



รายงานการวิจัย

การพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ

Development of Electrical Control System

for Smart Home to the Elderly

ชัยสิทธิ์ วันน้อย

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ

Development of Electrical Control System

for Smart Home to the Elderly

ชัยสิทธิ์ วันน้อย สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ประเภททุนอุดหนุน : พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)

งบประมาณสนับสนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม พ.ศ. 2565

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ
ผู้วิจัย	ชัยสิทธิ์ วันน้อย
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบควบคุมโหลดไฟฟ้าและเฝ้ามองความสามารถพร้อมมูลของเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักแบบเรียลไทม์ผ่านสมาร์ตโฟนโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งระบบควบคุมโหลดไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบสำหรับควบคุมโหลดไฟฟ้าชนิด 1 เฟส และสำหรับระบบเฝ้ามองความสามารถพร้อมมูลของเซอร์กิตเบรกเกอร์นั้นจะพิจารณาจากค่าแอมป์ทริปของเบรกเกอร์ซึ่งเป็นค่าพิถีการทำงานของอุปกรณ์ป้องกัน (Amp Trip: AT) โดยในการควบคุมและการแสดงผลบนมือถือนั้นในงานวิจัยได้ประยุกต์ใช้แอปพลิเคชันบลิง ในการออกแบบ โดยค่าที่แสดงผลจะประกอบด้วย ค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้า และค่าความสามารถพร้อมมูลของเบรกเกอร์ ซึ่งหากค่าความสามารถพร้อมมูลของเบรกเกอร์นั้นเหลือค่าตามค่าที่ตั้งไว้ระบบจะส่งสัญญาณแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ไปยังผู้ใช้งาน โดยผลการวิจัยพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัดของค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันไฟฟ้านั้นอยู่ที่ $\leq \pm 0.5\%$ และสำหรับประสิทธิภาพการสั่งการนั้นสามารถสั่งการทำงานได้ 100% โดยการทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง ซึ่งนอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลในการตรวจวัดไปวางแผนในการเพิ่มโหลดเพื่อสร้างความปลอดภัยในการใช้งานไฟฟ้าในบ้านเรือน

คำสำคัญ: ความสามารถพร้อมมูลของเซอร์กิตเบรกเกอร์ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
เรียลไทม์ สมาร์ตโฟน โหลดไฟฟ้า

Research title Development of Electrical Control System for Smart Home to the Elderly

Researcher Name Chaisit Wannoi

Department Computer Technology

Phetchabun Rajabhat University **Year** 2022

ABSTRACT

This research presents the electrical loads control and real time main circuit breaker's available capability monitoring system via smart phone using internet of things technology. The load control system in this research is designed for controlling single-phase electrical loads. For the monitoring system, the total capacity of the circuit breaker is determined from the trip amp value, which is the operating rating of the protective device (Amp Trip: AT). The control and display on mobile in the research, Blynk Application was applied in the design. The display values consisted of voltage value, current value, electric power and the available capability of the main circuit breaker. If this value of the circuit breaker is left at the setpoint value, the system will send an alarm signal through the LINE application to the user. The results showed that the measurement error of the current and voltage is $<\pm 0.5\%$ and the command efficiency, it can be operated 100% by a total of 30 tests. It can also use the measurement data to plan for increasing the load for create safety in the use of electrical appliances in the home.

Keywords: Circuit Breaker's Available Capability, Internet of Things Technology, Real Time, Smart Phone, Electrical Loads

(ก)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยคำแนะนำและการให้คำปรึกษาจาก ผศ.ดร.ชาย ชมภู อินไหวและคณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งให้คำแนะนำต่าง ๆ และความร่วมมือน้อยช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้คำปรึกษา และให้การสนับสนุนในทุกๆ เรื่องและทำให้ข้าพเจ้าทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี ทั้งนี้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากการงานวิจัยฉบับนี้ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชัยสิทธิ์ วันน้อย

15 ธันวาคม 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	1
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	3
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	3
1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย	5
บทที่ 2 วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	6
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องงานวิจัย	7
2.3 หนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
3.1 ประชุมคณะวิจัยและติดต่อประสานงานกับชุมชน	31
3.2 การออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ	32
3.3 การทดสอบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ	40
3.4 รวบรวมผลการศึกษาวิจัยและถ่ายทอดองค์ความรู้	42
บทที่ 4 ผลการวิจัย	45
4.1 ผลการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพในการตรวจวัด	45
4.2 ผลการทดสอบการสั่งการควบคุมโหลดไฟฟ้าผ่านมือถือ	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการทดสอบความเที่ยงตรงในการส่งข้อความแจ้งเตือน	47
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	49
5.1 สรุปผลการวิจัย	49
5.2 อภิปรายผล	49
5.3 ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	51
ประวัตินักวิจัย	53

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	มาตรฐานการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สาย	17
3.1	แบบบันทึกผลการทดสอบการอ่านค่าเครื่องวัดบนหน้าจอ Smartphone	42
3.2	แบบบันทึกผลการทดสอบความเที่ยงตรงในการส่งข้อความ (แจ้งเตือนกระแสโหลดสูงเกิน 80% ของ CB)	43
4.1	ผลทดสอบการอ่านค่าเครื่องวัดบนหน้าจอ Smartphone	45
4.2	ผลทดสอบความเที่ยงตรงในการส่งข้อความ (แจ้งเตือนกระแสโหลดสูงเกิน 80% ของฟักัดแอมป์ทริป CB)	47

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างเบรกเกอร์ลู่ก้อย (Miniature Circuit Breaker: MCB)	10
2.2 ตัวอย่าง โมลด์เคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (MCCB: Moulded Case Circuit Breaker)	10
2.3 ตัวอย่าง แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Air Circuit Breaker: ACB)	11
2.4 วงจรย่อยตัวอย่างสำหรับบ้านเรือน	11
2.5 ตัวอย่างหน้าจอ Application Blynk	12
2.6 ตัวอย่างหน้าจอการติดตั้ง Application Blynk	12
2.7 ตัวอย่างหน้าจอการ login	13
2.8 ตัวอย่างหน้าจอการตั้งชื่อProject	13
2.9 ตัวอย่างหน้าจอการส่ง Token ไปยัง E-mail ที่ login	14
2.10 เลือกฟังก์ชัน	14
2.11 รูปแบบการเขียนโค้ด	15
2.12 WSN Nodes	18
2.13 Smart Home	20
2.14 Node MCU /ESP8266	22
2.15 ตำแหน่งขาของ Node MCU /ESP8266	23
2.16 Node MCU /ESP8266-12E V3	24
2.17 Node MCU /ESP8266	24
2.18 PZEM-004T	25
2.19 ไอคอนของไลน์แอปพลิเคชัน	26
3.1 แผนผังการศึกษาวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมโหลดไฟฟ้า	30
3.2 ประชุมคณะวิจัยในการทำงานวิจัย	31
3.3 การประชุมคณะวิจัยและผู้นำชุมชนในการทำงานวิจัย	32
3.4 ภาพโดยรวมระบบควบคุมไฟฟ้าโดยรวมสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5 ระบบควบคุมไฟฟ้าโดยรวมสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ	33
3.6 โหลดในการทดสอบระบบควบคุมไฟฟ้าโดยรวมสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ	33
3.7 ก) Node MCU /ESP8266 ข) PZEM-004T AC Digital Power Energy Meter	34
3.8 โปรแกรม Arduino 1.8.19	35
3.9 โปรแกรม Blynk application	39
3.10 ตัวอย่าง การสร้าง Template ในการสร้างระบบควบคุม บน Blynk application	39
3.11 ภาพโดยรวมระบบควบคุมการทำงานของโหลด และการแสดงการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าบนจอมือถือ	40
3.12 เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ามาตรฐานมัลติมิเตอร์ UNI-T รุ่น UT33C+	41
3.13 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้ามาตรฐานมัลติมิเตอร์ LuZino รุ่น 7000728	41
4.1 หน้าจอเฝ้ามองระบบไฟฟ้าและควบคุมโหลดบนมือถือ	46
4.2 กราฟกำลังไฟฟ้าที่ถูกขยาย	47
4.3 ตัวอย่างการแจ้งเตือนบนมือถือผ่านไลน์แอปพลิเคชัน	48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังเข้าสู่ยุคสังคมผู้สูงวัยหรือผู้สูงอายุ ซึ่งจากการลงพื้นที่ที่ชุมชนพบว่า การดำเนินชีวิตปกติของกลุ่มผู้สูงวัยส่วนใหญ่จะมีผู้คอยช่วยเหลือและแบ่งเบาภาระงาน เนื่องด้วยสภาพร่างกายที่ไม่ค่อยแข็งแรงต้องพึ่งพาบุตรหลานในการทำงาน เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือระบบส่องสว่าง การรดน้ำต้นไม้ เป็นต้น แต่ผู้สูงวัยบางกลุ่มอาจต้องอยู่บ้านตามลำพัง บางช่วงเวลา เนื่องจากบุตรหลานต้องออกไปทำงานและเรียนหนังสือจึงไม่มีผู้คอยช่วยเหลือดูแล ซึ่งเป็นสังคมแวดล้อมหรือตัวอย่างที่เราพบเห็นอยู่บ่อยครั้ง และนี่ก็เป็นปัญหาหนึ่งในสังคมผู้สูงวัย ทีมผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นปัญหาและตั้งคำถามว่าจะมีวิธีการอย่างไรที่จะช่วยแบ่งเบาภาระงานและสร้างความสะดวกในการดำเนินชีวิตและยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงวัยหรือผู้สูงอายุได้ ดังนั้น ทีมผู้วิจัยจึงได้ทำการวิจัยพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการควบคุมเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) [16, 19] โดยแอปพลิเคชันต้นแบบที่พัฒนาในการวิจัยนั้นซึ่งนอกจากสามารถควบคุมการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และระบบส่องสว่างได้แล้วยังสามารถเฝ้ามองแรงดันและกระแสไฟฟ้า รวมถึงกระแสไฟฟ้ารั่วไหลเพื่อสั่งการตัดแยกระบบไฟฟ้าได้เพื่อความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่กลุ่มผู้สูงอายุได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้ได้แบ่งวัตถุประสงค์หลักออกเป็นดังนี้

1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะ

1.2.3 เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้และนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการยกระดับคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ

1.3 สมมุติฐานและทฤษฎีในการวิจัย

แนวคิดในการวิจัยนี้เพื่อพัฒนานวัตกรรมด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยการดำเนินชีวิตหรือยกระดับคุณภาพชีวิตสู่กลุ่มผู้สูงอายุ โดยนวัตกรรมที่ใช้นั้นจะเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชัน

ชั้นบนสมาร์ตโฟนโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) [15, 20] ในการสั่งการควบคุมระบบไฟฟ้าเช่น ระบบการสั่งการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบเฝ้ามองแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้ารั่วไหลและระบบสั่งการตัดแยกไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วย

ปรีชา รักษาพล (บทคัดย่อ, 2558) ได้ศึกษาเรื่อง ระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่าย [4] พบว่า ผู้ศึกษาได้พัฒนาระบบการตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้า ผ่านระบบเครือข่าย เพื่อความปลอดภัยใน การใช้กระแสไฟฟ้าในปริมาณที่เหมาะสม อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบการใช้กระแสไฟฟ้า เพื่อนำข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้ามาจัดทำแผนนโยบายพลังงานด้านการใช้กระแสไฟฟ้า

ศรัรั้ง แก้วไพฑูรย์ และ สมชาย เล็กเจริญ ได้ทำการศึกษาระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ผ่าน Android และ IOS [6] โดย 1) พัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศในห้องเรียนอัจฉริยะ ด้วย Internet of Things (IOT) ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต 2) พัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิด ไฟฟ้าในห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต และได้ศึกษาความพึงพอใจระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ผ่าน Android และ IOS ของ คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยรังสิต โดยผลการวิจัยพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.19 และ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมอยู่ที่ 0.31

เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และ หิรัญญ์ คุ้มแก้ว ซึ่งผู้เขียนได้พัฒนาระบบต้นแบบการควบคุมระบบ ส่องสว่างในครัวเรือนจากสมาร์ตโฟน [1] ระบบดังกล่าวประกอบด้วยสามส่วนได้แก่ แอปพลิเคชัน Android, บริการ NETPIE และ หน่วยควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้ใช้ สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านสมาร์ตโฟนได้จากทุกที่ที่สามารถเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ต การควบคุมสามารถทำได้ทั้งระบบทัชสกรีนและการสั่งงานด้วยเสียง ผลงานวิจัยชิ้นนี้เป็น ต้นแบบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับบ้านอัจฉริยะและเพื่อตอบโจทย์ความต้องการในยุคไทยแลนด์ 4.0

ณัฐพงศ์ พลสมม, กาญจนา คงสงคราม, และเกียรติภูมิ กุภาพันธ์ ได้ทำการพัฒนาระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัว [2] โดยผลการวิจัยพบว่า 1) พัฒนาพัฒนาองค์ประกอบของระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชันแบบสมอง กลฝังตัวพบว่าองค์ประกอบของระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัวประกอบด้วย 3 ส่วน หลัก คือ ส่วนที่ 1 แอปพลิเคชันควบคุมการเปิด-ปิด ปลั๊กไฟ ประกอบด้วย

