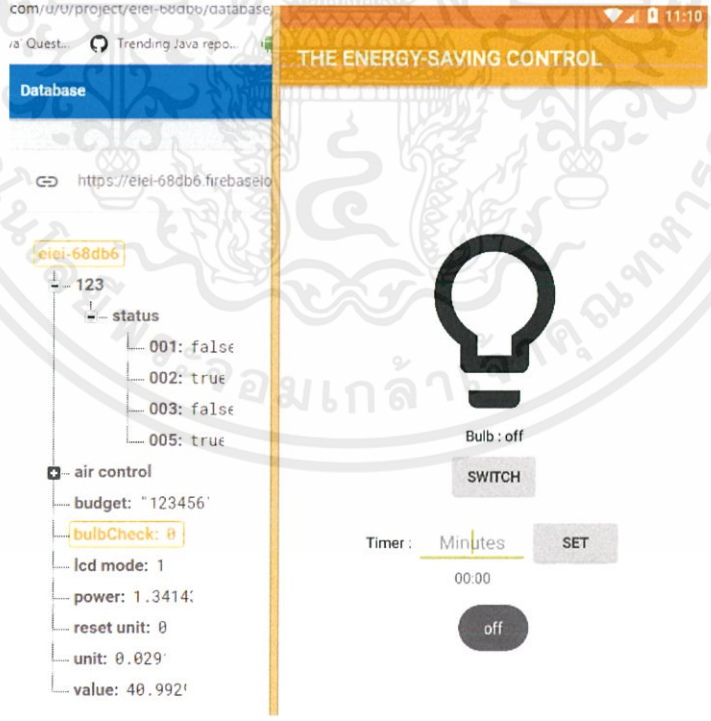
รูปที่ 4.21 ระบบส่งคำสั่งปิดอุปกรณ์อัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่กำหนด

ต่อมาในหน้าควบคุมโนด 001 ซึ่งเป็นโหลดของหลอดไฟ และโหลดนี้ได้ทำการเชื่อมต่อสวิตซ์ 3 ทางไว้สำหรับควบคุมที่ตัวฮาร์ดแวร์ด้วย การทำงานของแอปพลิเคชันหน้านี้จึงแตกต่างกับโหลดอื่น ๆ ในส่วนของการส่งและรับค่า โดยการส่งจะเป็นแบบ toggle จึงได้ออกแบบปุ่มเปิดปิดให้มีปุ่มเดียวและส่งค่า true, false สลับกัน โดยการตรวจสอบว่าสถานะของหลอดไฟติดหรือดับอยู่นั้น จะตรวจสอบโดยการวัดกระแสไฟฟ้าที่โหลด และส่งค่าบอกสถานะย้อนกลับไปยังโนดที่ชื่อ bulbCheck เมื่อโหลดมีกระแสไหลผ่าน ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งค่า 1 ไปยังโนดเพื่อให้แอปพลิเคชันทราบและแสดงสถานะ on ดังรูปที่ 4.22 เช่นเดียวกันเมื่อไม่มีกระแสไหล จะส่งค่า 0 และแสดงสถานะ off บนหน้าจอแอปพลิเคชันดังรูปที่ 4.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



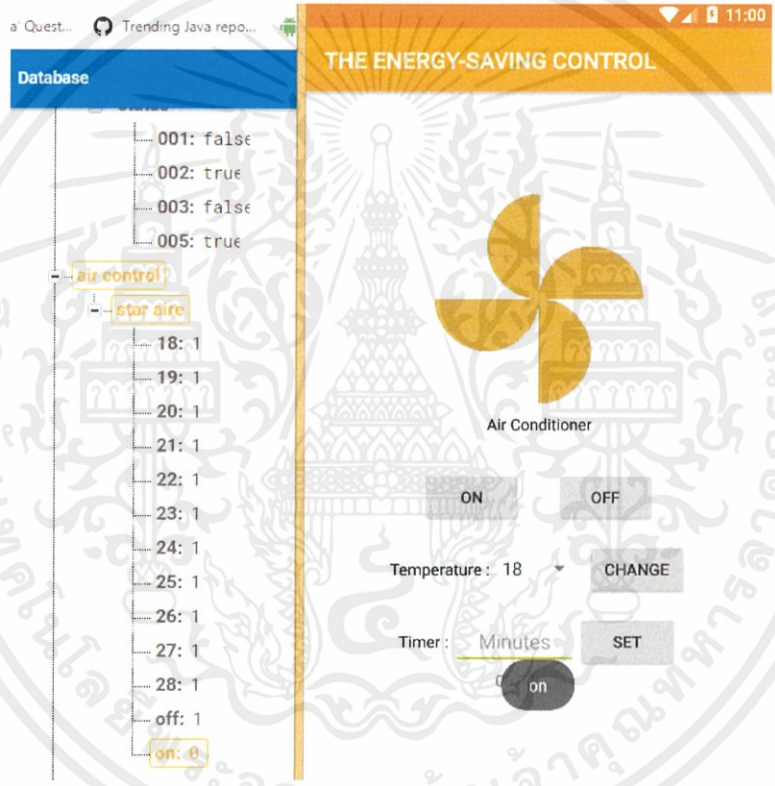
รูปที่ 4.22 แอปพลิเคชันรับค่าจาก Firebase มาแสดงสถานะว่ามีกระแสไฟฟ้าไหล



