ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ

Home Electricity Usage Control System with Smart Meter

นายจิรโรจน์ ตุ้มสุวรรณ 5704800045

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสยาม

ปีการศึกษา 2564

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ Home Electricity Usage Control System with Smart Meter
หน่วยกิตของปริญญานิพนธ์	3 หน่วยกิต
รายชื่อผู้จัดทำ	นายจิรโรจน์ ตุ้มสุวรรณ 5704800045
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์จรรยา แหยมเจริญ
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2564

อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(พล.อ.ท.ผศ.ดร. พาห์รณ สงวนโภคัย)

.....กรรมการ
(อาจารย์เอก บำรุงศรี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์จรรยา แหยมเจริญ)

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ		
หน่วยกิตของปริญญานิพนธ์	3 หน่วยกิต		
รายชื่อผู้จัดทำ	นายจิรโรจน์	ตุ้มสุวรรณ	5704800045
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์จรรยา	แหยมเจริญ	
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต		
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2564		

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้ได้ทราบถึงอัตราการใช้ไฟฟ้าในบ้านของตนเองจากระยะไกลได้ และตรวจสอบค่าบริการไฟฟ้าเบื้องต้นได้ด้วยตนเองแบบเรียลไทม์ รวมถึงสามารถควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านได้ โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งและเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวติ้ง โดยพัฒนาระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ สำหรับเป็นต้นแบบที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้เหมาะสมกับการใช้กับระบบไฟฟ้าในบ้านและที่อยู่อาศัยได้จริง โดยผู้จัดทำสร้างอุปกรณ์เซ็นเซอร์สำหรับตรวจจับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Arduino MCU ESP8266 และพัฒนาแอปพลิเคชันที่ทำงานบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟนโดยเรียกใช้ API ของ Blynk ผู้ให้บริการคลาวด์แพลตฟอร์มสำหรับอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง เมื่อพัฒนาชุดต้นแบบและได้ทำการทดลองใช้งาน พบว่าสามารถตรวจจับกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าได้ สามารถส่งข้อมูลต่างๆ ไปยังระบบคลาวด์ เพื่อให้แอปพลิเคชันเรียกใช้ข้อมุลได้แบบเรียลไทม์ รวมถึงสามารถแจ้งเตือนผ่าน Line Notify เมื่อมีการใช้งานไฟฟ้าเกินกว่าอัตราที่กำหนด ระบบที่พัฒนานี้สามารถนำไปพัฒนาให้ใช้งานกับระบบไฟฟ้าในบ้านหรือที่อยู่อาศัยต่อไปได้

คำสำคัญ : อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง, บ้านอัจฉริยะ, มิเตอร์ไฟอัจฉริยะ

Project Title	Home Electricity Usage Control System with Smart Meter
Project Credit	3 Units
By	Mr. Jirarod Tumsuwan 5704800045
Advisor	Miss Janya Yamcharoen
Degree	Bachelor of Science
Major	Computer Science
Faculty	Science
Academic year	2021

Abstract

The objective of this project was to help people know about the electricity usage rate of their homes remotely, and to check the basic electricity bill in real-time, including being able to control the use of electricity in the house by applying Internet-of-Things technology and cloud computing technology. Developing a Home Electricity Usage Control System with Smart Meter to be a prototype could be developed further to be suitable for use with the standard electrical system of the resident. The developer built a sensor device for detecting electrical energy used with an Arduino MCU ESP8266 microcontroller board, and developed an application running on a smartphone device using the cloud provider Blynk API as the platform for the Internet of Things. After developing a prototype and testing it out, it was found that it could detect the electric current and voltage, could send information to the cloud for the application to retrieve data in real-time, and could send notifications via LINE Notify when electricity usage exceeds the specified rate. This developed system can be used with the electrical system in the residence in the future.

Keywords: Internet of Things, smart home, smart meter, Arduino MCU

Approved by .....

Approved by .....

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgment)

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้จัดทำได้รับความกรุณาจากอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ได้รับความกรุณาชี้แนะและช่วยเหลือทุกๆ ด้าน ที่ให้ข้อมูลมาเพื่อให้จัดทำปริญญานิพนธ์นี้ ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมายสำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนดังนี้

1. อาจารย์จรรยา แหยมเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้จัดทำขอขอบคุณคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำสำคัญในการสอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้และผู้ที่มีส่วนร่วมทุกท่านรวมทั้งบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ในการให้ข้อมูล ความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่างๆ จนทำให้งานทุกอย่างประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี จนทำรายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นายจิรโรจน์ ตุ้มสุวรรณ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....ก

Abstract.....ข

กิตติกรรมประกาศ.....ค

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....2

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....3

1.6 แผนและระยะเวลาในการดำเนินปริญญานิพนธ์.....5

1.7 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....5

บทที่ 2 การทบทวนเอกสารวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีอินเทอร์ในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things (IoT)……7

2.2 Embedded board Arduino.....8

2.3ระบบคลาวด์สำหรับอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Cloud IoT).....10

2.4LINE Notify…….....11

2.5 การคำนวณค่าไฟฟ้า.....16

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์…….....17

3.2 อุปกรณ์เซ็นเซอร์…….....18

3.3 โครงสร้างของระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ……...…...19

3.4 ฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชัน โดยแสดงด้วย Use Case Diagram……...…20

3.5 คำอธิบายรายละเอียดของยูสเคส (Use Case Description)……..21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การออกแบบทางกายภาพ

4.1 การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์.....24

4.2 การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน……...…….. 27

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลปริญญานิพนธ์.....33

5.2 ข้อดีของระบบ.....33

5.4 ข้อเสนอแนะ.....33

บรรณานุกรม.....34

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แผนและระยะเวลาในการดำเนินปริญญานิพนธ์……...……5
ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของ Use case : Register……..…….21
ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของ Use case : Login……..….21
ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของ Use case : Create Project…….……....22
ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดของ Use case : Add Widget Add Coding……...22
ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของ Use case : Show DATA……..23
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่แสดงบนหน้าจอของแอปพลิเคชัน…….32

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 อุปกรณ์เซ็นเซอร์สำหรับตรวจจับการใช้ไฟฟ้าในบ้าน…….……4
รูปที่ 2.1 กระบวนการติดต่อสื่อสาร IoT (Internet of Things)……...……7
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับ Smart Home……...8
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างบอร์ด Arduino……..9
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino……..9
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างชุดคำสั่งการเชื่อมต่อ Wi-Fi……...…….10
รูปที่ 2.6 โครงสร้างการทำงานของ Blynk……...……..11
รูปที่ 2.7 หน้าเว็บ LINE Notify……...……..12
รูปที่ 2.8 หน้าเข้าสู่ระบบ LINE Notify……...……..12
รูปที่ 2.9 หน้าแสดงเมนูของ LINE Notify…….13
รูปที่ 2.10 หน้าจอแสดงเมนูสำหรับขอ Token……..13
รูปที่ 2.11 หน้าจอแสดงการขอ Token……...……14
รูปที่ 2.12 หน้าจอแสดง Token ที่สร้าง……..15
รูปที่ 2.13 หน้าจอแสดงผลการขอ Token ผ่าน LINE……...……..15
รูปที่ 2.14 วิธีการคำนวณอัตราค่าไฟฟ้า……16
รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้……..……..18
รูปที่ 3.2 แผงวงจรต้นแบบที่ประกอบเรียบร้อยแล้ว……...……..18
รูปที่ 3.3 โครงสร้างของระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ……...……19
รูปที่ 3.4 Use Case Diagram ของระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ…....20
รูปที่ 4.1 Arduino Node MCU ESP8266……...……24
รูปที่ 4.2 Module PZEM-004T……...……...25
รูปที่ 4.3 Module I2C HW-111……...……...25
รูปที่ 4.4 หน้าจอ LCD……...……25
รูปที่ 4.5 หน้าจอแรกของแอปพลิเคชัน Blynk……..……27
รูปที่ 4.6 หน้าจอสำหรับเข้าล็อกอินเข้าสู่ระบบ……..……..28
รูปที่ 4.7 หน้าจอ จะเริ่มสร้างโปรเจ็ค……..……..29
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการเพิ่ม Widget Box ไปยังแอปพลิเคชัน……..…….30

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.9 เพิ่ม Widget Value Display เพื่อแสดงผล……...…….31
รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงข้อมูลที่รับจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ผ่านระบบคลาวด์……...31
รูปที่ 4.11 QR Code แชร์การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IOT ผ่าน แอปพลิเคชัน Blynk……...……32