1) ส่วนแสดงสถานะการทำงานของ ปลั๊ก 2) ตั้งเวลา เปิดปลั๊กไฟ 3) ตั้งเวลา ปิดปลั๊กไฟ 4) ส่วนบันทึกข้อมูลการ เปิด-ปิด ปลั๊กไฟ ส่วนที่ 2 องค์ประกอบ โครงสร้างสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย 1) อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย Relay Module ,บอร์ด Arduino 2) ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย Arduino IDE ส่วนที่ 3 เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ประกอบด้วย NETPIE CLOUD PLATFORM 2) ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของระบบ ปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุม ผ่านแอปพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัว พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะ ควบคุมผ่านแอปพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัว พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ นั้นได้ กำหนดแนวทางหรือระเบียบวิธีการในดำเนินการวิจัยดังนี้

1.4.1 ติดต่อประสานงานกับชุมชนในการศึกษาประเภทโหลดทางไฟฟ้าของบ้านกลุ่มผู้สูงอายุเพื่อใช้ในการออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

1.4.2 การออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

1.4.3 ทดสอบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

1.4.4 รวบรวมผลการศึกษาวิจัยและถ่ายทอดองค์ความรู้ (เผยแพร่/ตีพิมพ์) ระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1.5.1 กำลังไฟฟ้า (Electrical Power)

คือคุณลักษณะกระแสแรงดัน และความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าในสภาวะปกติไม่ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้ามีการทำงานผิดพลาดหรือเกิดการเสียหาย

1.5.2 แรงดันไฟฟ้า (Voltage)

คือแรงที่กระทำต่ออิเล็กตรอนเพื่อทำให้อิเล็กตรอนไหลในสายไฟ

1.5.3 กระแสไฟฟ้า (Current)

คือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน โดยอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ เมื่อเกิดสภาพขาดอิเล็กตรอนจึงจ่ายประจุไฟฟ้าลบบอกไปแทนที่ ทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนในสายไฟจนกว่าประจุไฟฟ้าบวกจะถูกทำให้เป็นกลางหมด การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือการไหลของอิเล็กตรอนในสายไฟ

1.5.4 เพาเวอร์แฟกเตอร์ (Power factor)

คืออัตราส่วนของกำลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานจริง (P)หารด้วยกำลังงานที่ปรากฏ (S)

1.5.5 แอปพลิเคชันบลิง (Blynk application)

คือแอปพลิเคชันใน Smartphone ที่มี widgets ต่างๆ สำหรับการแสดงผลและการควบคุมอุปกรณ์

1.5.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit breaker)

คือสวิตช์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าจากความเสียหายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน โดยทั่วไปเกิดจากโหลดเกินหรือไฟฟ้าลัดวงจร การทำงานของมันคือตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้า

1.5.7 แอมป์ทริป (Amp trip)

คือค่ากระแสที่เบรกเกอร์เริ่มทำงาน เป็นตัวบอกให้รู้ว่าเบรกเกอร์ตัวนั้นสามารถทนต่อกระแสในภาวะปกติได้สูงสุดเท่าใด เช่น เบรกเกอร์ที่มีค่าแอมป์ทริป 100A เมื่อกระแส 0-100A ไหลผ่าน เบรกเกอร์จะไม่ทริป แต่หากมีกระแส 130A คงที่ไหลผ่าน เบรกเกอร์จะทริปภายในเวลา 2 ชั่วโมง

1.5.8 แอมป์เฟรม (Amp frame)

คือขนาดการทนกระแสของเปลือกหุ้มเป็นพิสัยการทนกระแสสูงสุดของเบรกเกอร์นั้นๆ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาด AF เดียวกันจะมีขนาดมิติ (กว้างXยาวXสูง) เท่ากัน สามารถเปลี่ยนพิสัย Amp Trip ได้โดยที่ขนาด (มิติ) ของเบรกเกอร์ยังคงเท่าเดิม

1.5.9 ความสามารถของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Available capacity of circuit breaker)

คือในงานวิจัยนี้ความสามารถในการรองรับโหลดของเซอร์กิตเบรกเกอร์โดยพิจารณาจากค่าแอมป์ทริปของเบรกเกอร์

1.5.10 ไอโอที (Internet of Things: IoT)

คือสิ่งต่างๆจำนวนมากมายที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเพื่อให้สามารถแบ่งปันข้อมูลกับสิ่งอื่น ๆ

1.5.11 ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded system)

คือระบบประมวลผล ที่ใช้ชิปหรือไมโครโปรเซสเซอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะโดย beenvai เป็นผู้คิดค้น เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ฝังไว้ในอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เพื่อเพิ่มความฉลาด ความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นผ่านซอฟต์แวร์ซึ่งต่างจากระบบประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป

1.5.12 เรียลไทม์ (Real time)

คือระบบปฏิบัติการเวลาจริง หมายถึงการตอบสนองทันที เช่น ระบบ Sensor ที่ส่งข้อมูลให้คอมพิวเตอร์ เครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์ ระบบภาพทางการแพทย์ ระบบควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรม ระบบหัวคิดในรถยนต์ ระบบควบคุมการยิง ระบบแขนกล และเครื่องใช้ในครัวเรือนทั้งหมด ถือเป็นจุดประสงค์อีกอย่างหนึ่งของ ระบบปฏิบัติการ ลักษณะที่สำคัญที่สุดของระบบปฏิบัติการเวลาจริงจะต้องตอบสนองโดยทันทีต่อกระบวนการเวลาจริงในไม่ช้าเท่ากระบวนการนั้นต้องการ

1.5.13 สมาร์ทโฟน (Smartphone)

คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีความสามารถเพิ่มเติมเหนือจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วไปถูกมองว่าเป็นคอมพิวเตอร์พกพาที่สามารถเชื่อมต่อความสามารถหลักของโทรศัพท์มือถือเข้ากับโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์ ผู้ใช้สามารถติดตั้งโปรแกรมเสริมสำหรับเพิ่มความสามารถของโทรศัพท์ตัวเอง โดยรูปแบบนั้นขึ้นอยู่กับของโทรศัพท์และระบบปฏิบัติการ

1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย

1.6.1 ได้พัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

1.6.2 ได้นำเสนอระบบควบคุมโหลดไฟฟ้าบนมือถือและสามารถติดตามขีดจำกัดอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

1.6.3 ได้เครื่องต้นแบบระบบควบคุมไฟฟ้าและติดตามความสามารถอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะ

1.6.4 สร้างความสะดวกสบายและเพิ่มความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้าสำหรับผู้สูงอายุ

1.6.5 ได้องค์ความรู้ระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อต่อยอดพัฒนางานวิจัยต่อไป

บทที่ 2

วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นในการศึกษาพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ง่ายขึ้นจึงได้แบ่งส่วนการศึกษาในบทนี้ออกเป็นสองส่วน ใหญ่คือ การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย ส่วนที่สอง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย และส่วนสุดท้ายคือหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยนี้

2.1 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนานวัตกรรมด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยการดำเนินชีวิตหรือยกระดับคุณภาพชีวิตสู่กลุ่มผู้สูงอายุ โดยนวัตกรรมที่ใช้นั้นจะเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ในการสั่งการควบคุมระบบไฟฟ้าเช่น ระบบการสั่งการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบเฝ้ามองแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความสามารถในการรองรับกระแสโหลดของอุปกรณ์ป้องกัน เป็นต้น ซึ่งวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วย

ปรีชา รักษาพล (บทคัดย่อ, 2558) ได้ศึกษาเรื่อง ระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่าย [4] พบว่า ผู้ศึกษาได้พัฒนาระบบการตรวจวัดการใช้งานกระแสไฟฟ้า ผ่านระบบเครือข่าย เพื่อความปลอดภัยใน การใช้กระแสไฟฟ้าในปริมาณที่เหมาะสม อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบการใช้กระแสไฟฟ้า เพื่อนำข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้ามาจัดทำแผนนโยบายพลังงานด้านการใช้กระแสไฟฟ้า

ศิริรุ่ง แก้วไพฑูรย์ และ สมชาย เล็กเจริญ ได้ทำการศึกษาระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ผ่าน Android และ IOS [6] โดย 1) พัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศในห้องเรียนอัจฉริยะ ด้วย Internet of Things (IOT) ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต 2) พัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิด ไฟฟ้าในห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต และได้ศึกษาความพึงพอใจระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ผ่าน Android และ IOS ของ คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยรังสิตโดยผลการวิจัยพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.19 และ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมอยู่ที่ 0.31

เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และ หนึ่งฤทัย เอ่งถ้วน ซึ่งผู้เขียนได้พัฒนาระบบต้นแบบการควบคุมระบบ ส่องสว่างในครัวเรือนจากสมาร์ทโฟน [1] ระบบดังกล่าวประกอบด้วยสามส่วน ได้แก่ แอปพลิเคชัน Android, บริการ NETPIE และ หน่วยควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านสมาร์ทโฟนได้จากทุกที่ที่สามารถเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ต การควบคุมสามารถทำได้ทั้งระบบทัชสกรีนและการสั่งงานด้วยเสียง ผลงานวิจัยชิ้นนี้เป็น ต้นแบบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับบ้านอัจฉริยะและเพื่อตอบโจทย์ความต้องการในยุคไทยแลนด์ 4.0

ณัฐพงศ์ พลสมยม, กาญจนา คงสงคราม, และเกียรติภูมิ ภูพานันท์ ได้ทำการพัฒนาระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัว [2] โดยผลการวิจัยพบว่า 1) พัฒนาพัฒนาองค์ประกอบของระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชันแบบสมอง กลฝังตัว พบว่า องค์ประกอบของระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัวประกอบด้วย 3 ส่วน หลัก คือ ส่วนที่ 1 แอปพลิเคชันควบคุมการเปิด-ปิด ปลั๊กไฟ ประกอบด้วย 1) ส่วนแสดงสถานะการทำงานของ ปลั๊ก 2) ตั้งเวลา เปิดปลั๊กไฟ 3) ตั้งเวลา ปิดปลั๊กไฟ 4) ส่วนบันทึกข้อมูลการเปิด-ปิด ปลั๊กไฟ ส่วนที่ 2 องค์ประกอบ โครงสร้างสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย 1) อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย Relay Module ,บอร์ด Arduino 2) ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย Arduino IDE ส่วนที่ 3 เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ประกอบด้วย NETPIE CLOUD PLATFORM 2) ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุม ผ่านแอปพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัว พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัวพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องงานวิจัย

2.2.1 กำลังไฟฟ้า (Power)

ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง กำลังไฟฟ้าบนอุปกรณ์สามารถคำนวณได้จากผลคูณของแรงดันกับกระแสที่ไหลในอุปกรณ์นั้น แต่ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับจำเป็นต้องทราบค่าตัวประกอบกำลัง (Power factor) ของอุปกรณ์หรือของวงจรนั้นด้วยค่าตัวประกอบกำลังคือค่า Cosine ของมุมระหว่างกระแสกับแรงดันบนอุปกรณ์หรือวงจรนั้นๆและต้องระบุด้วยว่าเป็นแบบ นำหน้า (leading) หรือแบบตามหลัง (Lagging) เพื่อทราบลักษณะของอุปกรณ์นั้นๆกำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับเป็น ปริมาณเชิงซ้อน (Complex power, S) แยกออกเป็น ส่วนที่เป็น

กำลังไฟฟ้าจริง (Real power, P) และส่วนที่เป็นกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive power, Q) ได้ดังสมการ

$$\text{Complex power (S)} = V.I^* = VI\angle\theta^0 (VA)$$

ดังนั้นทำให้เป็น Polar form จะได้

$$S = V.I \cos \theta + jV.I \sin \theta$$

กำหนดให้ $S = P + jQ$

ดังนั้น

กำลังไฟฟ้าจริง $P = \text{Real}[S] = V.I \cos \theta$

กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ $Q = \text{Im}[S] = V.I \sin \theta$

ซึ่งจากสมการกำลังไฟฟ้าจริงดังนั้นระบบติดตามหรือเฝ้ามองกำลังไฟฟ้าจะประกอบไปด้วยแรงดันไฟฟ้า (Voltage) กระแสไฟฟ้า (Current) ค่าตัวประกอบกำลัง (Power factor) และกำลังไฟฟ้า (Power) เพื่อให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของระบบไฟฟ้าได้หากมีการควบคุมหรือสั่งการเปิดหรือปิดโหลดไฟฟ้า และที่สำคัญความสามารถในการรองรับโหลดของอุปกรณ์ป้องกันโดยเฉพาะเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit breaker)

2.2.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ทำหน้าที่ป้องกันระบบไฟฟ้าจากกระแสลัดวงจรและกระแสเกิน (Overload) [7, 8] ซึ่งไม่ว่าจะเป็นการติดตั้งใหม่หรือเปลี่ยนซ่อมบำรุงก็ตาม เซอร์กิตเบรกเกอร์นั้นใช้ในระบบตั้งแต่ในตู้คอนโทรล (Control Panel) ตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต (Consumer Unit) สำหรับในบ้านพัก ตู้โหลดเซ็นเตอร์ (Load Center) ตู้สวิตช์บอร์ด (MDB), ตู้ควบคุมมอเตอร์ ซึ่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทุกประเภทจะใช้กับระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส 4 สาย เป็นระบบที่ใช้ในเมืองไทย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วคุณจะได้ 3 เฟสเพาเวอร์ ไปใช้ในอาคารพาณิชย์และโรงงานอุตสาหกรรม หรือ 1 เฟส (Single phase) ไปใช้ในที่พักอาศัย และสำหรับในอาคารที่พักอาศัยที่ใช้แบบ 1 เฟสจะใช้เบรกเกอร์ถูกย่อยแบบ MCB ควบคู่กับ ตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต แต่ในอาคารพาณิชย์กับโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ไฟฟ้าแรงดันต่ำแบบไม่เกิน 690V และส่วนมากในประเทศไทยจะใช้อยู่ที่ 400V พวกเซอร์กิตเบรกเกอร์