รูปที่ 4.23 แอปพลิเคชันรับค่าจาก Firebase มาแสดงสถานะว่าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล

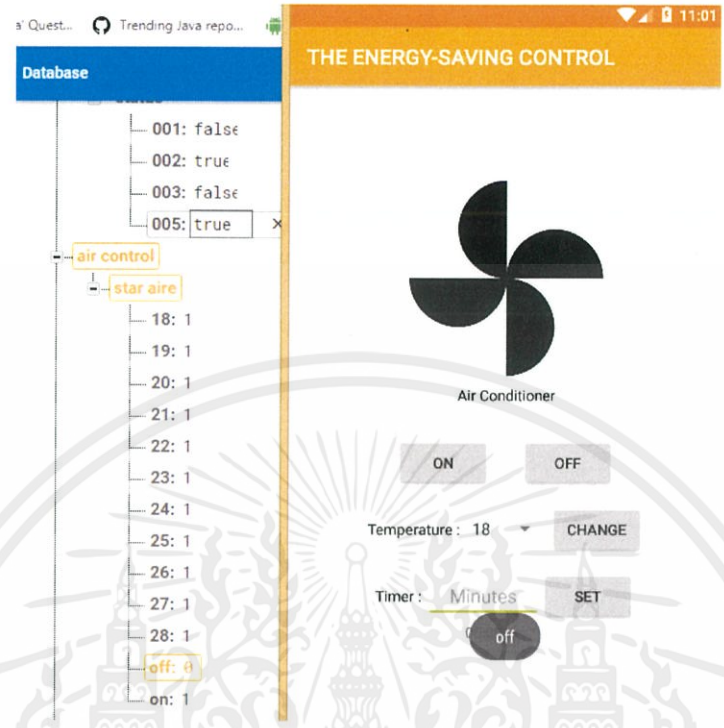
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ในที่นี้ที่ได้ตั้งให้อยู่ในโนดย่อยของ air control ชื่อโนด star aire โดยกำหนดให้ควบคุมเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ star aire ที่ติดตั้งอยู่ ณ ที่พักอาศัย โดยค่าที่แสดงใน Firebase จะถูกตั้งค่าอัตโนมัติให้เป็น 1 และเมื่อมีการกดคำสั่งใด ๆ จากแอปพลิเคชัน ระบบจะทำการส่งค่า 0 ยังโนดนั้น ๆ ที่ได้กำหนดไว้ ในที่นี้ได้กำหนดโนดย่อยสำหรับเครื่องปรับอากาศไว้ 13 โนดประกอบด้วยโนด on, off, และโนดปรับอุณหภูมิโดยกำหนดให้สามารถปรับได้ตั้งแต่ 18-28 องศาเซลเซียส และเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับค่าจากแอปพลิเคชันแล้ว จะส่งค่า 1 กลับไปเก็บไว้ดังเดิม โดยผลที่ได้ขณะทดลองเปิด, ปิด, และปรับอุณหภูมิไปที่ 22 องศาเซลเซียสแสดงดังรูปที่ 4.24 ถึงรูปที่ 4.26