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการดำเนินชีวิตมนุษย์เราจะต้องพึ่งไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลาเพื่อทำกิจวัตรหรือกิจกรรมต่างๆ ดังนั้นทุกครัวเรือนมีการใช้ไฟฟ้าภายในครัวเรือน ซึ่งไฟฟ้าที่ใช้จะมีค่าบริการที่ภาครัฐเรียกเก็บ โดยบางเดือนก็แพง บางเดือนก็แพงผิดปกติ ซึ่งปัญหาเกิดจากหลากหลายปัจจัย อาทิเช่น มีการใช้งานไฟฟ้ามากขึ้น อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานผิดปกติมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าปกติ กระแสไฟฟ้ารั่ว ค่าบริการการใช้ไฟฟ้าขึ้น หรือมีการจดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากมิเตอร์ของแต่ละบ้านผิด ซึ่งผู้ใช้ครัวเรือนทั่วไปจะไม่สามารถทราบได้เลยว่าที่ได้จ่ายค่าไฟฟ้าไปในแต่ละเดือนนั้นเป็นไปตามการใช้งานจริงหรือไม่ จากที่มีการนำเสนอข่าวค่าไฟฟ้าแพงผิดปกติผู้ใช้ต้องทำการร้องเรียนไปยังการไฟฟ้าและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ดำเนินการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) ที่ทำให้สิ่งของต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงสู่โลกอินเทอร์เน็ต และสามารถสั่งการ ควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า การสั่งงานกล้องวงจรปิดภายในบ้านจากระยะไกล การเปิด-ปิดม่านภายในบ้าน หรือแม้แต่การทำฟาร์มเกษตรด้วยอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่หลากหลายเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เปิดโอกาสให้มีการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายและกว้างขวางมากยิ่งขึ้น โดยรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ จำนวนมากเข้ากับแครือข่ายจะช่วยให้สามารถตรวจวัดข้อมูลที่หลากหลายประเภทได้เป็นจำนวนมาก และสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์และแสดงผลแบบกราฟิกเพื่อช่วยในการตัดสินใจได้ กอรปกับมีผู้ให้บริการคลาวด์สำหรับอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งมากยิ่งขึ้นทำให้การพัฒนาระบบทำได้ง่ายยิ่งขึ้น ลดระยะเวลาในการเขียนโปรแกรมได้ มี API ไว้คอยให้บริการหลากหลาย

ผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงปัญหาของผู้ใช้ภาคครัวเรือนข้างต้น จึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ โดยพัฒนาระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ ที่จะทำให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ใช้ และสามารถคำนวณอัตราค่าบริการไฟฟ้าในเบื้องต้นได้ โดยนำมิเตอร์ไฟอัจฉริยะนี้เข้าไปติดตั้งในระบบตู้ควบคุมไฟฟ้าหลักภายในบ้าน ก็จะทำให้สามารถตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้โดยผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ และนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับบิลค่าไฟฟ้าของแต่ละเดือนที่ได้รับ ว่า

มีความสอดคล้องหรือไม่ ถ้าหากไม่มีความสอดคล้อง ผู้ใช้สามารถตรวจสอบเบื้องต้นได้ เช่น ตรวจสอบว่ามีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผิดปกติหรือไม่ หรือพนักงานจดอัตราการใช้ไฟฟ้าผิดพลาดหรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

แบ่งการพัฒนาระบบออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

1.3.1 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ พัฒนาโดยใช้สถาปัตยกรรม Embedded Board Arduino ชื่อมต่อกับ Sensor PZEM-004T-100A โดยอุปกรณ์มีความสามารถ

1.3.1.1 สามารถตรวจจับการใช้งานไฟฟ้าภายในครัวเรือนได้

1.3.1.2 สามารถแจ้งเตือนเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าเกินจากที่กำหนดไว้

1.3.1.3 สามารถส่งข้อมูลต่างๆ ไปยังผผู้ให้บริการคลาวด์สำหรับอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งที่กำหนดได้

1.3.2 แอปพลิเคชันที่ทำงานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีความสามารถดังนี้

1.3.2.1 เชื่อมต่อกับ API ของ Blynk IoT

1.3.2.2 สามารถตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าภายในครัวเรือนได้แบบเรียลไทม์

1.3.2.3 สามารถตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าย้อนหลังได้ 3 เดือน

1.3.2.4 มีระบบการแจ้งเตือนเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าเกินจากอัตราที่กำหนดไว้

1.3.2.5 สามารถคำนวณอัตราค่าไฟฟ้าเบื้องต้นได้

1.3.2.6 แสดงข้อมูลอัตราการใช้ไฟฟ้าในรูปแบบของกราฟได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ผู้ใช้จะได้รับข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ตลอดเวลาผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.4.2 ผู้ใช้สามารถควบคุมอัตราการใช้พลังงานภายในบ้านได้ โดยการกำหนดอัตราพลังงานไฟฟ้าสูงสุด เมื่อมีการใช้เกินระบบจะทำการแจ้งเตือนมายังแอปพลิเคชันทันที

1.4.3 ผู้ใช้สามารถคำนวณอัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้ได้

1.4.4 ผู้ใช้สามารถทราบถึงความผิดปกติของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานปริญญานิพนธ์

1.5.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

ผู้จัดทำได้ทำการรวมรวบข้อมูลปัญหาที่ภาคครัวเรือนประสบจากการถูกคิดค่าใช้บริการไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้องจากแหล่งข้อมูลต่างๆ และได้ทำการศึกษาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet Of Things) อุปกรณ์เซ็นเซอร์ เทคโนโลยีบ้านอัจฉริยะ (Smart Home) ระบบคลาวด์ที่ให้บริการอินเทอร์ในทุกสรรพสิ่ง (IoT Could Computing) กระบวนการรับข้อมูลไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และศึกษาการคิดคำนวณการใช้ค่าบริการไฟฟ้า เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนแก้ปัญหา ช่วยในการควบคุมการใช้ไฟฟ้าและคำนวณค่าไฟฟ้าเบื้องต้น

1.5.2 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

นำข้อมูลที่ได้รวบรวมและศึกษามาทำการวิเคราะห์ถึงอุปกรณ์เซ็นเซอร์ทางด้าน IoT สำหรับตรวจจับการใช้ไฟฟ้า ควรจะใช้อุปกรณ์ใดบ้างและการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ควรติดตั้ง ณ ตำแหน่งใด และวิเคราะห์ฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันที่ทำงานบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ รวมถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เซ็นเซอร์กับแอปพลิเคชัน โดยได้การประยุกต์ใช้ระบบคลาวด์ที่ให้บริการทางด้าน IoT

1.5.3 การออกแบบระบบ (System Design)

เมื่อทำการวิเคราะห์ทั้งฝั่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์และฝั่งแอปพลิเคชันถึงองค์ประกอบและฟังก์ชันการทำงานแล้ว ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบทั้ง 2 ส่วน ดังนี้

1.5.3.1 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ เลือกใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Arduino รุ่น ESP8266,PZEM-004T-100A, HW-111 และ จอ LCD สำหรับแสดงข้อมูล เนื่องจัดหาและประกอบง่าย มีค่าใช้จ่ายน้อย

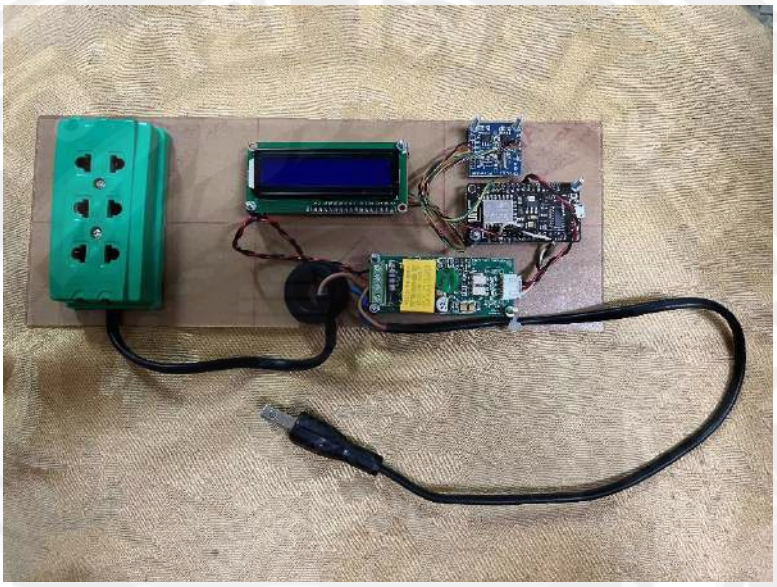
1.5.3.2 แอปพลิเคชัน โดยเป็นแอปพลิเคชันที่ทำงานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ทั้งแพลตฟอร์มของแอนดรอยด์ (Android) และ ไอโอเอส (iOS) โดยเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับฝั่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ผ่านระบบคลาวด์

1.5.3.3 การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างฝั่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์และฝั่งแอปพลิเคชัน ใช้บริการของ Blynk ที่เป็นผู้ให้บริการระบบคลาวด์สำหรับ IoT โดยมีการเรียกใช้ API ต่างๆ Blynk เตรียมไว้ให้ ดังนั้น Blynk จึงเป็นตัวกลางในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์และฝั่งแอปพลิเคชันสามารถทำการเข้าถึงข้อมูลนั้นได้ตลอดเวลา รวมถึงสามารถส่งคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ได้ด้วย

1.5.4 การพัฒนาระบบ (System Development)

ผู้จัดทำการได้ทำการพัฒนาระบบตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1.5.4.1 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ ทำการประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ ประกอบด้วย NODE MCU ESP8266 V2, Module PZEM-004T, Module I2C HW-111 และจอ LCD สำหรับต่อเข้ากับตู้ควบคุมไฟฟ้าหลักในบ้าน ดังรูปที่ 1.1 และเขียนชุดคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานด้วยภาษา C บน Arduino SDK อัปโหลดผ่านพอร์ท USB



รูปที่ 1.1 อุปกรณ์เซ็นเซอร์สำหรับตรวจจับการใช้ไฟฟ้าในบ้าน

1.5.4.2 พัฒนาแอปพลิเคชันโดยเรียกใช้ API ของ Blynk และ Line Notify

1.5.5 การทดสอบระบบ (System Testing)

ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบระบบทั้ง 2 ส่วน ประกอบด้วย

1.5.5.1 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ สามารถตรวจจับการใช้กระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้หรือไม่ โดยได้กำหนดให้สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 3 อุปกรณ์