ในระบบนี้เป็นแบบ Molded Case Circuit Breaker (MCCB) หรือ Air Circuit breaker (ACB) ที่ใส่ในตู้สวิตช์บอร์ด MDB (Main Distribution Board)

2.2.2.1 ค่าพิกัดกระแส

ซึ่งค่าพิกัดเป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถ ปิดจำกัด ในการใช้งานของ เซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยค่าพิกัด [7, 8] ที่ควรทราบมีดังนี้

Interrupting Capacitive (IC): พิกัดการทนกระแสลัดวงจรสูงสุดโดยปลอดภัยของเบรกเกอร์นั้นๆ มักแสดงในหน่วย kA

Amp Trip (AT): ขนาดกระแสที่ใช้งาน เป็นตัวบอกให้รู้ว่าเบรกเกอร์ตัวนั้นสามารถทนต่อกระแสในภาวะปกติได้สูงสุดเท่าใด โดยพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ส่วนใหญ่ จะแสดงไว้ที่ Name Plate หรือด้ามคันโยก ถ้าหากเป็นชนิดปรับค่าไม่ได้จะปั๊มตัวนูนไว้ที่ด้ามคันโยกการกำหนดค่า AT ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐานของ NEC (มาตรฐานนานาชาติ) กำหนดพิกัดกระแสไว้ดังนี้

15 , 20 , 25 , 30 , 35 , 40 , 50 , 60 , 70 , 80 , 90 , 100 , 110 , 125 , 150 , 175 , 200 , 225 , 250 , 300 , 350 , 400 , 450 , 500 , 600 , 700 , 800 , 1,000 , 1,200 , 1,600 , 2,00 , 2,500 , 3,000 , 4,000 , 5,000 และ 6,000A

อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ป้องกันของผู้ผลิตอาจจะไม่ตรงตามที่ระบุไว้การกำหนดขนาดของ Amp Trip ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ NEC กำหนดไว้ว่า: “หากวงจรมีโหลดทั้งโหลดต่อเนื่องและโหลดไม่ต่อเนื่องขนาดของอุปกรณ์ป้องกันต้องมีค่าไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดไม่ต่อเนื่องรวมกับ 125% ของโหลดต่อเนื่อง ยกเว้นอุปกรณ์ป้องกัน ที่เป็นชนิด 100%” (โหลดต่อเนื่องคือโหลดที่ใช้ งานต่อเนื่องเป็นเวลาเท่ากับ หรือมากกว่า: 3 ชั่วโมง)

Amp Frame (AF): พิกัดกระแสโครง หมายถึงขนาดการทนกระแสของเปลือกหุ้มเป็นพิกัดการทนกระแสสูงสุดของเบรกเกอร์นั้นๆ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาด AF เดียวกันจะมีขนาดมิติ (กว้างXยาวXสูง) เท่ากัน สามารถเปลี่ยนพิกัด Amp Trip ได้โดยที่ขนาด (มิติ) ของเบรกเกอร์ยังคงเท่าเดิม

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะพิจารณาในส่วน of ค่า Amp Trip (AT) ในการนำมาคำนวณค่าความสามารถของอุปกรณ์ป้องกัน

2.2.3 ประเภทของเบรกเกอร์

เบรกเกอร์ [12] สามารถแบ่งตามขนาดเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.2.3.1 MCB: Miniature Circuit Breaker หรือ เบรกเกอร์ลูกย่อย มีค่ากระแสน้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 A ส่วนใหญ่ใช้ภายในบ้านพักอาศัย ติดตั้งภายในตู้ Consumer หรือ ตู้ Load Center ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างเบรกเกอร์ลูกย่อย (Miniature Circuit Breaker: MCB)^[12]

2.2.3.2 MCCB: Moulded Case Circuit Breaker หรือ โมลด์เคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ มีค่ากระแสน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1600 A ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ตัวอย่าง โมลด์เคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (MCCB: Moulded Case Circuit Breaker)^[12]

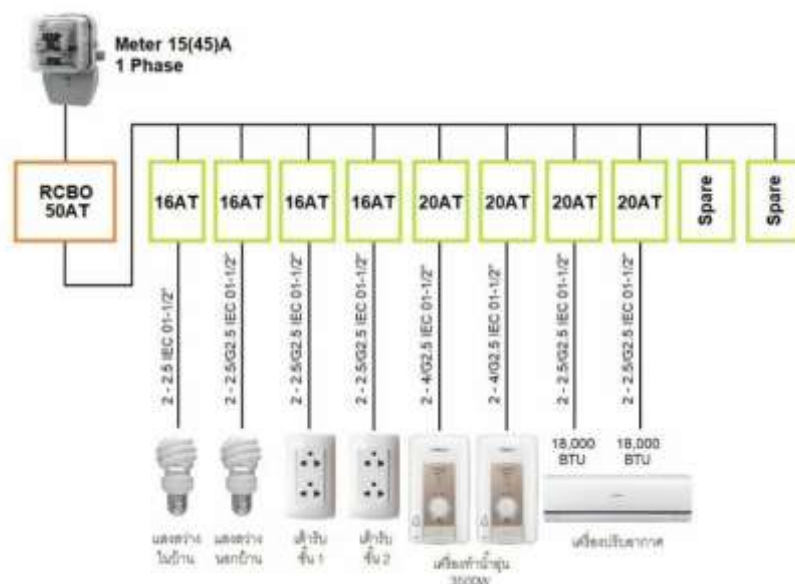
2.2.3.2 ACB: Air Circuit Breaker หรือ แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ มีค่ากระแสน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6300 A ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ตัวอย่าง แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Air Circuit Breaker: ACB) ^[12]

2.2.3 วงจรโหลดย่อยต่างๆในบ้าน

ประเภทของโหลดต่างๆภายในบ้านเรือน [5] โดยหลักๆ แล้วโหลดภายในบ้านจะมีอยู่ 4 ประเภทด้วยกัน ประกอบด้วย โหลดแสงสว่าง เตารีด เครื่องทำน้ำอุ่น และเครื่องปรับอากาศ โดยวงจรไฟฟ้าย่อยสำหรับโหลดในบ้านนั้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 วงจรย่อยตัวอย่างสำหรับบ้านเรือน ^[5]

จากรูปที่ 2.4 ได้แสดงตัวอย่างวงจรย่อยสำหรับโหลดไฟฟ้าๆ ในบ้านเรือนซึ่งในวงจรนั้นจะมีอุปกรณ์ป้องกันหลักสำหรับวงจรโดยจะใช้เป็น MCB หรือ RCBO ก็ได้ และในแต่ละโหลดย่อยนั้นจะมีอุปกรณ์ป้องกันย่อย CB ในการป้องกันซึ่งในการออกแบบระบบควบคุมระบบ

ควบคุมโหนดนั้นจะออกแบบควบคุมโหนดภายใต้การป้องกันด้านกระแสน้ำของ MCB และ CB เหล่านี้

2.2.4 แอปพลิเคชันบลิงค์ (Application Blynk)

โปรแกรมสำหรับการเขียนโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับงาน IOT การเขียนโปรแกรมที่มีการรองรับและสะดวกเร็วและไม่ต้องมีการเขียนบน Application ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างหน้าจอ Application Blynk

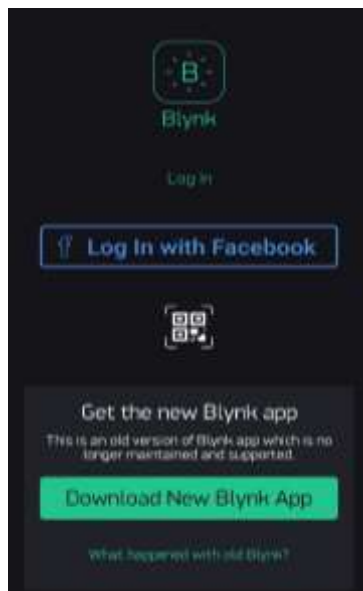
2.2.4.1 การใช้งาน Application Blynk

1) ติดตั้ง Application Blynk [9,10,11] สามารถดาวน์โหลดในระบบ Android และ App Store ในระบบ IOS ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างหน้าจอการติดตั้ง Application Blynk

2) เปิด Application Blynk เพื่อทำการ Login ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างหน้าจอการlogin

3) เมื่อ login เสร็จไปที่ New Project ตั้งชื่อ Project หลังจากนั้นเลือก Create ดังรูปที่ 2.8



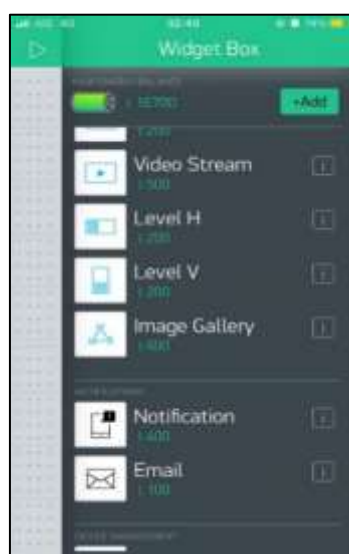
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างหน้าจอการตั้งชื่อProject

- 4) กด Create เรียบร้อย Blynk จะทำการส่ง Token ไปยัง E-mail ดังรูปที่ 2.9 โดย Token คือ ที่อยู่เชื่อมต่อระหว่าง Application กับ อุปกรณ์ที่ใช้



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างหน้าจอการส่ง Token ไปยัง E-mail ที่ login

- 5) การสร้างปุ่มที่ทดลอง Blynk เชื่อมต่อกับโปรแกรม Arduino ดังรูปที่ 2.10

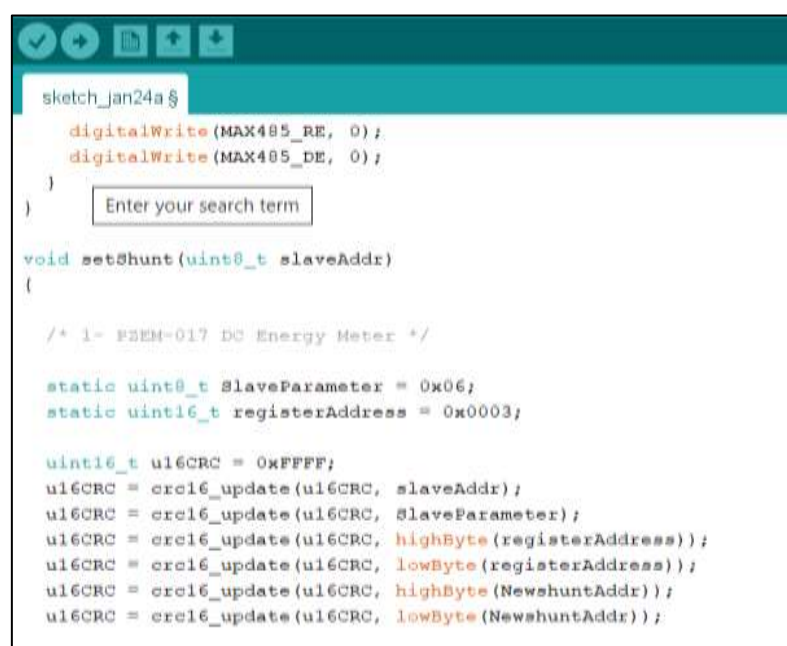


รูปที่ 2.10 เลือกฟังก์ชัน

2.2.4.2 เขียนโค้ดให้ทำการติดตั้ง Library Blynk สำหรับ Arduino IDE ก่อน ซึ่งจะใช้วิธีการดังโดยสามารถดาวน์โหลดได้ที่

<https://github.com/blynkkk/blynk-library/archive/master.zip>

และทำการเปิด Arduino IDE > Sketch > Include Libraries > Add .ZIP library และรูปแบบการเขียนโค้ดในการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.11



```
sketch_jan24a §
digitalWrite(MAX485_RE, 0);
digitalWrite(MAX485_DE, 0);
}
Enter your search term
void setShunt(uint8_t slaveAddr)
{
  /* 1- F2EM-017 DC Energy Meter */

  static uint8_t SlaveParameter = 0x06;
  static uint16_t registerAddress = 0x0003;

  uint16_t ul6CRC = 0xFFFF;
  ul6CRC = crc16_update(ul6CRC, slaveAddr);
  ul6CRC = crc16_update(ul6CRC, SlaveParameter);
  ul6CRC = crc16_update(ul6CRC, highByte(registerAddress));
  ul6CRC = crc16_update(ul6CRC, lowByte(registerAddress));
  ul6CRC = crc16_update(ul6CRC, highByte(NewshuntAddr));
  ul6CRC = crc16_update(ul6CRC, lowByte(NewshuntAddr));
}
```

รูปที่ 2.11 รูปแบบการเขียนโค้ด

2.2.5 เทคโนโลยี Internet of Things (IoT)