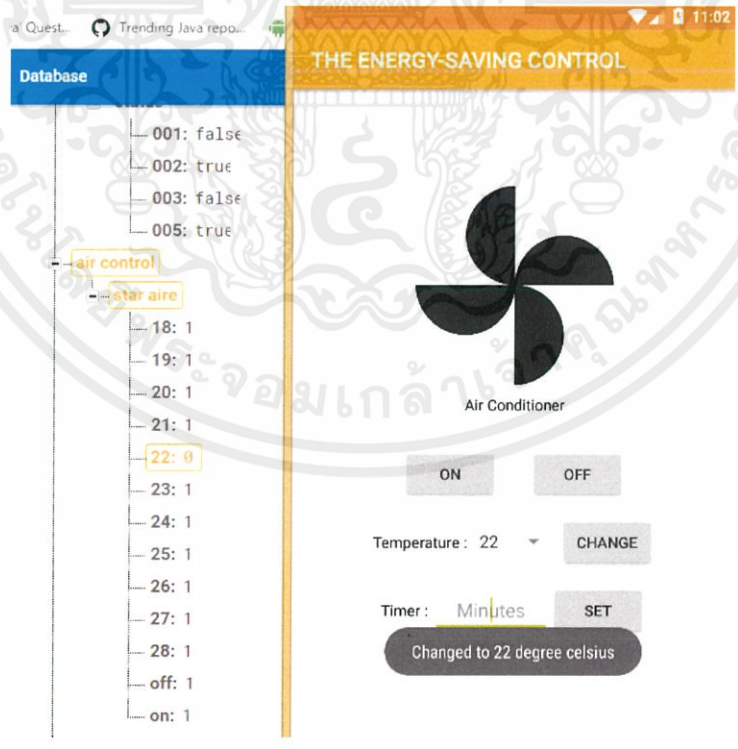


รูปที่ 4.24 การส่งค่าเพื่อเปิดเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



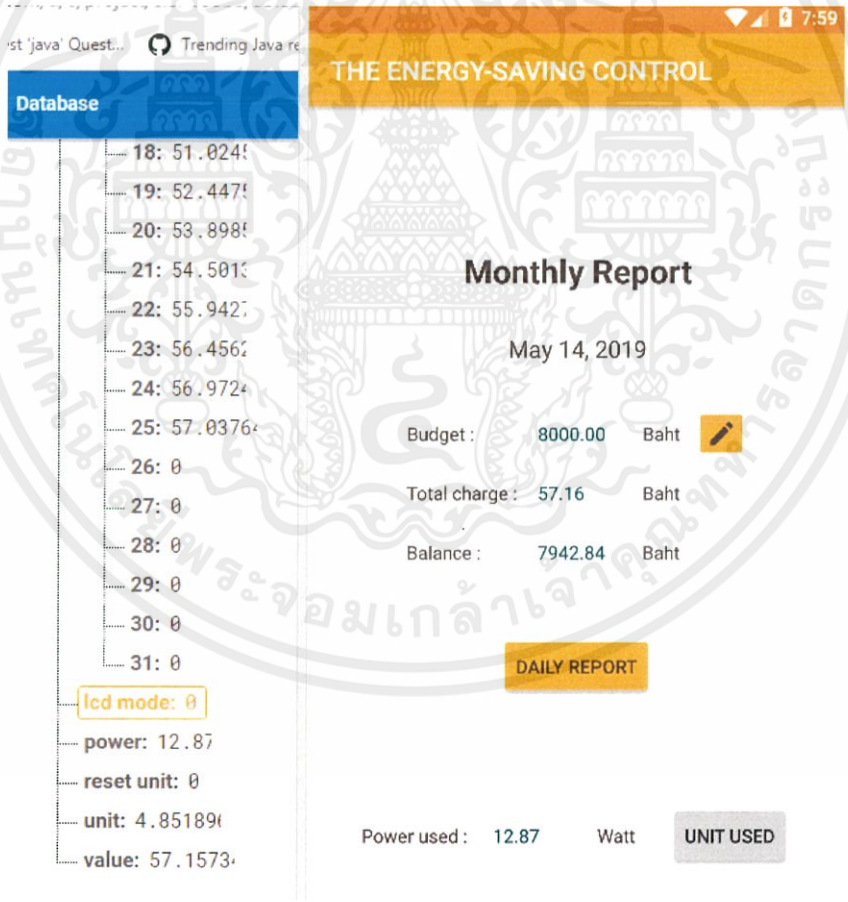
รูปที่ 4.25 การส่งค่าเพื่อปิดเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 4.26 การส่งค่าเพื่อปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ

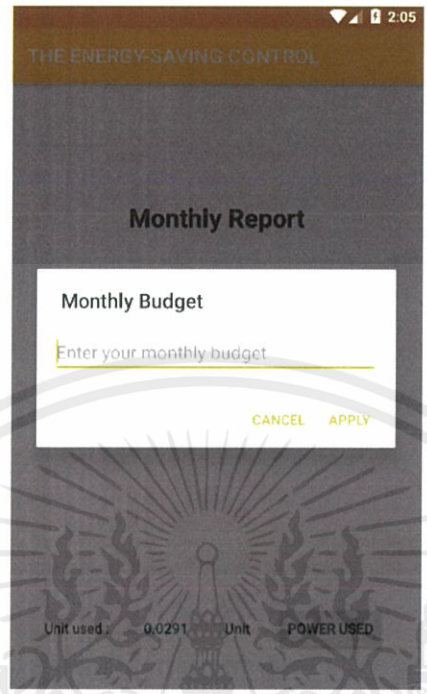
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการแสดงผลนั้น จากรูปที่ 4.27 ผู้จัดทำออกแบบให้หน้าแอปพลิเคชันสามารถแสดงวันที่, งบประมาณรายเดือนของผู้ใช้, ค่าใช้จ่ายสุทธิ, ยอดเงินคงเหลือ, ยูนิตไฟฟ้าที่ใช้ไป, และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ไป โดยงบประมาณรายเดือนผู้ใช้งานสามารถกำหนดเองได้ดังรูปที่ 4.28 เมื่อกดปุ่มสีเหลืองทางด้านขวา ในที่นี้กำหนดไว้ 8000 บาท, ค่าใช้จ่ายสุทธิได้มาจากการรับค่าจากโนด value ของ Firebase โดย ณ ขณะนั้นยอดอยู่ที่ 57.16 บาท, ยอดเงินคงเหลือมาจากงบประมาณที่ตั้ง หักกับค่าใช้จ่ายสุทธิ โดย ณ ตอนนั้นยอดอยู่ที่ 7942.84 บาท และยูนิตไฟฟ้าที่ใช้ไปที่แสดงด้านล่าง รับค่ามาจากโนดชื่อ unit สามารถเปลี่ยนโหมดการแสดงผลเป็นกำลังไฟฟ้าที่ใช้ไป ที่รับค่าจากโนด power โดยการกดปุ่มด้านขวาโดยตรวจสอบจากโนดชื่อ lcd mode เมื่อมีค่าเป็น 1 หน้าจอจะแสดง Unit used ดังรูปที่ 4.27 และเมื่อมีค่าเป็น 0 หน้าจอจะแสดง Power used ดังรูปที่ 4.29 และเมื่อกดปุ่ม DAILY REPORT ระบบจะแสดงค่าใช้ไฟฟ้าในแต่ละวันของเดือนนั้น ๆ ดังรูปที่ 4.30

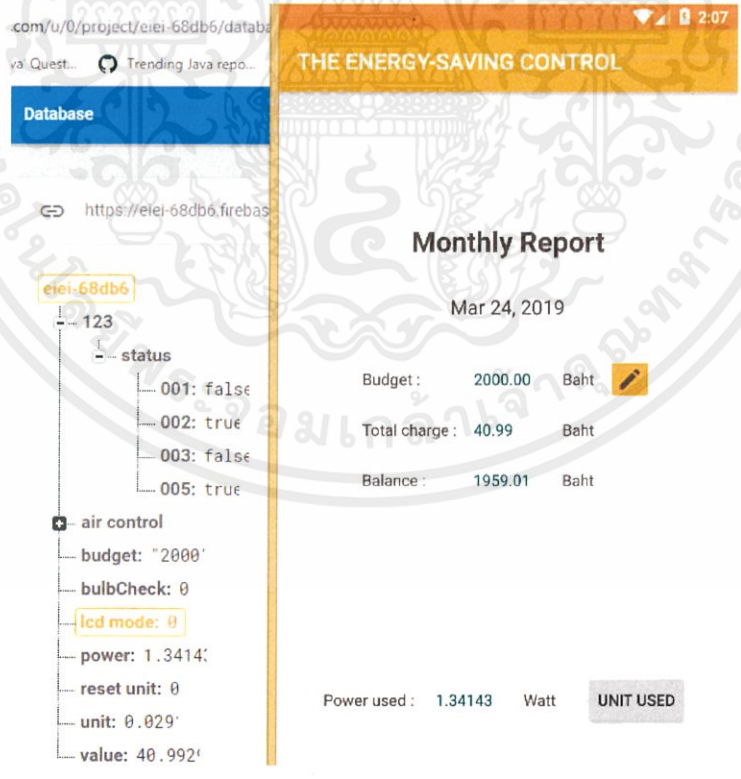


รูปที่ 4.27 หน้าแอปพลิเคชันในส่วนการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