1.5.5.2 แอปพลิเคชัน สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้หรือไม่ และสามารถแสดงผลและทำงานได้ตามฟังก์ชันที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าพบข้อผิดพลาดจะทำการแก้ไขทันที

1.5.6 การจัดทำเอกสารประกอบปริญญานิพนธ์ (Documentation)

จัดทำเอกสารนำเสนอรายละเอียดของโครงงานและวิธีการใช้งานระบบ เพื่อเป็นเอกสารอ้างอิงต่อไป

1.6 แผนและระยะเวลาในการดำเนินปริญญานิพนธ์

ตารางที่ 1.1 แผนและระยะเวลาในการดำเนินปริญญานิพนธ์

กิจกรรม	2564								
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล	←	———	→						
2. วิเคราะห์ระบบ		←	———	———	→				
3. ออกแบบระบบ				←	———	→			
4. พัฒนาระบบ			←	———	———	———	———	→	
5. ทดสอบระบบ				←	———	———	———	→	
6. จัดทำเอกสารประกอบปริญญานิพนธ์							←	———	→

1.7 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1.7.1 ฮาร์ดแวร์

1.7.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค Apple รุ่น MacBook Air

1.7.1.2 Node MCU ESP8266

1.7.1.3 Module PZEM-004T

1.7.1.4 Module I2C HW-111

1.7.1.5 จอ LCD

1.7.1.6 โทรศัพท์มือถือไอโฟน (iPhone)

1.7.2 ซอฟต์แวร์

1.6.2.1 ระบบปฏิบัติการ Microsoft windows 10

1.6.2.2 ระบบปฏิบัติการ iOS

1.6.2.2 โปรแกรม Arduino SDK

1.6.2.3 Blynk API

1.6.2.4 Line Notify API

บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาปริญญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาข้อมูล แนวคิด ทฤษฎี และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการดำเนินงาน ประกอบด้วย

2.1 เทคโนโลยีอินเทอร์ในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things (IoT)) [1]

อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง หรือ IoT (Internet of Things) เป็นเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ ตู้เย็น โทรทัศน์ เข้าไว้ด้วยกันโดยเครื่องมือต่างๆ สามารถเชื่อมโยงและสื่อสารกันได้โดยผ่านระบบอินเตอร์เน็ตเป็นสื่อกลาง

รูปที่ 2.1 กระบวนการติดต่อสื่อสาร IoT (Internet of Things)

[1] http://its.sut.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=72&Itemid=468

ตัวอย่างของ IoT ที่ใกล้ตัว เช่น Smart Home การควบคุมหลอดไฟภายในบ้าน ผ้าม่านหน้าต่าง โทรทัศน์ เครื่องปรับอากาศที่ควบคุมผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยไม่จำเป็นต้องใช้รีโมทในการควบคุม

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับ Smart Home

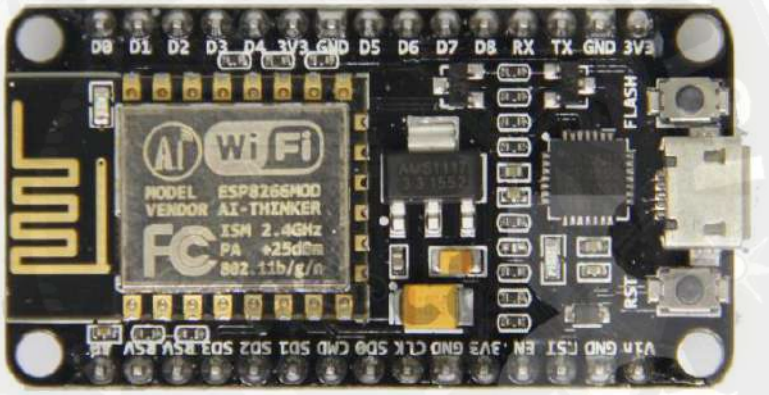
2.2 Embedded board Arduino [2]

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมได้ โดยผ่านโปรแกรม Arduino SDK ที่ใช้ภาษา C++ ในการเขียนชุดคำสั่ง

[2] https://bit.ly/3OQEHyz

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างบอร์ด Arduino

ตัวอย่างโมดูลที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน เช่น NODE MCU ESP8266 ความสามารถพิเศษที่แตกต่างจากโมดูลตัวอื่นคือ มีตัวรับสัญญาณ Wi-Fi ที่ติดตั้งมาบนบอร์ดโดยไม่ต้องต่อพ่วงและเพิ่มคำสั่งในการให้โมดูลสามารถใช้การรับสัญญาณ Wi-Fi ได้



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ตัวอย่างของการเพิ่มชุดคำสั่งการเชื่อมต่อ Wi-Fi เข้าโมดูล NODE MCU ESP8266

```
#include <ESP8266WiFi.h> //การประกาศเรียกใช้ Library ESP8266

const char* ssid = "Username";
 //การประกาศสร้างตัวแปรเก็บ Username เครือข่าย WiFi ชื่อว่า ssid
const char* pass = "Password";
 //การประกาศสร้างตัวแปรเก็บ Password ของเครือข่าย WiFi ชื่อว่า pass

void setup () {
  Serial.begin(9600); //
  WiFi.begin(ssid, pass); //ทำการ Connect SSID และ Pass

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) { // ถ้าไม่สามารถเชื่อมต่อได้
    // ทำการ Print "Connectiong..." ทุก 1000ms
    Serial.println("Connecting...  ");
    // แสดงสถานะการเชื่อมต่อ
    Serial.printf("Connection Status: %d\n", WiFi.status());
    delay(1000);
  }

  // จะหลุดออกจาก while ก็ต่อเมื่อ Connected เรียบร้อย
  Serial.print("Wi-Fi connected.");
  Serial.print("IP Address : ");
  Serial.println(WiFi.localIP());  // ทำการ Print IP ที่ได้รับมาจาก
}

void loop () {
  Serial.printf("Connection Status: %d\n", WiFi.status());// แสดงสถานะ
การเชื่อมต่อ
delay(2000);
```

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างชุดคำสั่งการเชื่อมต่อ Wi-Fi

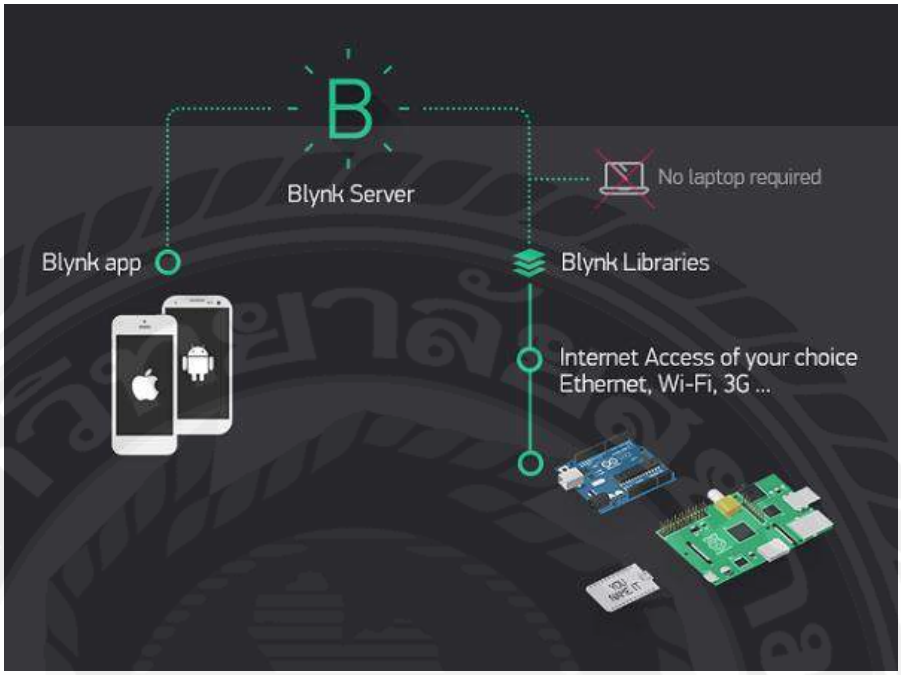
2.3 ระบบคลาวด์สำหรับอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Cloud IoT) [3]

คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud Computing) เป็นเครื่องมือที่ทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการผ่านอินเทอร์เน็ต (Host) ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถจัดเก็บข้อมูล ดำเนินการ และจัดการข้อมูลต่างๆ ผ่านอินเทอร์เน็ตโดยจะติดค่าบริการตามปริมาณการใช้งานจริง โดยผู้ให้บริการคลาวด์ที่มีผู้ใช้เป็นจำนวนมาก เช่น Amazon Web Services S3, Microsoft Azure Data Lake, Google Cloud Storage, Oracle Cloud เป็นต้น โดยปัจจุบันบริษัทขนาดใหญ่จะใช้บริการคลาวด์เนื่องจากไม่จำเป็นต้องดูแลระบบเอง ไม่จำเป็นต้องติดตั้งระบบการจัดเก็บข้อมูลเอง ลดการจ้างพนักงานดูแลเครื่อง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและลดต้นทุนได้

Blynk เป็น Open Source ซึ่งออกแบบมาสำหรับงาน IoT ที่จะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เชื่อมต่อเข้ากับระบบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้โดยง่าย สามารถควบคุมการทำงานอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์จากระยะไกลผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟนได้ ในการคิดค่าบริการถ้ามีการใช้งาน Blynk Server จะสามารถใช้งานฟรีสำหรับอุปกรณ์ที่เป็นต้นแบบ (Prototype) แต่จะมีค่าบริการสำหรับเชิง