เดิมมาจาก Kevin Ashton บิดาแห่ง Internet of Things ในปี 1999 [3] ในขณะที่ทำงานวิจัยอยู่ที่มหาวิทยาลัย Massachusetts Institute of Technology หรือ MIT เขาได้ถูกเชิญให้ไปบรรยายเรื่องนี้ให้กับบริษัท Procter & Gamble (P&G) เขาได้นำเสนอโครงการที่ชื่อว่า Auto-ID Center ต่อยอดมาจากเทคโนโลยี RFID ที่ในขณะนั้นถือเป็นมาตรฐานโลกสำหรับการจับสัญญาณเซ็นเซอร์ต่างๆ (RFID Sensors) ว่าตัวเซ็นเซอร์เหล่านั้นสามารถทำให้มันพูดคุยเชื่อมต่อกันได้ผ่านระบบ Auto-ID ของเขา โดยการบรรยายให้กับ P&G ในครั้งนั้น Kevin ก็ได้ใช้คำว่า Internet of Things ในสไลด์การบรรยายของเขาเป็นครั้งแรก โดย Kevin นิยามเอาไว้ตอนนั้นว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใดๆ ก็ตามที่สามารถสื่อสารกันได้ก็ถือเป็น “internet-like” หรือพูดง่ายๆ ก็อุปกรณ์

อิเล็กทรอนิกส์ที่สื่อสารแบบเดียวกันกับระบบอินเทอร์เน็ตนั่นเอง โดยคำว่า “Things” ก็คือคำใช้แทนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เหล่านั้น

ต่อมาในยุคหลังปี 2000 มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกผลิตออกจำหน่ายเป็นจำนวนมากทั่วโลก จึงเริ่มมีการใช้คำว่า Smart ซึ่งในที่นี้คือ Smart Device, Smart Grid, Smart Home, Smart Network ต่างๆ เหล่านี้ ล้วนถูกฝัง RFID Sensors เสมือนกับการเติม ID และสมอง ทำให้มันสามารถเชื่อมต่อกับโลกอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งการเชื่อมต่อเหล่านั้นกลายมาเป็นแนวคิดที่ว่าอุปกรณ์เหล่านั้นก็ย่อมสามารถสื่อสารกันได้ด้วยเช่นกัน โดยอาศัยตัว Sensor ในการสื่อสารถึงกัน นั้นแปลว่านอกจาก Smart Device ต่างๆ จะเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้แล้ว ยังสามารถเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ตัวอื่นได้ด้วย

2.2.5.1 ความหมายของ Internet of Things (IoT)

เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) [3] หรือ “อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง” หมายถึง การที่สิ่งต่างๆ ถูกเชื่อมโยงทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการเกษตร เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่างๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยเทคโนโลยีนี้จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และความเสี่ยงไปพร้อมๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศหรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้

ดังนั้น การพัฒนาไปสู่ Internet of Things จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนามาตรการและเทคนิคในการรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย

2.2.5.2 องค์ประกอบของ Internet of Things

Internet of Things [3] โดยทั่วไปจะมีองค์ประกอบดังนี้

- 1) Sensor สำหรับเป็นหน่วยรับข้อมูล ซึ่งอาจจะติดตั้งเพิ่มเติมในผลิตภัณฑ์ที่เคยมีอยู่แล้ว หรือเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เพิ่งเกิดมาในโลกยุค Internet of Things เลยก็ได้
- 2) การเชื่อมต่อเครือข่าย เพื่อให้ Sensor สามารถส่งข้อมูลไปยังระบบประมวลผลได้ อาจจะเป็นเครือข่ายภายใน หรือใช้เครือข่ายสาธารณะก็ได้เช่นกัน
- 3) ระบบประมวลผล สำหรับรับข้อมูลจาก Sensor ชนิดเดียวกันหลายๆ ตัว หรือหลายๆ ชนิดหลายๆ ตัวก็ได้ เพื่อนำมาประมวลผล และส่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้กับ

ผู้ใช้งาน หรือส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ใดๆ ก็ตาม แน่นอนว่า Big Data Analytics และ Cloud ก็เป็นอีกเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทในส่วนนี้เป็นอย่างมาก

4) ระบบบริหารจัดการ สำหรับการเพิ่มอุปกรณ์ Sensor และระบบประมวลผลเข้ามาภายในระบบ Internet of Things และการติดตามการทำงาน การดูแลรักษา และการกำหนดค่าต่างๆ ของทุกๆ ส่วน ซึ่งบางครั้งระบบบริหารจัดการนี้ก็จะถูกรวมอยู่เข้ากับระบบประมวลผล

5) อุปกรณ์อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ที่ไม่ได้ทำหน้าที่เป็น Sensor แต่ทำการรับคำสั่งจากระบบประมวลผล เป็นต้น

ตัวแปรสำคัญสำหรับ Internet of Things (IoT) ที่ใช้ในการสื่อสารนั้นไม่เพียงแต่ Internet network เพียงเท่านั้น แต่ยังมีตัวแปรอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องอีก นั่นคือ Sensor node ต่างๆ จำนวนมากที่ทำให้เกิด wireless sensor network (WSN) ให้กับอุปกรณ์ต่างๆ สามารถเชื่อมต่อเข้ามาได้ ซึ่งตัว WSNs นี้เองสามารถตรวจจับปรากฏการณ์ต่างๆ (physical phenomena) ในเครือข่ายได้ด้วย ยกตัวอย่างเช่น แสง อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น เพื่อส่งค่าไปยังอุปกรณ์ในระบบให้ทำงานหรือสั่งงานอื่นๆ ต่อไป

Access Technology การพัฒนา Internet of Things นั้น นอกจากจะพัฒนาเทคโนโลยีในฝั่ง Hardware ได้แก่ processors, radios และ sensors ซึ่งจะถูกรวมเข้าด้วยกันเรียกว่า a single chip หรือ system on a chip (SoC) แล้วก็ยังพัฒนา WSN ไปพร้อมๆ กันด้วยและเมื่อพูดถึงการเชื่อมต่อปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการเชื่อมต่อสำหรับ Internet of Things หรือ Access technology มีอยู่ 3 ตัวได้แก่

-Bluetooth 4.0

-IEEE 802.15.4e

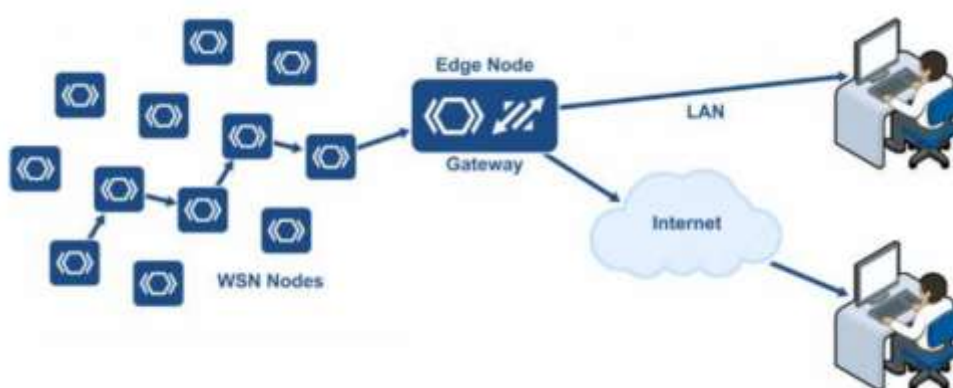
-WLAN IEEE 802.11™ (Wi-Fi) มาตรฐานการทำงานของระบบเครือข่าย

ไร้สาย

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สาย

	IEEE 802.15.4e	Bluetooth	WLAN IEEE 802.11
Frequency	868/915 MHz 2.4 GHz	2.4 GHz	2.4, 5.8 Ghz
Data rate	250 Kbps	723 Kbps	11 - 105 Mbps
Power	Very low	Low	High

Gateway Sensor Nodes เมื่อมีโครงข่าย Sensor nodes แล้วจำเป็นต้องมี Gateway Sensor Nodes เพื่อจะเชื่อมต่อไปยังโลกอินเทอร์เน็ตด้วย โดยตัว Gateway นี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อไปยังโครงข่าย Internet ให้อุปกรณ์ทั้งหมดในโครงข่าย Sensor nodes ทั้งหมดส่งข้อมูลเข้าสู่อินเทอร์เน็ตได้ และตัว Gateway ที่ว่านี้ก็จะอยู่ภายใต้ Local network ซึ่งจะมีการกำหนดกันต่อไปว่า Gateway ภายใต้อุปกรณ์ Local network ที่ว่านั้นจะให้เชื่อมต่อไปยัง Internet ได้ด้วยหรือไม่ ถ้าไม่ได้ อุปกรณ์ที่เชื่อมเข้ามาใน Gateway ก็อาจจะสื่อสารกันได้เฉพาะภายใน Local network เองได้เท่านั้น สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 WSN Nodes^[3]

ปัจจุบันมีการแบ่งกลุ่ม Internet of Things ออกตามตลาดการใช้งานเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1) Industrial IoT คือแบ่งจาก local network ที่มีหลายเทคโนโลยีที่แตกต่างกันในโครงข่าย Sensor nodes โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะเชื่อมต่อแบบ IP network เพื่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ต

2) Commercial IoT คือแบ่งจาก local communication ที่เป็น Bluetooth หรือ Ethernet (wired or wireless) โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะสื่อสารภายในกลุ่ม Sensor nodes เดียวกันเท่านั้นหรือเป็นแบบ local devices เพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้เชื่อมสู่อินเทอร์เน็ต

โดย IPv6 คือส่วนสำคัญของ Internet of Things ตัวอุปกรณ์ IoT devices ต่างๆ นั้นจำเป็นต้องมีหมายเลขระบุเพื่อให้ใช้ในการสื่อสารเปรียบเสมือนที่อยู่บ้านของเรา และ

การที่จะทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก (รวมถึงอนาคตที่จะผลิตกันออกมา) จำเป็นจะต้องใช้ IP Address version 6 หรือ IPv6 มากำกับเพื่อให้ได้หมายเลขที่ไม่ซ้ำกันและต้องใช้ได้ทั้ง

- IoT network ที่เป็น LAN, PAN, และ BAN: Body Area Network หรือการสื่อสารของตัว Sensor กับร่างกายมนุษย์
- Internet network (protocols) ที่เป็น IP, UDP, TCP, SSL, HTTP, HTTPS, และอื่นๆ

โดยอนาคตและอิทธิพลของ IoT ต่อเศรษฐกิจดิจิทัล การพัฒนาอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวติง (Cloud Computing) บิ๊กดาต้าและการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่รวดเร็ว ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมทาง ICT ซึ่งทำให้ IoT กลายเป็นแรงผลักดันหลักในการพัฒนาเศรษฐกิจ

- ต้นทุนของเซ็นเซอร์ IoT ลดลงทุกๆ ปี
- ต้นทุนการประมวลผลคอมพิวเตอร์ลดลงไปถึง 70 เท่าจากอดีต

รายงานล่าสุดจาก GSMA Intelligence ระบุว่า ตลาด IoT จะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นถึง 1.1 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี 2568 ขณะที่มูลค่าตลาดจะแตกต่างกันไปตามการเชื่อมต่อ แพลตฟอร์ม การใช้งานและบริการ เมื่อถึงตอนนั้น จะมีการเชื่อมต่อ IoT เพิ่มขึ้นเป็น 2.5 หมื่นล้าน (ทั้งที่เป็นเครือข่ายมือถือและไม่ใช่เครือข่ายมือถือ) โดยแรงสนับสนุนหลักจะมาจากการเติบโตของตลาด IoT ในอุตสาหกรรม

2.2.5.3 การประยุกต์ใช้ IoT

1) Smart home

Smart home หรือบ้านอัจฉริยะ [3] เป็นการรวมโครงข่ายการสื่อสาร (Communication Network) ของที่อยู่อาศัยรวมเข้าด้วยกันเพื่อเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า การบริการ การตรวจตราดูแล รวมทั้งสามารถเข้าถึงการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้ ซึ่งการควบคุมอาจควบคุมได้ทั้งจากภายในที่บ้านเองหรือควบคุมจากภายนอกก็ได้ โครงสร้างของ Smart home จะต้องประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนแรกต้องมีอุปกรณ์ Smart Device ใช้สำหรับเชื่อมโยงเข้ากับส่วนที่สอง คือ เครือข่าย (Smart home network) และส่วนที่สาม คือ ส่วนควบคุมหลักที่เปรียบเสมือนสมองของบ้าน ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมให้บ้านทำงานตามแบบที่เราต้องการได้ เรียกว่า Intelligent control system เมื่อบ้านดังกล่าวมีองค์ประกอบครบทั้ง 3 ส่วนแล้ว จึงจะถือได้ว่าเป็น Smart home ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 Smart Home^[3]

2) Wearables

อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถติดตั้งใช้งานบนส่วนต่างๆ ของร่างกาย เพื่อความสะดวกในการใช้งานเพราะสามารถนำติดตัวไปได้ทุกที่ Wearable Computer สามารถทำงานได้ทั้งในแบบ Stand alone [3] หรือทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่นอย่าง Smartphone ผ่านทางแอปพลิเคชัน อาทิ เช่น เซอร์วัตรระยะทางของการวิ่ง วัดอัตราการเต้นของหัวใจ วัดอุณหภูมิรอบๆ การบอกพิกัดตำแหน่งบนโลก อุปกรณ์ที่วัดการตรวจจับพฤติกรรมของผู้สวมใส่แล้วแปลงค่าออกมา เช่น พฤติกรรมการนอนหลับ พฤติกรรมการออกกำลังกาย รวมถึงการเก็บข้อมูลของผู้ใช้เพื่อแปลงผลไปใช้ในการทำข้อมูลสถิติ และการเข้าใจในพฤติกรรมด้านต่างๆ เป็นต้น ส่วนการทำงานเพื่อใช้ในการควบคุมและทำงานร่วมกับอุปกรณ์อย่าง Smartphone เช่น การสั่งให้เล่นเพลงจาก Smartphone การแสดงสถานะของการโทรเข้าโทรออก การแจ้งเตือนเมื่อมีข้อความ อีเมล Facebook เข้ามา