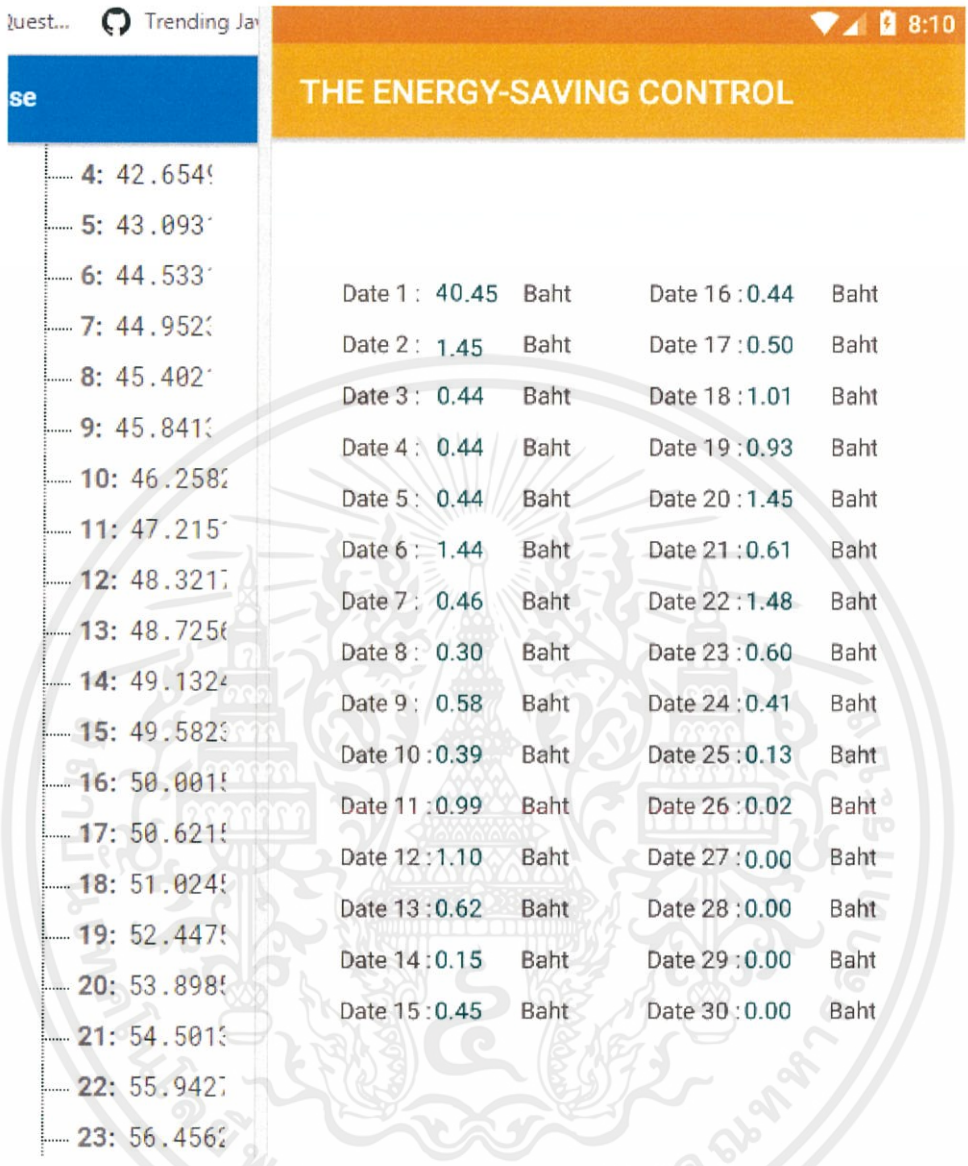


รูปที่ 4.28 การกำหนดงบประมาณรายเดือน



รูปที่ 4.29 หน้าจอแสดงผลกำลังไฟฟ้าที่ใช้ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 หน้าจอแสดงผลค่าใช้ไฟฟ้ารายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการจัดทำต้นแบบของระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยผู้บริโภคสามารถประมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละเดือน ทำให้สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายเบื้อต้นได้ ควบคู่ไปกับการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านโทรศัพท์มือถือเพื่อความสะดวก โดยการทำงานของระบบนั้นมี NodeMCU เป็นศูนย์กลางการควบคุมและประมวลผลในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านรีเลย์ โดยการกดสวิตช์สามทาง และรับข้อมูลกระแสและแรงดันไฟฟ้าจากโมดูล PZEM-004T เพื่อนำมาคำนวณเป็นค่าใช้ไฟฟ้า ซึ่งทั้งหมดนี้ ผู้บริโภคสามารถควบคุมและอ่านค่าใช้ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือได้เอง โดยการเชื่อมต่อสื่อสารกันผ่าน Firebase Database ซึ่งการควบคุมในส่วนแอปพลิเคชันนั้น ประกอบด้วยฟังก์ชันควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด 4 โหลด, ฟังก์ชันการตั้งเวลาปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ณ โหลดนั้นๆ, ฟังก์ชันการควบคุมอุณหภูมิในโหลดของเครื่องปรับอากาศ, และการแสดงผลซึ่งประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายสุทธิ, ยูนิตที่ใช้, กำลังไฟฟ้าที่ใช้, และงบประมาณคงเหลือ โดยงบประมาณคงเหลือวิเคราะห์มาจากงบประมาณของผู้ใช้ที่สามารถกำหนดในเองในแอปพลิเคชัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบควบคุมการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ที่ทางผู้จัดทำได้ดำเนินการปฏิบัติในภาคเรียนนี้ ยังถือได้ว่าเป็นเพียงตัวต้นแบบของระบบ ซึ่งแม้จะใช้งานได้แล้ว แต่ยังขาดฟังก์ชันอีกหลายฟังก์ชันที่จะทำให้ระบบสมบูรณ์ สำหรับผู้ที่สนใจนำไปพัฒนาต่อยอดให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นอาจสามารถออกแบบเพิ่มเติมในฟังก์ชันต่างๆเหล่านี้ไม่ว่าจะเป็นการบันทึกค่าใช้ไฟฟ้าสุทธิของเดือนที่ผ่านมา, การพัฒนาแอปพลิเคชันให้มีความซับซ้อนและครบถ้วนมากขึ้น รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของแอปพลิเคชันเวอร์ชันปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] SoftMelt. “Firebase คืออะไร และมีข้อดีอย่างไรบ้าง?.” https://www.softmelt.com/article.php?id=588.