[3] https://blog.thaieasyelec.com/getting-started-iot-with-blynk/

พาณิชย์ ข้อดีของ Blynk Platform ได้แก่ ผู้ผลิตให้ Source Code สำหรับติดตั้ง Blynk Server ด้วยตนเองได้ซึ่งจะทำให้ไม่ต้องเสียค่าบริการ



รูปที่ 2.6 โครงสร้างการทำงานของ Blynk

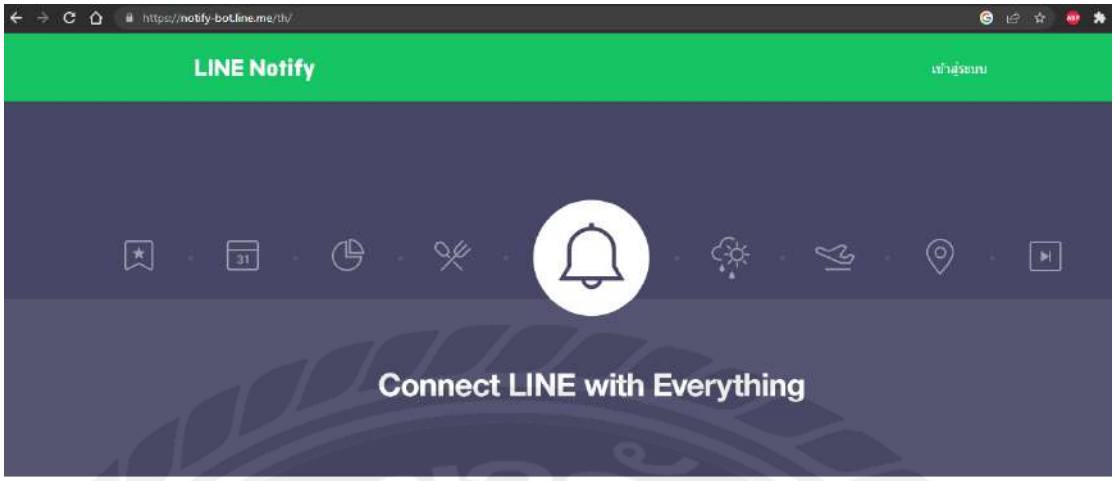
2.4 LINE Notify [4]

LINE Notify คือ บริการที่ผู้ใช้สามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ที่สนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิสแล้ว จะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE นั่นเอง สามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และยังสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย ซึ่งบริการหลักๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น

ขั้นตอนวิธีการขอใช้งาน Line Notify ผ่านทางเว็บไซต์

1) เข้าไปยังหน้าเว็บไซต์ https://notify-bot.line.me/th/

[4] https://digitalarea.co/line-notify-beginner/

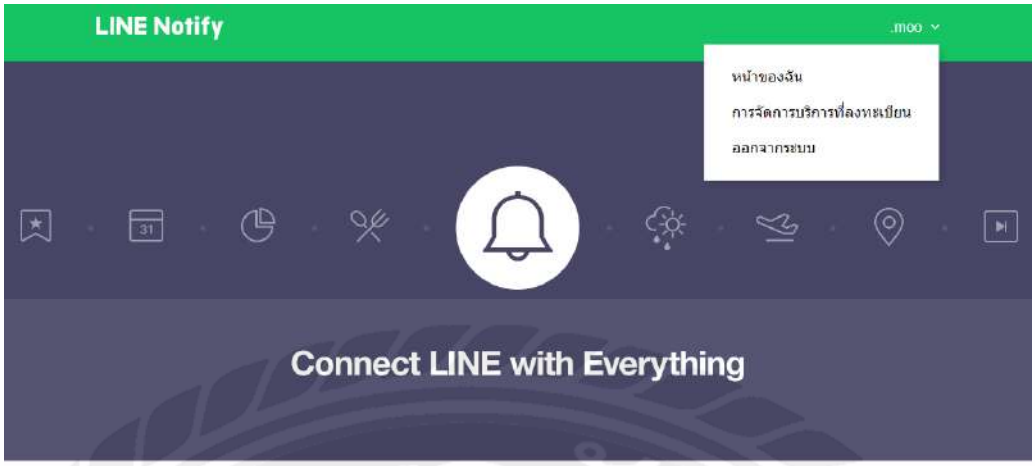


รูปที่ 2.7 หน้าเว็บ LINE Notify

2) ทำการเข้าสู่ระบบเพื่อทำการลงทะเบียนการใช้งาน LINE Notify

รูปที่ 2.8 หน้าเข้าสู่ระบบ LINE Notify

3) เมื่อเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้วให้คลิ๊กข้อความ “หน้าของฉัน” เพื่อทำการลงทะเบียน

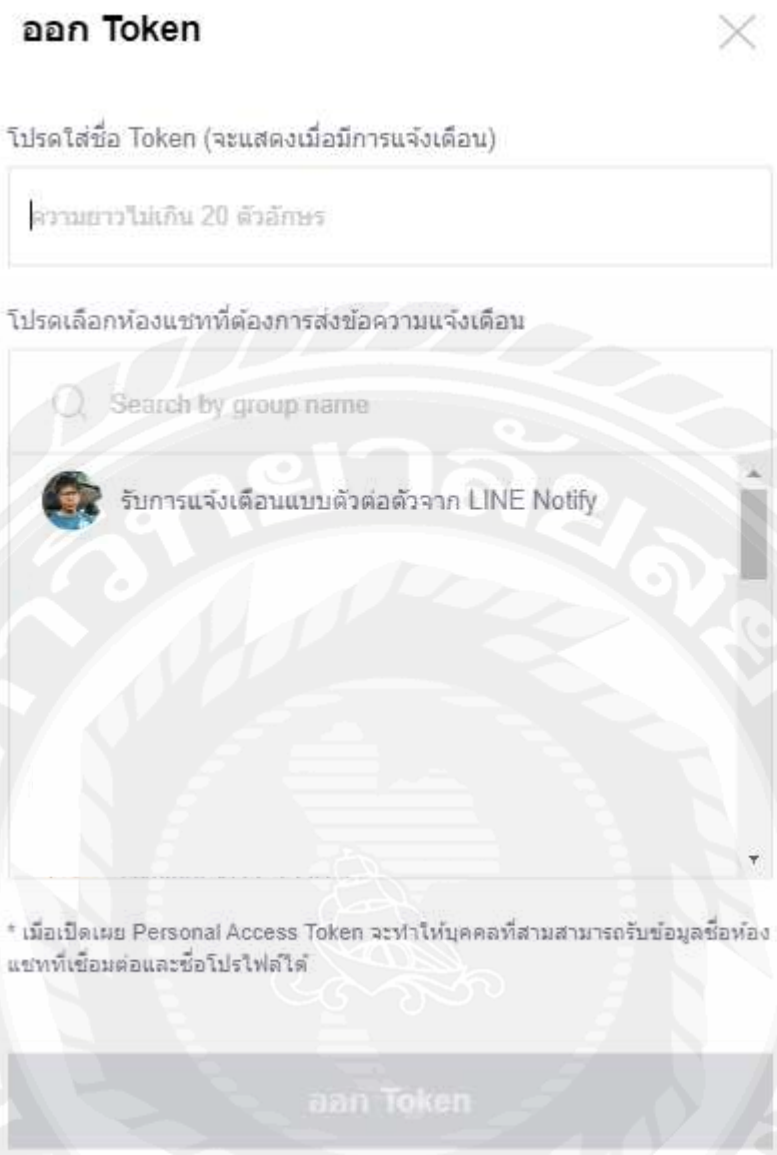


รูปที่ 2.9 หน้าแสดงเมนูของ LINE Notify

4) ให้คลิ๊ก “ออก Token” เพื่อทำการขอบริการ LINE Notify

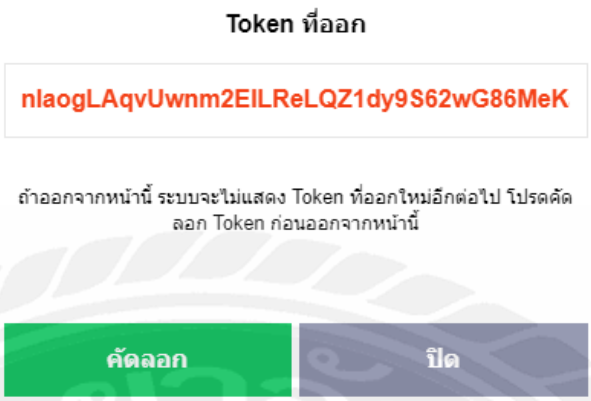
รูปที่ 2.10 หน้าจอแสดงเมนูสำหรับขอ Token

5) ป้อนชื่อ Token และเลือกรับการแจ้งเตือน โดยสามารถกำหนดให้แจ้งเตือนเฉพาะบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้



รูปที่ 2.11 หน้าจอแสดงการขอ Token

6) ระบบจะทำการสร้างชุดรหัส Token และให้นำไปใส่ไว้ในบริการที่เราต้องการใช้



รูปที่ 2.12 หน้าจอแสดง Token ที่สร้าง

7) ระบบจะแจ้งเตือนเมื่อทำการออก Token สำเร็จผ่านแอปพลิเคชัน LINE

รูปที่ 2.13 หน้าจอแสดงผลการขอ Token ผ่าน LINE

2.5 การคำนวณค่าไฟฟ้า [5]