3) Smart city

Smart city หรือเมืองอัจฉริยะ [3] หมายถึง เมืองที่มีการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้เพื่อให้คุณภาพชีวิตของพลเมืองนั้นดีขึ้น ส่งผลให้การใช้ชีวิตนั้นสะดวกสบาย พลเมืองสามารถเข้าถึงการบริการของเมืองนั้นได้อย่างรวดเร็ว รวมไปถึงระบบรักษาความปลอดภัยที่เพิ่มมากขึ้นด้วย โดยตัวอย่างการใช้ IoT ใน Smart City

- เพิ่มการรักษาความปลอดภัย โดย IoT จะเชื่อมโยงกับอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยต่างๆ เช่น กล้องวงจรปิด เซ็นเซอร์ตรวจสอบควัน เชื่อมโยงกับการประสานงานระหว่างหน่วยรักษาความปลอดภัยในบริเวณต่างๆ แบบ Real time เมื่อมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น

- แจ้งเตือนระดับมลพิษในเมือง เช่น มลพิษอากาศ ตรวจจับ PM 2.5 หรือ มลพิษทางน้ำ บอกคุณภาพน้ำประปาได้

- อำนวยความสะดวกให้กับประชาชน เช่น ใช้ IoT บอกสถานะของที่จอดรถภายในเมือง, ติดตั้ง Wi-Fi ฟรีสำหรับทุกคน, ส่งข่าวสารภายในเมืองแก่ประชาชน เป็นต้น

4) Smart grids

Smart Grid [3] หรือ โครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ เป็นโครงข่ายไฟฟ้าที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และสื่อสารมาบริหารจัดการ ควบคุมการผลิต ส่ง และจ่ายพลังงานไฟฟ้า สามารถรองรับการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทางเลือกที่กระจายอยู่ทั่วไป (Distributed Energy Resource: DER) และระบบบริหารการใช้สินทรัพย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมทั้งให้บริการกับผู้เชื่อมต่อกับโครงข่ายผ่านมิเตอร์อัจฉริยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความมั่นคงปลอดภัย เชื่อถือได้ มีคุณภาพไฟฟ้าได้มาตรฐานสากล

Smart Grid เกิดจากการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า ระบบสารสนเทศ ระบบสื่อสาร เข้าไว้ด้วยกันเป็นโครงข่าย ซึ่งโครงข่ายดังกล่าวจะสนับสนุนการทำงานซึ่งกันและกันอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่

- อิเล็กทรอนิกส์และระบบฝังตัว (Electronics and Embedded Systems)
- ระบบควบคุมอัตโนมัติ (System Control and Automation)
- สารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication)

5) Industrial internet

Industrial internet เป็น IoT สำหรับภาคอุตสาหกรรมและโรงงานการผลิต โดยที่ Industrial Internet of Things (IIoT) มีส่วนช่วยในการผลิต ตั้งแต่การลดต้นทุนในการผลิต การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การช่วยด้านการบำรุงรักษา ตลอดจนการเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน

2.2.6 อุปกรณ์ประมวลผล ESP8266

ESP8266 เป็นชื่อเรียกของชิพของโมดูล ESP8266 [13] สำหรับติดต่อสื่อสารบนมาตรฐาน WiFi ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.0-3.6V ทำงานใช้กระแสโดยเฉลี่ย 80mA รองรับคำสั่ง deep sleep ในการประหยัดพลังงาน ใช้กระแสต่ำกว่า 10 ไมโครแอมป์ สามารถ wake up กลับมาส่งข้อมูลใช้เวลาต่ำกว่า 2 มิลลิวินาที ภายในมี Low power MCU 32bit ทำให้เราเขียนโปรแกรมได้ง่าย มีวงจร analog digital converter ทำให้สามารถอ่านค่าจาก analog ได้ความละเอียด 10bit ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส รายละเอียดเพิ่มเติมจากผู้ผลิตอ้างอิงตามลิงค์

นี้ ESP8266 Datasheet เมื่อนำชิพ ESP8266 มาผลิตเป็นโมดูลหลายรุ่น ก็จะขึ้นต้นด้วย ESP866 แล้วตามด้วยรุ่น เช่น ESP-01, ESP-03, ESP-07 และ ESP-12E

ESP8266 ติดต่อกับ WI-FI แบบ Serial สามารถเขียนโปรแกรมลงไปในชิพ โดยใช้ Arduino IDE ได้ ทำให้การเขียนโปรแกรมและใช้งานเป็นเรื่องง่าย คล้ายกับการใช้ Arduino แน่นอนว่าสามารถติดต่ออุปกรณ์อื่น ๆ เช่นเซอร์ ต่าง ๆ แบบสไคล์ Arduino ถ้ามีพื้นฐาน Arduino อยู่แล้ว ก็เข้าใจและใช้งานได้รวดเร็ว

โมดูล ESP8266 มีหลายรุ่น และมีรุ่นใหม่พัฒนาออกมาเรื่อย ๆ โดยโครงสร้างและขาที่ใช้งานก็จะมีลักษณะคล้ายกันคือ

- GPIO0 เป็นขาสำหรับเลือกโหมด โดยเมื่อต่อกับ GND จะเข้าโหมดโปรแกรม เมื่อต้องการให้ทำงานปกติก็ไม่ต้องต่อ

- GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เพื่อให้โมดูลทำงาน

- CH_PD หรือ EN เป็นขาที่ต้องต่อไฟ VCC เพื่อ pull up สัญญาณ ให้โมดูลทำงาน โมดูลบางรุ่นไม่มีขา Reset มาให้ เมื่อต้องการรีเซต ให้ต่อขา CH_PD กับ GND Reset ต่อกับไฟ VCC เพื่อ pull up สัญญาณ โดยเมื่อต้องการรีเซต ให้ต่อกับไฟ GND

- VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไฟเลี้ยง ใช้ไฟเลี้ยง 3.0-3.6V

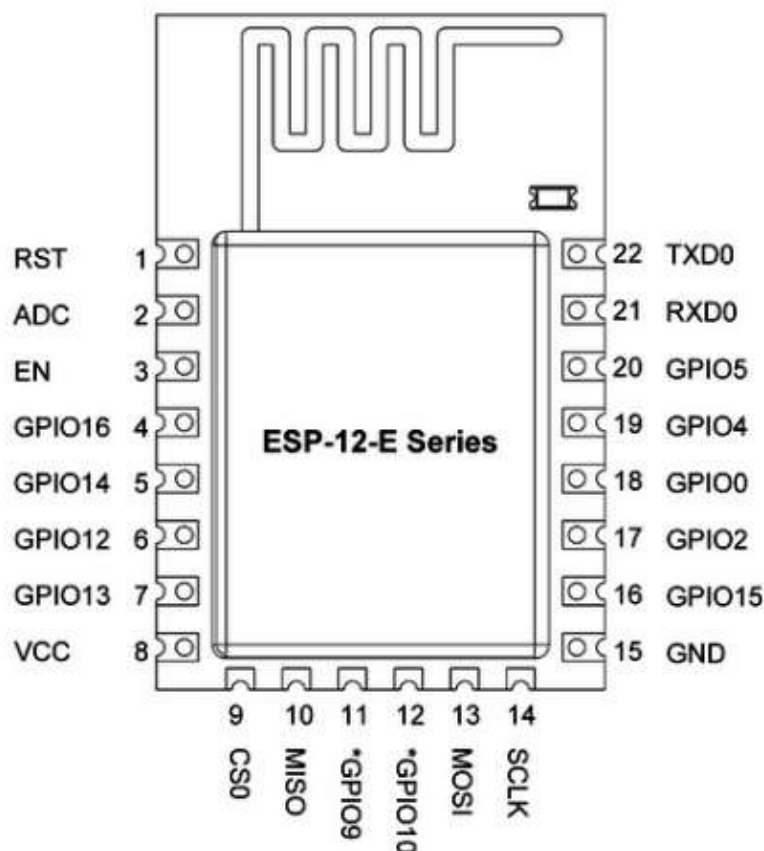
- GND ต่อกับไฟ 0V

- GPIO เป็นขาคิจิตอล INPUT/OUTPUT ทำงานที่ไฟ 3.3V

- ADC เป็นขา Analog INPUT รับแรงดันสูงสุด 1V ความละเอียด 10bit หรือ 1024 ค่าเวลาโปรแกรมเพียงมองหาขาเหล่านี้ แล้วต่อให้ครบ ก็สามารถโปรแกรม ESP8266 ได้ทุกรุ่น ดังแสดงในรูปที่ 2.14 และตำแหน่งขาต่างของ ESP8266 นั้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.14 Node MCU /ESP8266^[13]



รูปที่ 2.15 ตำแหน่งขาของ Node MCU /ESP8266^[13]

ESP8266 ESP-12E มีการจัดขาและต่อใช้งานแบบเดียวกับรุ่น ESP-07 โดยเปลี่ยนเสาอากาศมาเป็นแบบเดินวงจรภายใน PCB และเพิ่มขาอีก 6 ขา คือ SCLK MOSI MISO สำหรับติดต่อกับเซนเซอร์อื่น ๆ โปรโตคอล SPI ซึ่งรุ่นนี้ก็ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก จนเกิดการต่อยอดเป็นบอร์ด ESP8266-12 รุ่นต่าง ๆ

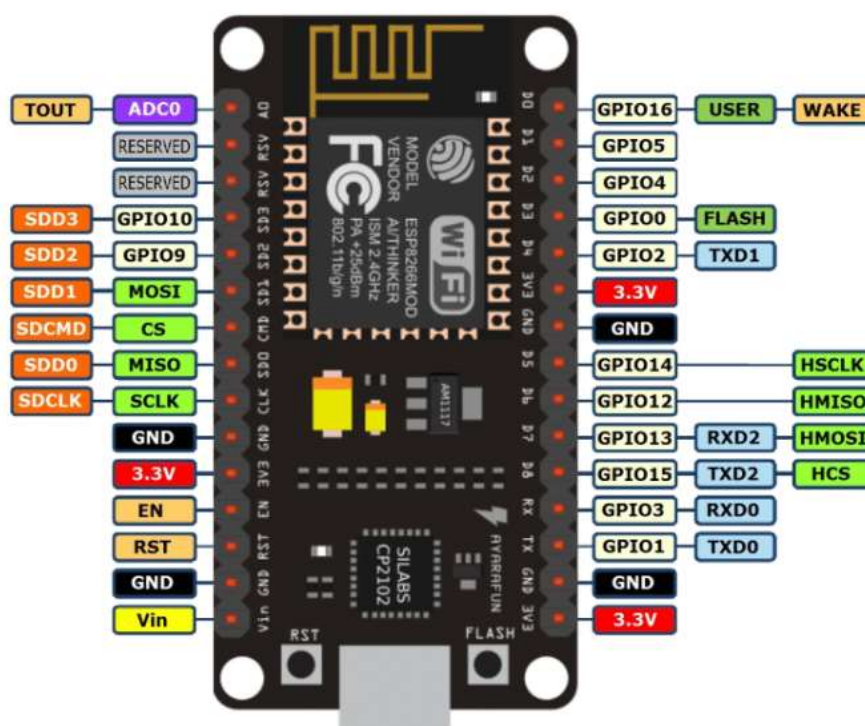
สำหรับการต่อวงจรของ ESP8266 เพื่อเขียนโปรแกรมด้วย Arduino เขียนโค้ดเหมือนกันทุกรุ่น โดยแต่ละรุ่นจะมีขาไม่เท่ากัน ดังนั้นเราจึงต้องเปรียบเทียบขา GPIO ให้ถูกต้องในการสั่งงานก็ใช้ได้แล้ว การเขียนโปรแกรมอัปโหลดโค้ดลงบอร์ด ESP8266 เกือบทุกรุ่น จะผ่านทาง Serial ที่ขา rx,tx โดยใช้โมดูล USB TTL ซึ่งต้องเสียเวลาในการต่อวงจรเพื่ออัปโหลดโค้ด อีกทั้งโมดูล ESP8266 หลาย ๆ รุ่นมีการต่อขาที่เป็นแบบเซอร์เฟสเมสส์ ทำให้ไม่สะดวกกับการต่อทดลองบนบอร์ดทดลอง ดังนั้นจึงมีการรวม โมดูล USB TTL และต่อวงจรขยายขา ESP8266 ให้เป็นขาระยะห่างขนาด 2.54mm ซึ่งสามารถเสียบลงบอร์ดทดลองได้พอดี กลายเป็น บอร์ด ESP8266 โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ NodeMCU ซึ่งใช้ โมดูล ESP8266 ESP-12E V3 ดังแสดงในรูปที่ 2.16



ESP8266

รูปที่ 2.16 Node MCU /ESP8266-12E V3^[13]