[2] นายพงศธร วีระตุมมา. “เริ่มต้นสร้าง Android Application พื้นฐานด้วย Android Studio.” https://bit.ly/2Lc0Je9.

[3] นายอานนท์ ณ หนองคาย. “ESP8266 NodeMCU คืออะไร? และการติดตั้ง ESP8266 NodeMCU บนArduino IDE.” https://bit.ly/2BONTk2.

[4] ThaiEasyElec.com. “ตัวอย่างการใช้งาน Arduino + Relay Module ควบคุมการปิดเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า.” https://bit.ly/2JFiJfD.

[5] Arduitronics.com. “PZEM-004T AC Digital Power Energy Meter Module.” https://bit.ly/2EnilDa.

[6] เว็บไซต์การไฟฟ้านครหลวง. “อัตราค่าไฟฟ้าประเภทต่างๆ.” http://www.mea.or.th/profile/109/111.

[7] Firebase Thailand. “รู้จัก Firebase Realtime Database ตั้งแต่ Zero จนเป็น Hero.” https://bit.ly/2EC5yya.

[8] บัญชา ปะสีละเตสัง. *การเขียนโปรแกรม Java และ Android*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2559.

[9] ThaiCreate. “รู้จักกับ Android Studio.” http://www.thaicreate.com/mobile/android-studio-ide.html.

[10] Raspberrysource. “Relay Module 4 Channels.” https://bit.ly/2YePJDs.

[11] Rick Matthews. “Tutorial: How 3-way and 4-way switch circuits work.” https://bit.ly/2EuNchL.

[12] Home.howstuffworks. “3-Way Switch.” https://bit.ly/2U6YvEn.

[13] Thai.alibaba. “PZEM-004T.” https://bit.ly/2CKPVkX.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[14] Usejournal. “What is Firebase? The complete story, abridged.” https://bit.ly/2Ub4doy.

[15] ThaiEasyElec.com. “การใช้งาน Character LCD Display กับ Arduino.” https://bit.ly/2NaZ5OR.

[16] Aimagin. “การใช้งานพอร์ตสื่อสาร I2C.” https://bit.ly/2TRaSVM.

[17] Arduinospro. “IR Transmitter โมดูลส่งสัญญาณอินฟาเรด.” https://bit.ly/2Fw19LP.

[18] Th.aliexpress. “IR Receiver.” https://bit.ly/2YkbdyE.

[19] Thaigoodview. “สื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล - อินฟราเรด (Infrared).” https://bit.ly/2FmyV4N.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้