การคำนวณอัตราค่าไฟฟ้า จะมีหลายประเภท แต่ละประเภทจะแยกออกจากกัน เช่น บ้านพักอาศัย โรงงาน เป็นต้น

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่าง ๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

1.1 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

อัตรารายเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า

15 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 – 15)	หน่วยละ	2.3488	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	หน่วยละ	2.9882	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 – 35)	หน่วยละ	3.2405	บาท
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 – 100)	หน่วยละ	3.6237	บาท
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 – 150)	หน่วยละ	3.7171	บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 – 400)	หน่วยละ	4.2218	บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	4.4217	บาท
ค่าบริการ (บาท/เดือน):	**8.19**		

1.2 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน

อัตรารายเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า

150 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 – 150)	หน่วยละ	3.2484	บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 – 400)	หน่วยละ	4.2218	บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	4.4217	บาท
ค่าบริการ (บาท/เดือน):	**38.22**		

1.3 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

แรงดัน	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	
1.3.1 12 – 24 กิโลโวลต์	5.1135	2.6037	312.24
1.3.2 ต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	5.7982	2.6369	38.22

รูปที่ 2.14 วิธีการคำนวณอัตราค่าไฟฟ้า

[5] https://www.thairath.co.th/lifestyle/life/1826646

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

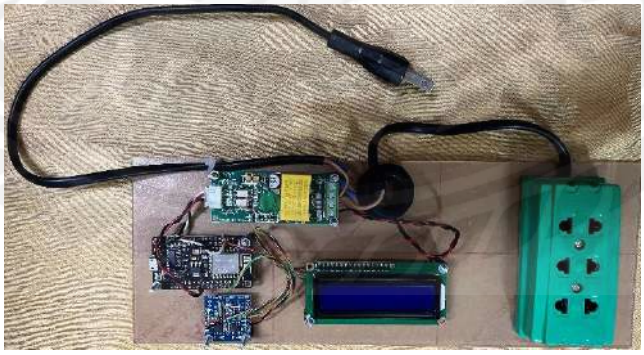
ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ เป็นการประยุกต์เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things (IoT)) มาช่วยในการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน Blynk และสามารถแจ้งเตือนผู้ใช้หากมีการใช้ไฟฟ้าที่เกินกำหนด ผู้ใช้สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ IoT ได้โดยง่าย และสามารถตรวจสอบการใช้พลังงานได้ ณ ปัจจุบัน อีกทั้งสามารถตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลังได้ถึง 3 เดือน ข้อมูลที่จัดเก็บนั้นจะถูกจัดเก็บบนระบบคลาวด์จึงสามารถตรวจสอบและเช็คข้อมูลได้ตลอดเวลา ลดภาระเรื่องค่าใช้จ่ายและการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องแม่ข่ายในการจัดเก็บและบริหารจัดการข้อมูล

ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนของอุปกรณ์ IoT ที่เป็นเซ็นเซอร์ในการตรวจจับการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้าน โดยผู้จัดทำได้ทำการสร้างต้นแผงวงจร โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Arduino Node MCU ESP8266 ในการเพิ่มชุดคำสั่งของภาษา C ให้อุปกรณ์สามารถสื่อสารกับโมดูลอื่นๆได้แก่ Module PZEM-004T สำหรับวัดค่าแรงดันไฟฟ้าภายในบ้าน วัดค่าการใช้กระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และวัดค่ากำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมง เพื่อนำมาคำนวณค่าไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ Module I2C HW-111 สำหรับเก็บข้อมูลวันที่และเวลาแบบเรียลไทม์ และจอ LCD สำหรับการแสดงผลข้อมูลข้อความออกทางจอเพื่อให้ผู้ใช้สามารถทราบในการแสดงผลแรงดันไฟฟ้า การใช้พลังงานไฟฟ้า และอัตราค่าไฟฟ้า

ส่วนของแอปพลิเคชัน ที่สามารถทำงานได้ทั้งบนแพลตฟอร์มของแอนดรอยด์ (Android Platform) และไอโอเอส (iOS Platform) โดยเป็นการเรียกใช้งาน API ของ Blynk ซึ่งเป็นผู้ให้บริการระบบคลาวด์สำหรับอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งที่ได้รับความนิยม เนื่องจากมีการใช้งานง่าย มี API รองรับการใช้งานเป็นจำนวนมาก และมีบริการแบบไม่คิดค่าบริการ โดยฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย ฟังก์ชันแสดงอัตราไฟฟ้าที่ใช้ ณ ปัจจุบัน, สามารถแจ้งเตือนเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าเกินกว่าที่กำหนดผ่านไลน์, สามารถคำนวณค่าไฟฟ้าเบื้องต้นได้ และสามารถดูข้อมูลการใช้ไฟฟ้าย้อนหลังได้ 3 เดือน ในรูปแบบของกราฟ ทำให้ง่ายสำหรับผู้ใช้ในการใช้งานแอปพลิเคชัน

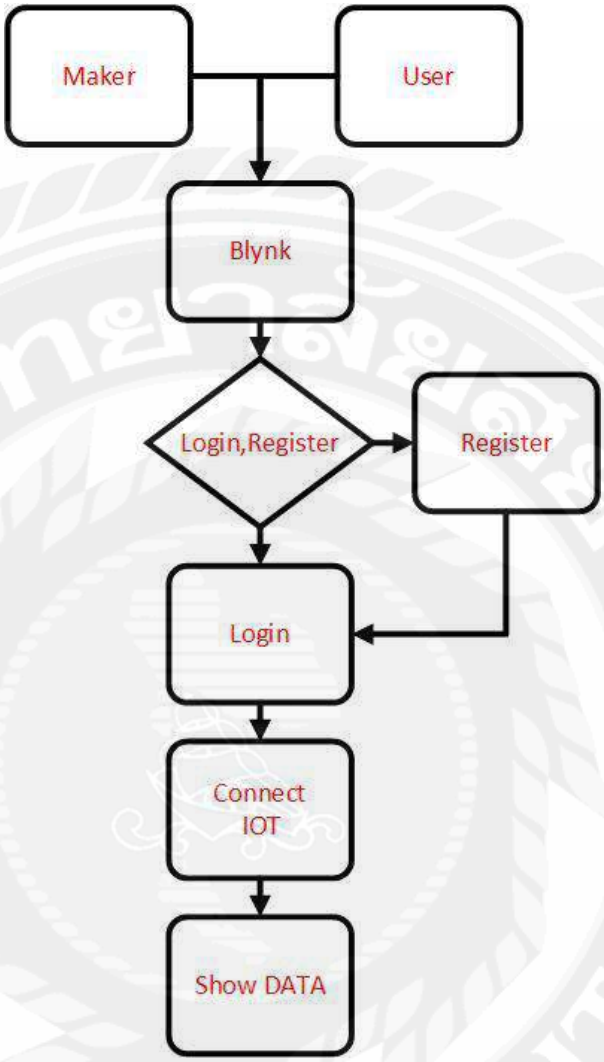
3.2 อุปกรณ์เซ็นเซอร์

รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้



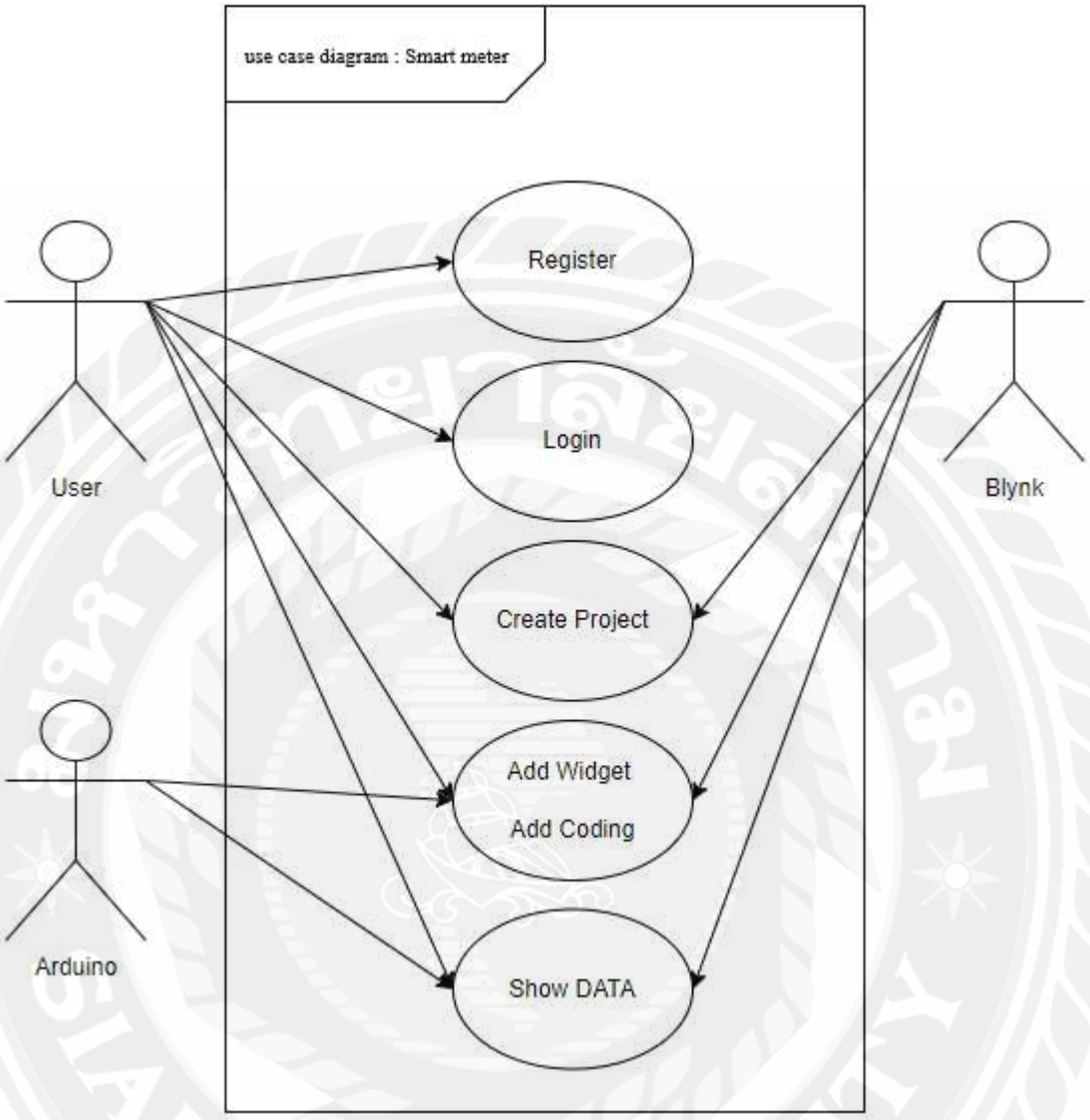
รูปที่ 3.2 แผงวงจรต้นแบบที่ประกอบเรียบร้อยแล้ว