บอร์ด ESP8266 NodeMCU V3 เป็นบอร์ดที่คล้ายกับ NodeMCU V2 ที่ต่างกันคือ NodeMCU V3 จะมีขนาดกว้างกว่า และใช้ชิพ USB TTL เป็น CH340 ซึ่งการต่อขาใช้งานและโค้ดโปรแกรมเหมือนกันทุกประการ โดยตำแหน่งขาต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 Node MCU /ESP8266^[13]

2.2.6 อุปกรณ์ตรวจจับแรงดันและกระแสไฟฟ้า PZEM-004T

PZEM-004T AC Digital Power Energy Meter Module V3.0 10A [17, 18] โมดูลวัดการใช้พลังงานใช้วัดแรงดันไฟฟ้าของไฟฟ้าบ้าน วัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ วัดค่ากำลังไฟฟ้า และวัดค่ากำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมง (Wh) ซึ่งสามารถนำค่าเหล่านี้ไปใช้คำนวณค่าไฟฟ้าได้ หรือวัดการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชิ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำมาใช้วัดแรงดันไฟฟ้าของไฟฟ้าบ้าน วัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ วัดค่ากำลังไฟฟ้า โดยมีข้อจำกัดดังนี้

-วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ 80 - 260VAC และวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ 0 - 100A ทำงานได้ที่ความถี่ 45 - 65Hz

-แยกไฟสูงออกจากไฟต่ำด้วยออปโต ทำให้เมื่อใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วไม่เสี่ยงโดนไฟดูด

-วัดค่ากระแสไฟฟ้าด้วย CT Current Transformer

-สื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย UART (หรือ Serial)

โดยสามารถแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 PZEM-004T^[17, 18]

2.2.6 แอปพลิเคชันไลน์ (Line application)

ไลน์ [14] หมายถึง แอปพลิเคชันสำหรับการสนทนาบนอุปกรณ์การสื่อสารรูปแบบต่างๆ เช่น สมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ และแท็บเล็ต (Tablet) ผู้ใช้สามารถสื่อสารด้วยการพิมพ์

ข้อความจากอุปกรณ์การสื่อสารเครื่องหนึ่งไปสู่อีกเครื่องหนึ่ง ไลน์ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถหลากหลายเพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้หลายๆ ด้าน จุดเด่นที่ทำให้ไลน์แตกต่างกับ แอปพลิเคชันสำหรับการสนทนาแบบอื่นๆ คือ รูปแบบของ “สติ๊กเกอร์” (Sticker) ที่แสดงอารมณ์และความรู้สึกของผู้ใช้ ที่หลากหลาย เช่น สติ๊กเกอร์แสดงความรู้สึกขั้นพื้นฐาน สติ๊กเกอร์ตามเทศกาลและวันสำคัญ สติ๊กเกอร์ของตราสินค้าต่างๆ และสติ๊กเกอร์การ์ตูนที่มีชื่อเสียง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ไลน์ยังคงเป็นแอปพลิเคชันใหม่ในอุตสาหกรรมสมาร์ตโฟนที่เพิ่งเปิดให้บริการตั้งแต่ปี 2554 เป็นต้นมา ถึงแม้ว่าจะมีจำนวนสมาชิกสูงและเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่มีอาจเป็นตัวชี้วัดที่แน่นอนเสมอไปว่าความนิยม ของสมาชิกจะไม่ลดลง ทั้งนี้เพราะไลน์มีทั้งข้อดีและข้อจำกัด เหมือนแอปพลิเคชันทั่วไปที่ต้องการการพัฒนาให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้ ซึ่งบทความฉบับนี้ได้อธิบายถึงจุด กำเนิดของไลน์ การเชื่อมต่อของไลน์กับสมาชิกอื่น และ ลักษณะของไลน์ รวมถึงบทวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อให้สมาชิกไลน์สามารถใช้ประโยชน์จาก แอปพลิเคชันได้อย่างเหมาะสม และหลีกเลี่ยงข้อจำกัด โดยแอปพลิเคชันไลน์นั้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ไอคอนของไลน์แอปพลิเคชัน^[14]

2.2.6.1 กำเนิดไลน์

กำเนิดไลน์ [14] ไลน์ได้รับการพัฒนาขึ้นครั้งแรกเมื่อปี 2554 ณ ประเทศญี่ปุ่น โดยบริษัท NHN Japan ซึ่งเป็นบริษัทที่ให้ บริการอินเทอร์เน็ต เกม และระบบการสืบค้นข้อมูล (Search Engine) ได้ร่วมมือกับบริษัท Naver Japan Corporation และบริษัท livedoor ร่วมกันพัฒนาขึ้นโดยปรับปรุงรูปแบบ การใช้งานที่หลากหลายเพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้อย่างต่อเนื่อง คำว่า ไลน์ เกิดขึ้นหลังจากที่ประเทศญี่ปุ่นเกิดแผ่นดิน ไหวครั้งใหญ่ในประเทศ เมื่อปี 2554 มีชื่อว่า Tohoku Earthquake เหตุการณ์ดังกล่าวนี้ทำให้ระบบการติดต่อ สื่อสารของประเทศญี่ปุ่นเป็นอัมพาต ขาดการติดต่อสื่อสารภาคพื้นดิน ประชาชนในประเทศต้องใช้บริการโทรศัพท์สาธารณะที่ถูกติดตั้งโปรแกรมอัตโนมัติไว้ให้สามารถใช้ได้ เมื่อเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติที่ไม่คาดฝัน

ประชาชนจำนวนมาก ต้องเข้าแถวเพื่อรอรับบริการ จึงเป็นที่มาของคำว่า ไลน์ ซึ่งแปลว่าการเข้าแถว จำนวนผู้ใช้สูงสุดกับการดาวน์โหลดไลน์ 200 ล้านครั้ง ทั่วโลก จำนวนสมาชิกในการเชื่อมต่อของไลน์เพิ่มขึ้นสูงอย่างต่อเนื่อง หากนับตั้งแต่ปีที่ก่อตั้ง คือ ปี 2554 ไลน์มีสมาชิกไม่ ถึง 1 ล้านคน แต่ในปี 2556 ไลน์มีสมาชิกสูงถึง 230 ล้านคน โดยประเทศญี่ปุ่นมีผู้ใช้ จำนวน 47 ล้านคน รองลงมา คือ ประเทศไทย จำนวน 18 ล้านคน ประเทศไต้หวัน จำนวน 17 ล้านคน และประเทศอื่นๆ อีกจำนวน 29 ล้านคน ในระยะเวลาเพียง 24 เดือน หลังจากการเปิดให้บริการ (“LINE ฉลองยอด...”, 2556)

2.2.6.2 ข้อดีข้อเสียของการเล่น Line

ในโลกของการสื่อสารด้วยสมาร์ทโฟนในระบบต่างๆ ความจำเป็นของการสร้างความสะดวกสบายจึงเป็นเรื่องที่สำคัญและต้องมึพร้อมๆ กับการเกิดขึ้นของสมาร์ทโฟน [14] ดังนั้นเราจะได้เห็นสิ่งที่รองรับการใช้งานอย่างแอปพลิเคชันต่างๆมากมาย และ Application line ก็กลายเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโลกยุคนี้

Line เป็นโปรแกรมการแชทยอดนิยมอันดับหนึ่งสำหรับยุคนี้ ซึ่งแน่นอนว่าต้องมีทั้งจุดเด่น จุดด้อย ข้อดี ข้อเสีย ซึ่งวันนี้เราจะมาพูดถึงข้อดีข้อเสียของการเล่น line กัน โดยจะเริ่มจาก ข้อดีคือ สามารถติดต่อสื่อสารได้หลายรูปแบบ ทั้งการแชท การส่งเสียง และ การสนทนาแบบโทรศัพท์ ซึ่งถือว่าเป็นจุดเด่นที่สามารถทำให้หลากหลาย และที่สำคัญไม่ต้องเสียเงินเพิ่มเพราะใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ตโดยตรง มีหน้า Time line คล้ายเฟสบุ๊ค ให้อัพเดทเรื่องราวต่างๆ ได้ตลอดเวลา ทั้งการใส่รูปภาพ ใส่ลิงค์ ใส่คลิป ซึ่งข้อดีจากสองอย่างนี้สามารถทำให้กลายเป็นช่องทางในการทำ การตลาด การค้า การโปรโมทต่างๆ ได้ง่ายขึ้น อย่างที่เรามักเห็นร้านค้าในไลน์มากมาย รวมถึง official ต่างๆมากมายทั้งศิลปินดารารายการโทรทัศน์ ร้านค้าต่างๆ มากมายต่างใช้เป็นช่องทางการในการโปรโมท

ข้อเสียของการเล่น line แน่นอนว่าหลายคนเสียดิการแชท ซึ่งส่งผลต่อ ด้านต่างๆ เช่นการทำงาน การเรียน บางคนไว้ใช้สำหรับหาแฟน หากก็ ซึ่งแน่นอนว่าส่งผลต่อเรื่อง ครอบครัวแน่นอน ซึ่งมักมีข่าวหลุดออกมาบ่อยๆตามหน้าหนังสือพิมพ์ ถึงข่าวผู้สาวจากไลน์ไม่เว้น แม้กระทั่งดาราหนังเรื่องดังๆ ต่างมีข่าวและภาพหลุดจากไลน์ออกมาบ่อยๆ ซึ่งผลจากการเสียดิการแชทคือ การไม่สนใจสิ่งอื่นๆ รอบตัวทำให้การสื่อสารกับคนรอบข้างนั้นด้อยลง เพราะวันๆเอาแต่พิมพ์แชทใน Line ซึ่งแน่นอนว่าภาษาแชท ภาษาเขียน ภาษาพูดไม่เหมือนกันรับรองว่าความสามารถด้านภาษาไทยด้อยอย่างเห็นได้ชัดด้วย หากคุณสังเกตสักนิดคุณจะทราบได้เลยว่าคนที่เล่นแชทไลน์จนติดนั้นพฤติกรรมต่างๆจะเปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง และ กลายเป็นคนติดโซเชียล ขาดความรับผิดชอบกับสิ่งรอบๆตัวแม้แต่การควบคุมตนเอง เพราะจะต้องหยิบสมาร์ทโฟนมาจิ้มๆ

ใดๆ เชื่อมต่อตลอดเวลา นี่คือข้อเสียที่เห็นได้ชัดจากสังคมก้มหน้ายุคนี้ และ line ยังคงกลายเป็นช่องทางของมิชชันนารีอีกด้วย เพราะเพียงแค่อัพไลน์ มีเบอร์ มันก็สามารถแอดแอดมินได้หากเราไม่ตั้งค่าไว้และแน่นอนว่าเราสามารถตกเป็นเหยื่อมิชชันนารีไฮเทคได้หากไม่ระวังตัว

2.2.6.3 ประโยชน์ของไลน์

Application สำหรับการสื่อสารทุกวันนี้ มีให้เลือกใช้งานมากมาย ไลน์ (line) [14] เป็น application ที่ได้รับความนิยมอันดับต้นๆ ซึ่งต่อไปนี้เป็นประโยชน์ของ line ที่คุณควรทราบทั้งนี้ เพื่อจะได้ใช้งาน line ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเต็มความสามารถของมัน

1) ใช้สำหรับโทร ไม่ว่าจะเป็นการโทรด้วยเสียงหรือการโทรด้วยวิดีโอ ข้อดีของการโทรด้วย line ก็คือ ไม่เสียค่าโทรศัพท์ เพราะการโทรผ่านไลน์ ใช้แพ็คเกจอินเทอร์เน็ต ซึ่งช่วยให้ประหยัดเงินเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะคนที่อยู่ต่างประเทศ สามารถโทรหากัน โดยไม่เสียค่าโทรศัพท์ทางไกล

2) สื่อสารผ่านทางข้อความ สามารถสนทนาเป็นรายบุคคล หรือกลุ่มบุคคลก็ได้ นอกจากนี้ ยังสามารถ ส่งรูปภาพ หรือไฟล์คอมพิวเตอร์ประเภทอื่นได้อีกด้วย จุดเด่นของ line ในการสนทนา ผ่านทางข้อความ ได้แก่การส่งรูปภาพตัวการ์ตูนที่เรียกว่าสติ๊กเกอร์ซึ่งช่วยให้ลดปริมาณการพิมพ์ข้อความลงได้มากและถือเป็นลูกเล่นที่ทำให้ line ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก

3) การโพสต์ข้อความบนไทม์ไลน์ของ line มีลักษณะเช่นเดียวกันกับการโพสต์ข้อความบน Facebook ซึ่งเป็นการแสดงความรู้สึกหรืออยากแบ่งปันรูปภาพกิจกรรมต่างๆ เรื่องราวดีๆ ให้กับเพื่อนๆ แบบไม่เฉพาะเจาะจง

4) Line Keep ความสามารถใหม่ของ line ช่วยให้เราสามารถ เก็บไฟล์เอาไว้กับ line และสามารถแชร์ไปยัง application อื่นๆ ได้อีกด้วย นอกจากนี้ เรายังสามารถประยุกต์ใช้ Keep ในการส่งไฟล์จากคอมพิวเตอร์ ไปสู่สมาร์ทโฟน หรือส่งไฟล์จากสมาร์ทโฟนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งถือว่ามีความสะดวกเป็นอย่างมาก

5) นอกจากความสามารถของ application line เองแล้วยังมี application อื่นที่พัฒนาขึ้นมาและสามารถนำมาใช้ร่วมกับรายได้อีกมากมายเช่น line tv, line tool, line brush เป็นต้น

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้คือประโยชน์ของ line นั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อให้การใช้ไลน์ของคุณมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์อย่างสูงสุดซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำมาใช้ในการส่งข้อความแจ้งเตือนภาระโหลดของเซอร์กิตเบรกเกอร์หากได้รับการละเมิดสูงถึง 80% ของพิกัดแอมป์ทริป

2.3 หนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยนั้นได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการศึกษาเพื่อพัฒนางานวิจัยโดยประกอบไปด้วย

ปรีชา รักษาพล, “ระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้า ผ่านระบบเครือข่าย., สารนิพนธ์การศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครือข่าย คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2558

ศิริรุ่ง แก้วไพฑูรย์ และ สมชาย เล็กเจริญ, ระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วยInternet of Things (IOT) ผ่าน Androidและ IOS, การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13, 2563

เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และ หนึ่งฤทัย เอ่งฉ้วน, “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ในการควบคุม ระบบส่องสว่างสำหรับบ้านอัจฉริยะ” , Journal of information science and technology, vol.7 Jan-Jun 2017.

ณัฐพงศ์ พลสยม , กาญจนา คงสงคราม , และ เกียรติภูมิ ภูพานันท์, “การพัฒนาระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัว”, Journal of Project in Computer Science and Information Technology, Vol 5 No.2 July – December 2019.

Mahmoud Shaban and Mohammed F. Alsharekh, Design of a Smart Distribution Panelboard Using IoT Connectivity and Machine Learning Techniques, Energies, Vol.15, 3658, 2022.

Vilash Bacchad, Vaishali Doye, Yogesh Buddhhe, Saurabh Udupure, Kalpana Ther, Jyoti Pardhi and Prof. Ashvini Admane, Smart Meter Energy Meter with Load Control using IOT, International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science, Vol.4 pp. 4878-4882, 2022.

P. Tejaswi and P. Venkatapathi, IOT based Smart Home with Load Control, International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), Vol.8, pp.876-881, 2020.

OmarMunoz, Adolfo Ruelas, Pedro Rosales, Alexis Acuña, Alejandro Suastegui and Fernando Lara, Design and Development of an IoT Smart Meter with Load Control for Home Energy Management Systems, Sensors, Vol.22, 7536, 2022.

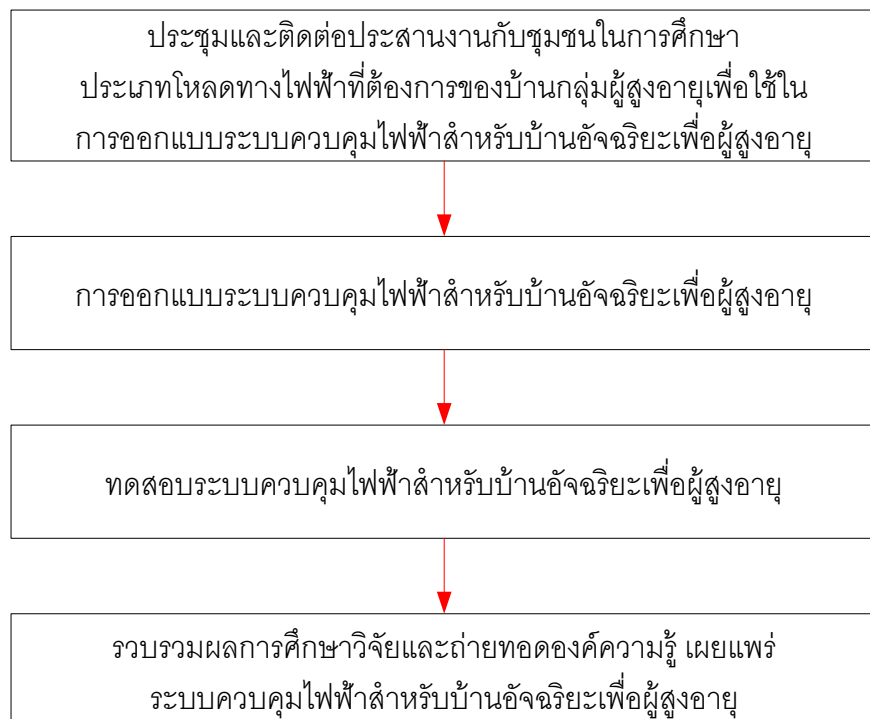
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมโหลดไฟฟ้าและติดตามความสามารถพร้อมมูลของอุปกรณ์ป้องกันหรือเบรกเกอร์ผ่านมือถือด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยในการศึกษาวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุได้กำหนดขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

1. ประชุมและติดต่อประสานงานกับชุมชน ในการศึกษาประเภทโหลดทางไฟฟ้าที่ต้องการของบ้านกลุ่มผู้สูงอายุเพื่อใช้ในการออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ
2. การออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ
3. ทดสอบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ
4. รวบรวมผลการศึกษาวิจัยและถ่ายทอดองค์ความรู้ (เผยแพร่/ตีพิมพ์) ระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

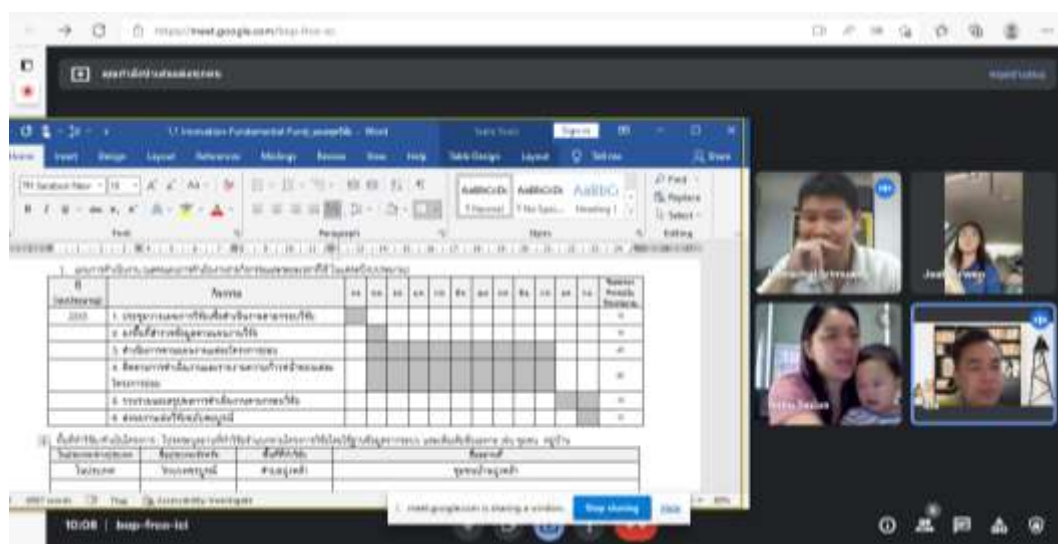
โดยสามารถแสดงได้ดังแผนผังรูปที่ 3.1 โดยสามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังการศึกษาวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมโหลดไฟฟ้า

3.1 ประชุมคณะวิจัยและติดต่อประสานงานกับชุมชน

ประชุมคณะวิจัยเพื่อวางแผนการทำงานและติดต่อประสานงานกับชุมชนในการดำเนินงานวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และ 3.3



รูปที่ 3.2 ประชุมคณะวิจัยในการทำงานวิจัย





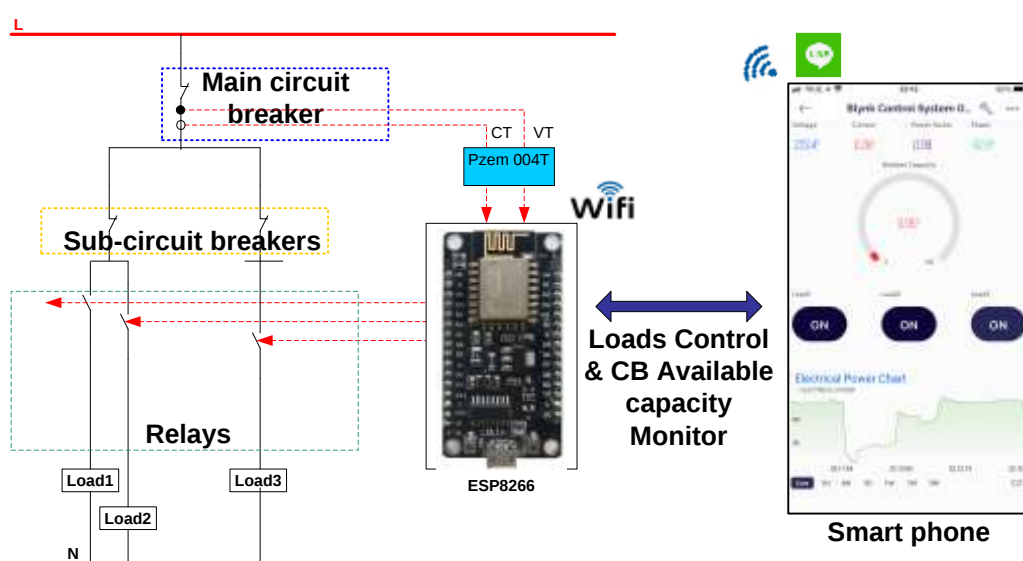
รูปที่ 3.3 การประชุมคณะวิจัยและผู้นำชุมชนในการทำงานวิจัย

3.2 การออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

ในส่วนการออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ การออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุในส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.2.1 การออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุในส่วนฮาร์ดแวร์

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ โดยภาพรวมของการทำของเครื่องต้นแบบของระบบควบคุมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 และชุดของระบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.5-3.6



รูปที่ 3.4 ภาพโดยรวมระบบควบคุมไฟฟ้าโดยรวมสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ



รูปที่ 3.5 ระบบควบคุมไฟฟ้าโดยรวมสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

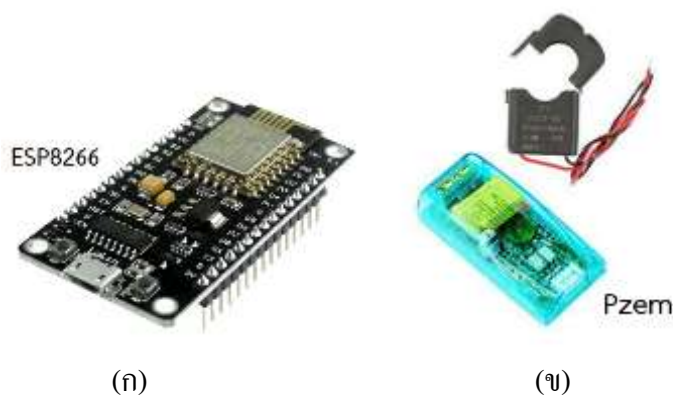


รูปที่ 3.6 โหลดในการทดสอบระบบควบคุมไฟฟ้าโดยรวมสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

จากรูปที่ 3.5 ได้แสดงต้นแบบระบบควบคุมโหลดไฟฟ้าระยะไกลและเฝ้ามองความสามารถพร้อมมูลของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบรีเลย์ไทม์ผ่านสมาร์ทโฟนโดยในการออกแบบได้ออกแบบการควบคุมสำหรับโหลดไฟฟ้า 1 เฟส ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับบ้านเรือน โดยได้ออกแบบให้สามารถควบคุมโหลดโดยใช้รีเลย์ ขนาด 10A 220AC เป็นชุดขับโหลด ซึ่งโหลดที่ทำการควบคุมอยู่ภายใต้เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อย 4 ชุด ซึ่งทั้ง 4 นี้จะส่งผ่านพลังงานไฟฟ้ามา

จากเซอร์กิตเบรกเกอร์หลัก (Main Circuit Breaker: MCB) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบชุดเฟิร์มแวร์ความสามารถพร้อมมูลของเซอร์กิตเบรกเกอร์หลัก ซึ่งหากความสามารถพร้อมมูลของเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักเหลือน้อยกว่า 20% ของค่าพิกัดจะมีการส่งข้อความเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (LINE Application) ซึ่งค่าพิกัดในงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงถึงค่า Amp Trip ของเบรกเกอร์ โดยในการศึกษาค่า Amp Trip ของเบรกเกอร์นั้นอยู่ที่ 30A โดย เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทราบความสามารถคงเหลือในการรับโหลดของ MCB แบบเรียลไทม์ซึ่งได้ประยุกต์ใช้งานแอปพลิเคชันบลิงในการส่งการและเฝ้าติดตามบนสมาร์ตโฟน การออกแบบและยังสามารถนำไปวางแผนการขยายโหลดไฟฟ้าเพิ่มเติมหรือวางแผนการเพิ่มขนาดเครื่องป้องกัน และภาพที่ 3.6 ได้แสดงโหลดในการทดสอบระบบควบคุมไฟฟ้าโดยรวมสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุซึ่งประกอบด้วยหลอดไฟฟ้าและพัดลม