3.3 โครงสร้างของระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ



รูปที่ 3.3 โครงสร้างของระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ

3.4 ฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชัน โดยแสดงด้วย Use Case Diagram



รูปที่ 3.4 Use Case Diagram ของระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ

3.5 คำอธิบายรายละเอียดของยูสเคส (Use Case Description)

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของ Use case : Register

Use Case Name	Register
Use Case ID	RE1
Brief Description	ใช้สำหรับลงทะเบียนผู้ใช้ก่อนใช้งานแอพพลิเคชั่น
Primary Actors	User
Secondary Actors	-
Preconditions	-
Main Flow	1. Use Case จะเริ่มขึ้นเมื่อผู้ใช้ลงทะเบียนใช้ง 2. ระบบจะให้ลงทะเบียนโดยใช้อีเมลและรหัสผ่าน
Post Condition	เมื่อลงทะเบียนเสร็จแล้วระบบจะกลับมาหน้า Login ใหม่อีกครั้ง
Alternative Flows	-
Exception	-

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของ Use case : Login

Use Case Name	Login
Use Case ID	UC1
Brief Description	ใช้สำหรับเข้าสู่ระบบ โดยใช้อีเมล และรหัสผ่าน เพื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน
Primary Actors	User
Secondary Actors	-
Preconditions	ผู้ใช้จะต้องทำการลงทะเบียน ก่อนเข้าใช้งานระบบ
Main Flow	1. ยูสเคสจะเริ่มขึ้นเมื่อผู้ใช้หรือผู้ดูแลระบบเข้าสู่ระบบ 2. ระบบจะให้ป้อนข้อมูลเพื่อเข้าสู่ระบบ โดยใช้อีเมลและรหัสผ่าน
Post Condition	เมื่อเข้าสู่ระบบสำเร็จ ระบบแสดงหน้าหลักของแอปพลิเคชัน
Alternative Flows	-
Exception	-

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของ Use case : Create Project

Use Case Name	Create Project
Use Case ID	CP1
Brief Description	ใช้สำหรับเข้าสู่หน้าสร้างโปรเจ็ค
Primary Actors	User , Blynk
Secondary Actors	-
Preconditions	ผู้ใช้จะต้องทำการเข้าสู่ระบบใช้งานก่อน
Main Flow	1. ยูสเคสจะเริ่มขึ้นเมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบแล้วทำการสร้างโปรเจ็ค 2. ระบบจะมาหน้าถัดไปในการสร้างโปรเจ็ค
Post Condition	เมื่อเข้าสู่หน้าสร้างโปรเจ็คแล้ว ระบบจะให้เพิ่ม Widget ในการทำงาน
Alternative Flows	-
Exception	-

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดของ Use case : Add Widget Add Coding

Use Case Name	Add Widget Add Coding
Use Case ID	AA1
Brief Description	ใช้สำหรับเข้าสู่หน้าเพิ่ม Widget และ Code
Primary Actors	User , Blynk , Arduino
Secondary Actors	-
Preconditions	ผู้ใช้จะต้องทำการเข้าสู่หน้าสร้างโปรเจ็คก่อน
Main Flow	1. ยูสเคสจะเริ่มขึ้นเมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบแล้วทำการสร้างโปรเจ็คและมาเพิ่มในส่วน Widget Code ในการแสดงผลข้อมูล 2. ระบบจะพร้อมให้ใช้งานในการแสดงผลข้อมูล
Post Condition	เมื่อเพิ่ม Widget และ Code แล้วระบบจะแสดงผลข้อมูล
Alternative Flows	-
Exception	-

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของ Use case : Show DATA

Use Case Name	Show DATA
Use Case ID	SD1
Brief Description	ส่วนของการแสดงผลข้อมูลที่ได้รับจากโมดูลต่างๆ
Primary Actors	User , Blynk , Arduino
Secondary Actors	-
Preconditions	ผู้ใช้จะต้องทำการเพิ่ม Widget และ Code ก่อน
Main Flow	1. ยูสเคสจะเริ่มขึ้นเมื่อผู้ใช้เพิ่ม Widget และCode แล้ว 2. ระบบจะแสดงข้อมูลที่ได้รับจากโมดูลต่างๆ
Post Condition	-
Alternative Flows	-
Exception	-

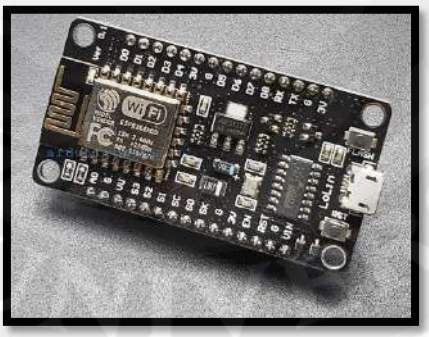
บทที่ 4
การออกแบบทางกายภาพ

ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะ นั้งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Arduino และติดตั้ง Module PZEM-004T, Module I2C HW-111 และจอ LCD เขียนชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโมดูลต่างๆ ด้วยภาษา C เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนชุดคำสั่งและอัปโหลดชุดคำสั่งไปยังบอร์ด ได้แก่ Arduino SDK ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจะถูกนำไปเก็บบนระบบคลาวด์ผ่านระบบเครือข่าย และส่วนของแอปพลิเคชันที่ทำงานบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ เป็นการเรียกใช้ API ของ Blynk รวมถึงอ่านข้อมูลจากระบบคลาวด์ และส่งคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ผ่านระบบเครือข่ายด้วยเช่นกัน

4.1 การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์

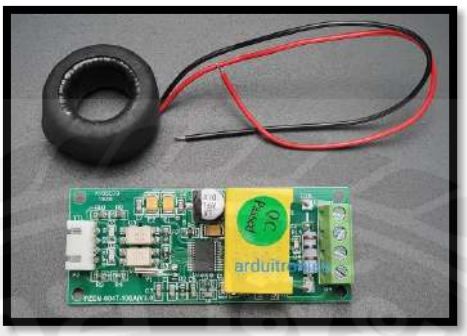
ในส่วนของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ของชุด Smart Meter นั้นจะประกอบไปด้วย

- Arduino Node MCU ESP8266 หน้าที่การทำงานจะเป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์โมดูลที่จะนำมาเชื่อมต่อโดยการต่อสายไฟจากอุปกรณ์อื่นมายังโมดูล ESP8266 จากนั้นทำการอัปโหลดชุดคำสั่งไปยังโมดูลโดยใช้ภาษา C ในการเขียนชุดคำสั่ง



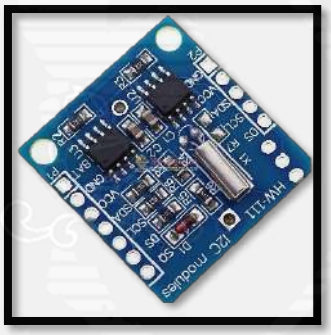
รูปที่ 4.1 Arduino Node MCU ESP8266

- Module PZEM-004T หน้าที่การทำงาน เป็นตัววัดแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 260 โวลต์ วัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้และวัดค่ากำลังไฟฟ้า



รูปที่ 4.2 Module PZEM-004T

- Module I2C HW-111 หน้าที่การทำงาน เป็นตัวเก็บข้อมูลวันเดือนปีและเวลา เพื่อแสดงผลวันที่และเวลาออกทางแอปพลิเคชั่นหรือหน้าจอ LCD



รูปที่ 4.3 Module I2C HW-111

- หน้าจอ LCD หน้าที่การทำงานคือแสดงผลข้อมูลออกทางหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงการทำงาน

รูปที่ 4.4 หน้าจอ LCD

ในส่วนของชุดคำสั่งนั้นจะมี Library ในการกำหนดให้บอร์ด ESP8266 นั้นสามารถสื่อสารกันได้ โดยจะใช้ภาษา C ในการเขียนชุดคำสั่ง ประกอบไปด้วย

1) การประกาศค่า Library ของอุปกรณ์แต่ละชนิดที่เชื่อมต่อให้สามารถสื่อสารกันได้

```
#include <Wire.h>

#include <ESP8266WiFi.h> //ประกาศ Library ของ Board
#include <BlynkSimpleEsp8266.h> //ประกาศ Library ของ Blynk
#include <Wire.h>  //ประกาศ Library ของ Wire
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //ประกาศ Library ของจอ I2C
#include <TridentTD_LineNotify.h> //ประกาศ Library ของ LineNotify
#include <PZEM004Tv30.h> //ประกาศ Library ของ PZEM

#define DS1307  0x68
#define LINE_TOKEN  "Mu8cqjq29Rlyp48TjjAGgzh6bHiJN6LiDAggBAP1jJs" //ใส่เลข line token เพื่อให้แจ้งเตือนในlineของผู้ใช้

PZEM004Tv30 pzem(D5, D6);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);    // PCF8574


// Go to the Project Settings (nut icon).
char auth[] = "M09FWsZYh7w-hDlt_wM-MWPMCBSBjgo9"; //Token ในแอพพลิเคชัน Blynk ทำ Project
char ssid[] = "[redacted]"; // SSID WIFI ที่จะเชื่อมต่อ
char pass[] = [redacted] // Password WIFI ที่จะเชื่อมต่อ
```

2) ชุดคำสั่ง การตรวจจับแรงดันไฟฟ้า

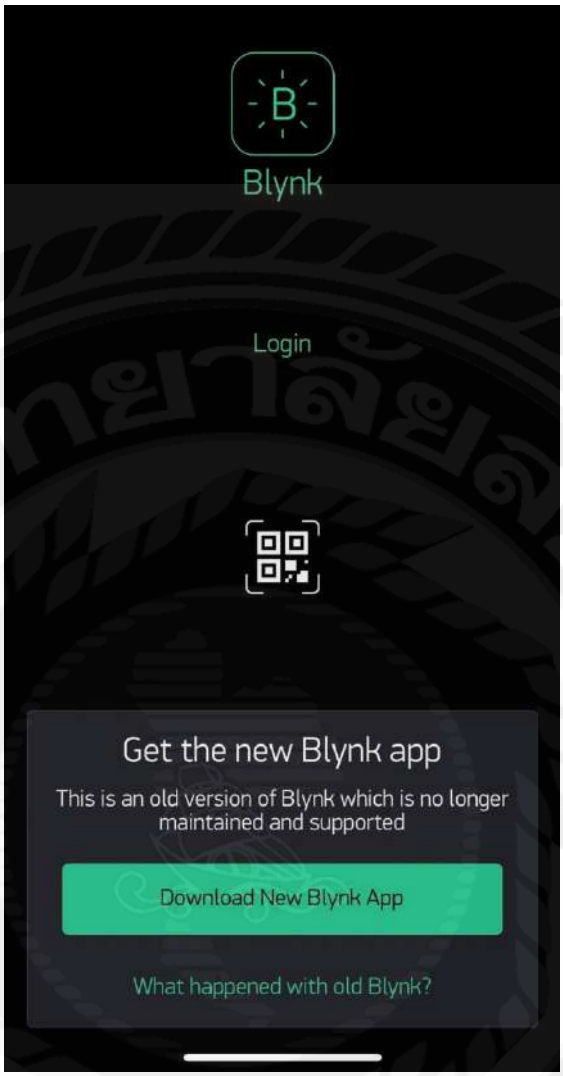
```
readTime();
float voltage = pzem.voltage();
if(voltage != NAN){ Serial.print("Voltage: "); Serial.print(voltage); Serial.println("V"); lcd.setCursor(0,2); lcd.print("V:"+String(voltage,1)+"V "); }
else{  Serial.println("Error reading voltage"); lcd.setCursor(0,2); lcd.print("Err v"); }

float current = pzem.current();
if(current != NAN){ Serial.print("Current: "); Serial.print(current); Serial.println("A"); lcd.print("I:"+String(current,1)+"A "); }
else { Serial.println("Error reading current");  lcd.print("Err I"); }

float power = pzem.power();
if(current != NAN){ Serial.print("Power: "); Serial.print(power); Serial.println("W"); lcd.setCursor(0,3); lcd.print("P:"+String(power,1)+"W "); }
else { Serial.println("Error reading power"); lcd.setCursor(0,3); lcd.print("Err P"); }

float energy = pzem.energy();
if(current != NAN){ Serial.print("Energy: "); Serial.print(energy,3); Serial.println("kWh"); lcd.print("E:"+String(energy,1)+"kWh "); }
else { Serial.println("Error reading energy"); lcd.print("Err E"); }

float CostPower = ((energy*3.2405)+(energy*0.025));
```

3) ชุดคำสั่ง เชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน Blynk

```
char auth[] = "M09FWsZYh7w-hDlt_wM-MWPMCBSBjgo9"; //Token Project To Blynk
```

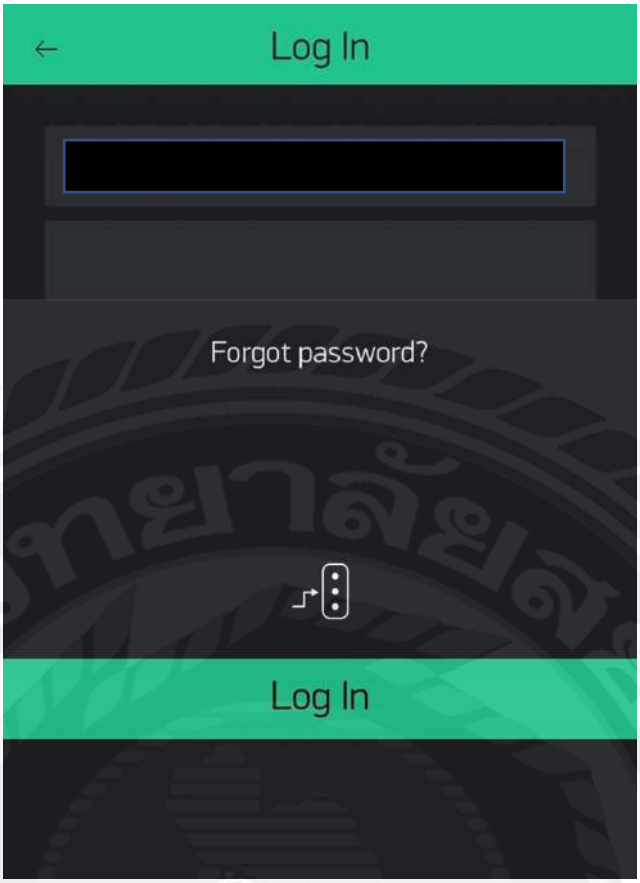
```
    ////////////// Update to Blynk ////////////////
    Blynk.virtualWrite(V0,voltage);
    Blynk.virtualWrite(V1,current);
    Blynk.virtualWrite(V2,power);
    Blynk.virtualWrite(V3,energy);
    Blynk.virtualWrite(V4,CostPower);
    ///////////////////////////////////////////////
}
Blynk.run();
delay(1);
```

4.2 การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน



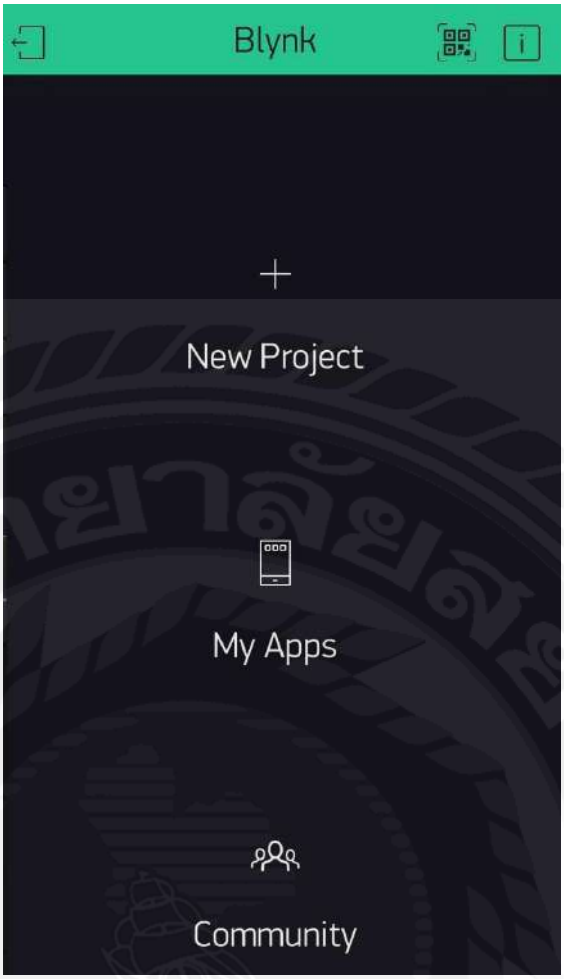
รูปที่ 4.5 หน้าจอแรกของแอปพลิเคชัน Blynk

จากรูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอแรกเมื่อผู้ใช้เข้าใช้งาน Blynk ผู้จัดทำได้ทำการลงทะเบียนไว้แล้ว เมื่อจะทำการใช้งานจะต้องทำการล็อกอิน (Login) เพื่อเข้าสู่ระบบและสร้างแอปพลิเคชันด้วย API ของ Blynk



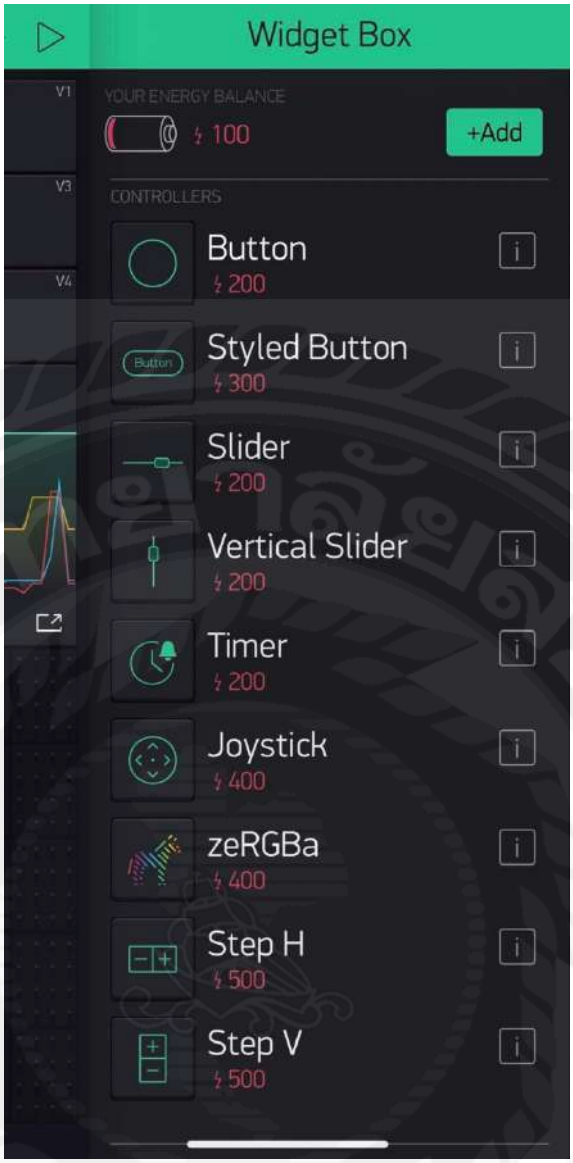
รูปที่ 4.6 หน้าจอสำหรับเข้าล็อกอินเข้าสู่ระบบ

จากรูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอล็อกอินเข้าสู่ระบบของ Blynk ให้ทำการระบุอีเมล์และรหัสผ่านที่ได้ทำการสมัครลงทะเบียนไว้กับ Blynk



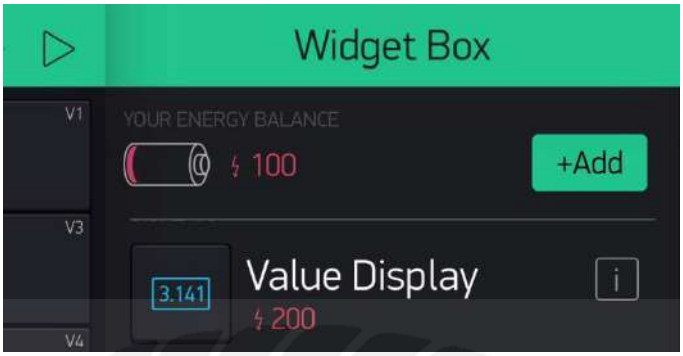
รูปที่ 4.7 หน้าจอ จะเริ่มสร้างโปรเจ็ค

จากรูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอสำหรับการเริ่มต้นสร้างโปรเจ็คในแอปพลิเคชัน Blynk



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการเพิ่ม Widget Box ไปยังแอปพลเคชัน

จากรูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่าง Widget Box สำหรับควบคุมและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ได้โดยไม่ต้องทำการเขียนชุดคำสั่ง ซึ่ง Widget ที่มีให้นั้นมีทั้งมีไม่เสียค่าใช้จ่าย และเสียค่าใช้จ่าย สามารถเลือกใช้งานได้ตามความต้องการ โดยในที่นี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้ Widget ที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายก็สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้ตามขอบเขตที่กำหนด



รูปที่ 4.9 เพิ่ม Widget Value Display เพื่อแสดงผล

จากรูป 4.9 จะทำการเพิ่ม Widget Value Display เพื่อแสดงผลข้อมูลที่โมดูลได้รับมาโดย Widget นี้ จะใช้ชุดคำสั่งอ้างอิงในชุดคำสั่งที่เขียนในแอปพลิเคชัน Arduino

รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงข้อมูลที่รับจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ผ่านระบบคลาวด์

จากรูปที่ 4.10 ข้อมูลจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะถูกส่งมายังระบบคลาวด์ของ Blynk และฝั่งของแอปพลิเคชันสามารถเข้าถึงและนำมาแสดงให้ผู้ใช้ทราบถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านของตนได้ โดยประกอบด้วยข้อมูลดังตาราง

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่แสดงบนหน้าจอของแอปพลิเคชัน

รายการ	**คำอธิบายรายละเอียด**
แรงดันไฟฟ้า(โวลต์)	หน่วยแสดงแรงดันไฟฟ้า
กระแสไฟฟ้าที่ใช้(แอมป์)	หน่วยแสดงอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าหน่วยเป็นแอมป์แปร
กระแสไฟฟ้าที่ใช้(วัตต์)	หน่วยแสดงอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าหน่วยเป็นวัตต์
กระแสไฟฟ้าที่ใช้(กิโลวัตต์)	หน่วยแสดงอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าหน่วยเป็นกิโลวัตต์
ค่าบริการไฟฟ้า(บาท)	แสดงอัตราค่าไฟที่ใช้
Data Log	แสดงข้อมูลทั้งหมดออกมาเป็นกราฟและสามารถดูแบบเรียลไทม์หรือย้อนหลังได้ไม่เกิน 3 เดือน

รูปที่ 4.11 QR Code แชร์การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IOT ผ่าน แอปพลิเคชัน Blynk

จากรูปที่ 4.11 QR Code นี้จะเป็น QR Code ที่ผู้สร้างสามารถแชร์ให้กับผู้คนอื่นที่อยากจะทดลองใช้หรือสามารถมาต่อยอดพัฒนาอุปกรณ์ได้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลปริญญานิพนธ์

ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าในบ้านด้วยมิเตอร์ไฟอัจฉริยะผู้จัดทำได้พัฒนาตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ โดยอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตัวต้นแบบที่ได้จัดทำสามารถตรวจจับการใช้กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 3 อุปกรณ์พร้อมกัน ข้อมูลจะถูกส่งไปยังระบบคลาวด์ Blynk เพื่อให้แอปพลิเคชันบนอุกปกรณ์โทรศัพท์มือถือของผู้ใช้ ซึ่งเป็นเจ้าของบ้านสามารถตราวจสอบการใช้งานไฟฟ้าได้แบบเรียลไทม์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้รับการแจ้งเตือนเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าเกินจากที่กำหนด สามารถตรวจสอบค่าบริการไฟฟ้าในแต่ละเดือนได้ โดยระบบจะทำการคำนวณค่าไฟฟ้าเบื้องต้นให้ ผู้ใช้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่าบริการที่ภาครัฐเรียกเก็บได้ว่ามีความใกล้เคียงกันหรือไม่ ทำให้ทราบถึงการใช้ไฟฟ้าที่ผิดปกติและทำการตรวจสอบได้ทันที ซึ่งจะช่วยประหยัดการใช้ไฟฟ้าอีกทางหนึ่ง

5.2 ข้อดีของระบบ

5.2.1 ทำให้ผู้ใช้สามารถทราบถึงการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้

5.2.2 ผู้ใช้สามารถตรวจสอบความผิดปกติของการใช้ไฟฟ้าได้ ว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าใดที่ใช้พลังงานมากผิดปกติ

5.2.3 ผู้ใช้สามารถคำนวณค่าไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละเดือนได้

5.2.4 ผู้ใช้สามารถควบคุมอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านได้ และระบบมีสามารถแจ้งเตือนผู้ใช้หากมีการใช้ไฟฟ้าที่เกินกำหนดได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและให้ระบบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นควรพัฒนาระบบดังต่อไปนี้

5.3.1 พัฒนาความสามารถให้ใช้กับไฟฟ้าโรงงานอุตสาหกรรมหรือระบบไฟ 3 เฟสได้

5.3.2 แผงวงจรควรปรับปรุงให้มีขนาดที่เล็กลง เพื่อสามารถติดตั้งในตู้คอนโทรลไฟฟ้าได้

บรรณานุกรม

ซีซีเอส เน็ตเวิร์ค ดิวิชั่น. (2565). *The Internet of Things*. เข้าถึงได้จาก http://its.sut.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=72&Itemid=468

ดิจิทัลแอเรีย. (2565). *วิธีเชื่อมต่อ Line Notify แจ้งเตือนอัตโนมัติ ฉบับมือใหม่ เข้าใจง่าย ไม่ต้องเขียนโค้ด*. เข้าถึงได้จาก https://digitalarea.co/line-notify-beginner/

ไทยรัฐออนไลน์. (2563). *ค่าไฟหน่วยละกี่บาท แพงผิดปกติหรือไม่ ไขคำตอบได้ด้วยสูตรหาค่าไฟฟ้า 2563*. เข้าถึงได้จาก https://www.thairath.co.th/lifestyle/life/1826646

ไทยอีซี่อิเล็ก. (2563, 11 กุมภาพันธ์). เริ่มต้น IoT App ด้วย Blynkไร [เว็บบล็อก]. เข้าถึงได้จาก https://blog.thaieasyelec.com/getting-started-iot-with-blynk/

เอ็มเบ็ดบล็อก. (2559, 26 มีนาคม). Arduino คืออะไร? [เว็บบล็อก]. เข้าถึงได้จาก https://embeddedbblog.wordpress.com/2016/03/26/arduino-คืออะไร/