และสำหรับในการออกแบบระบบควบคุมโหลดไฟฟ้าระยะไกลในงานวิจัยนั้นได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) โดยใช้อุปกรณ์ Node MCU /ESP8266 ซึ่งสามารถแสดงได้ดังใน รูปที่ 3.6 ก) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อพร้อมสามารถสั่งการทำงานผ่านไวไฟ (Wi-Fi) โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบโดยประยุกต์ใช้แอปพลิเคชันบลิง ในการออกแบบระบบควบคุมโหลดและเฝ้าผ่านมือถือซึ่งสามารถทำให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมโหลดไฟฟ้าและเฝ้าความสามารถพร้อมมูลของเซอร์กิตเบรกเกอร์ผ่านมือถือได้ตลอดเวลาแบบเรียลไทม์ทุกครั้งที่มีมือถือเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้ PZEM-004T AC Digital Power Energy Meter Module V3.0 ดังแสดงใน รูปที่ 3.6 ข) และสำหรับในส่วนของการตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของระบบ และค่ากระแสไฟฟ้าของที่ไหลผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์นั้น โดยวงจรการทำงานและการตรวจวัดนั้นในการออกแบบระบบควบคุมโหลดไฟฟ้าระยะไกลและเฝ้าความสามารถพร้อมมูลของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบเรียลไทม์ผ่านสมาร์ตโฟนสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ก) Node MCU/ESP8266 ข) PZEM-004T AC Digital Power Energy Meter^[13, 17, 18]

3.2.1 การออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุในส่วนซอฟต์แวร์

การออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุในส่วนซอฟต์แวร์ในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม Arduino 1.8.19 ในการเขียนโปรแกรมโดยตัวอย่างหน้าจอของโปรแกรมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.8 และ โปรแกรม Blynk application ในการออกแบบระบบแสดงผลและควบคุมโหลดไฟฟ้าผ่านจอมือถือ



รูปที่ 3.8 โปรแกรม Arduino 1.8.19

โดย code ของโปรแกรมที่ทำการพัฒนานั้นสามารถแสดงได้ดังนี้

```
//Code MCB capacity monitoring and Load control

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLQKNcjZ7p"

#define BLYNK_DEVICE_NAME "Control System"

#define BLYNK_FIRMWARE_VERSION "0.1.0"

#define BLYNK_PRINT Serial

#define APP_DEBUG

#define USE_NODE_MCU_BOARD

#include "BlynkEdgent.h"

#include <PZEM004Tv30.h>

#include <TridentTD_LineNotify.h>
```

```

#define LINE_TOKEN "x1GqwtNvFFnOJUzMZTf95O2Sj37GgSiLArKWeadj6lV"
#define Relay1 D0 //คือต่อรีเลย์ขา D0 กำหนดเป็นชื่อ Relay1
#define Relay2 D4 //คือต่อรีเลย์ขา D4 กำหนดเป็นชื่อ Relay2
#define Relay3 D5 //คือต่อรีเลย์ขา D5 กำหนดเป็นชื่อ Relay3
PZEM004Tv30 pzem(4, 5); //D2/Tx pzem ,D1/Rx pzem

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  LINE.setToken(LINE_TOKEN);
  BlynkEdgent.begin();
  pinMode(Relay1,OUTPUT);
  pinMode(Relay2,OUTPUT);
  pinMode(Relay3,OUTPUT);
}

void loop()
{
  BlynkEdgent.run();
  timer.run();
  float voltage = pzem.voltage();
  if( !isnan(voltage) ){
    Serial.print("Voltage: "); Serial.print(voltage); Serial.println("V");
    Blynk.virtualWrite(V10, voltage);
  } else
  {
    Serial.println("Error reading voltage");
  }

  float current = pzem.current();
  if( !isnan(current) ){
    Serial.print("Current: "); Serial.print(current); Serial.println("A");
    Blynk.virtualWrite(V11, current);
  }
}

```

```

Blynk.virtualWrite(V16, current*100/30);
}
if( current >= 0.3) {
LINE.notify("Load current higher 80% of Circuit Breaker");
} else {
Serial.println("Error reading current");
}
float power = pzem.power();
if( !isnan(power) ){
Serial.print("Power: "); Serial.print(power); Serial.println("W");
Blynk.virtualWrite(V12, power);
} else {
Serial.println("Error reading power");
}
float energy = pzem.energy();
if( !isnan(energy) ){
Serial.print("Energy: "); Serial.print(energy,3); Serial.println("kWh");
Blynk.virtualWrite(V13, energy,3);
} else {
Serial.println("Error reading energy");
}
float frequency = pzem.frequency();
if( !isnan(frequency) ){
Serial.print("Frequency: "); Serial.print(frequency, 1); Serial.println("Hz");
Blynk.virtualWrite(V14, frequency, 1);
} else {
Serial.println("Error reading frequency");
}
float pf = pzem.pf();
if( !isnan(pf) ){

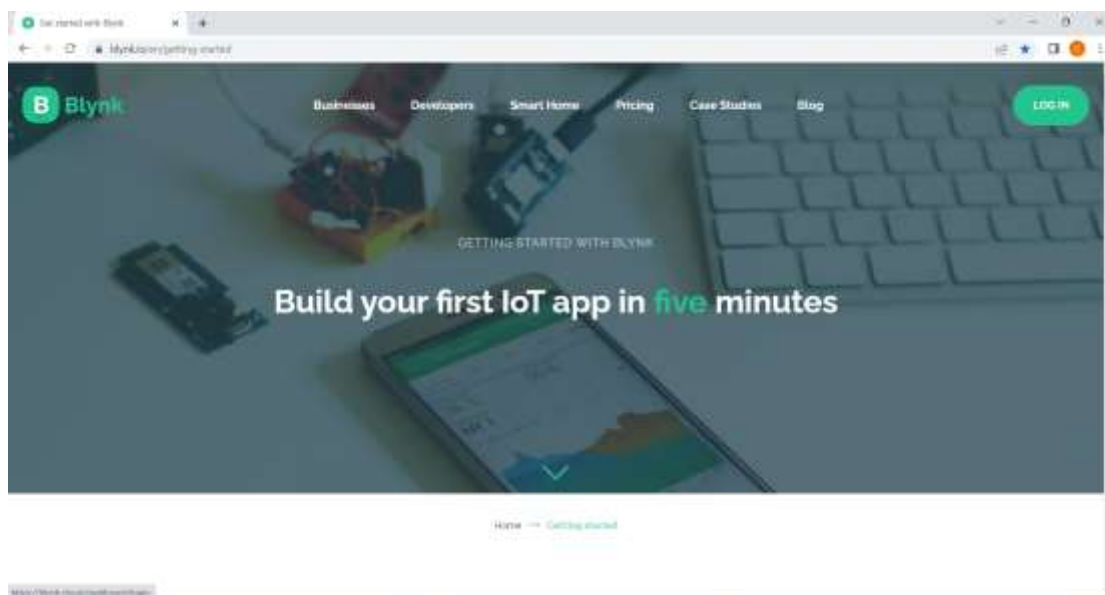
```

```

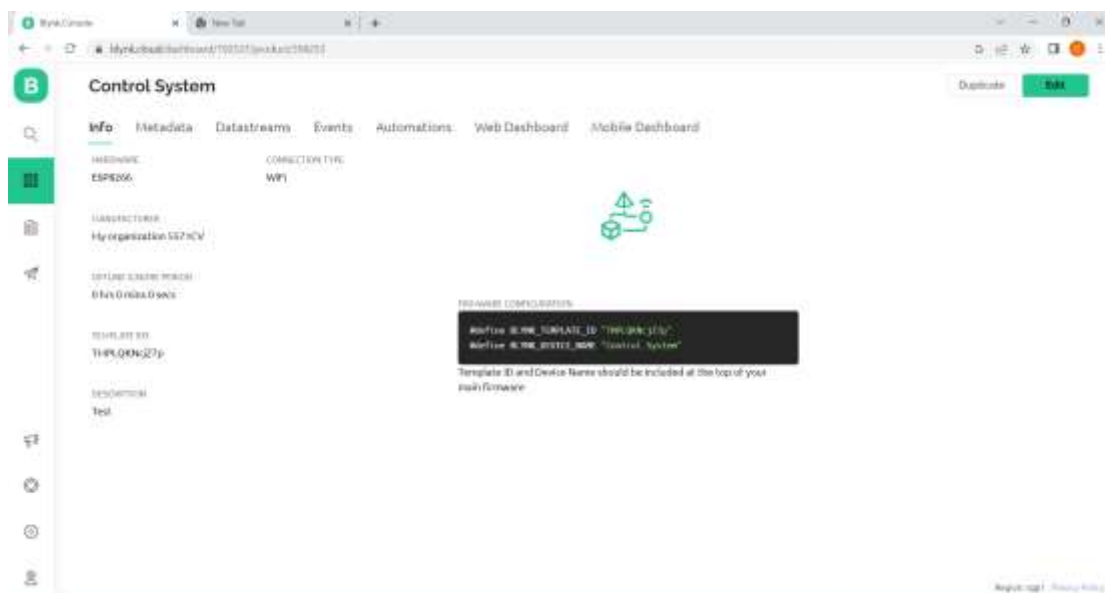
Serial.print("PF: "); Serial.println(pf);
Blynk.virtualWrite(V15, pf);
} else {
Serial.println("Error reading power factor");
}
Serial.println();
}
BLYNK_WRITE(V1)
{
Serial.println(param.asInt());
if (param.asInt()){
digitalWrite(Relay1, HIGH);
} else {
digitalWrite(Relay1, LOW); }
}
BLYNK_WRITE(V2){
Serial.println(param.asInt());
if (param.asInt()){
digitalWrite(Relay2, HIGH);
} else
{
digitalWrite(Relay2, LOW); }
}
BLYNK_WRITE(V3){
Serial.println(param.asInt());
if (param.asInt()){
digitalWrite(Relay3, HIGH);
} else {
digitalWrite(Relay3, LOW); }
}

```

สำหรับโปรแกรม Blynk application ที่ใช้ในการออกแบบระบบแสดงผลและควบคุมโหนดไฟฟ้าผ่านมือถือนั้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.9 Blynk application

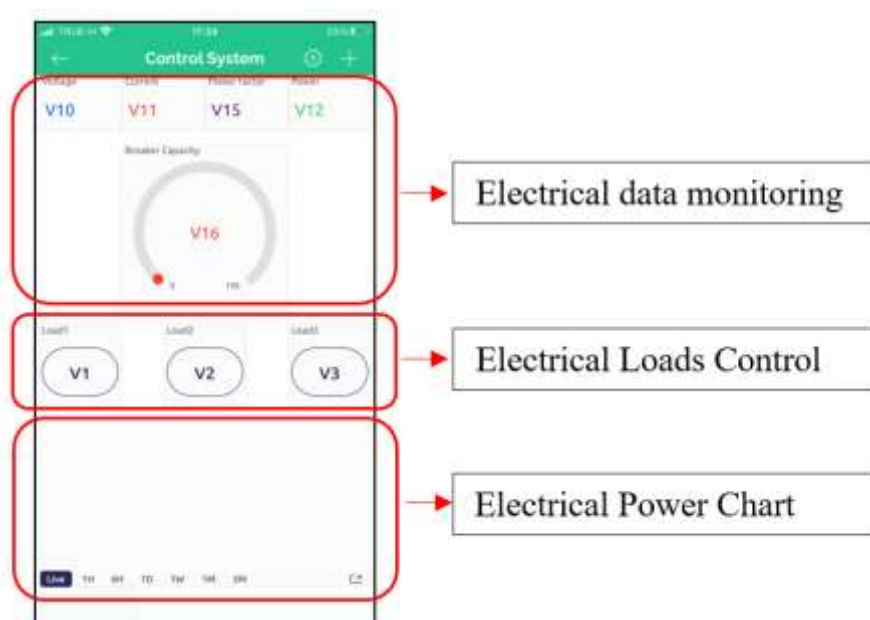


รูปที่ 3.9 โปรแกรม Blynk application



รูปที่ 3.10 ตัวอย่าง การสร้าง Template ในการสร้างระบบควบคุม บน Blynk application

โดยการออกแบบการแสดงผลบนหน้าจอมือถือ ซึ่งจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน โดยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ภาพโดยรวมระบบควบคุมการทำงานของโหลด และการแสดงการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าบนจอมือถือ

จากรูปที่ 3.11 แสดงหน้าจอมือถือในการแสดงผลต่างซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักดังนี้

ส่วนที่ 1 แสดงผลข้อมูลด้านไฟฟ้าพื้นฐาน ประกอบด้วยแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง และกำลังไฟฟ้า

ส่วนที่ 2 ปุ่มคำสั่ง ON-OFF ในการควบคุมโหลด

ส่วนที่ 3 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้า

ซึ่งทั้งสามส่วนนั้นสามารถควบคุมและแสดงผลได้แบบเรียลไทม์

3.3 การทดสอบระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุ

ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือวัดเครื่องต้นแบบในงานวิจัยนั้นได้พิจารณาในส่วนของความแม่นยำในการอ่านค่าซึ่งได้แก่ค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการ

คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าโดยได้ทดสอบและเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน มัลติมิเตอร์ UNI-T รุ่น UT33C+ ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ามาตรฐานมัลติมิเตอร์ UNI-T รุ่น UT33C+

และเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้ามาตรฐานมัลติมิเตอร์ LuZino รุ่น 7000728 ดังแสดงในรูปที่ 3.13 เพื่อใช้ในการหาค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า



รูปที่ 3.13 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้ามาตรฐานมัลติมิเตอร์ LuZino รุ่น 7000728

โดยค่าความผิดพลาดสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3.1)

$$\%Error = \frac{Value_{(Pototype)} - Value_{(Standard)}}{Value_{(Standard)}} \times 100\% \quad (3.1)$$

โดยที่

$\%Error$ คือ ค่าความผิดพลาด

$Value_{(Pototype)}$ คือ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดต้นแบบ

$Value_{(Standard)}$ คือ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน

3.4 รวบรวมผลการศึกษาวิจัยและถ่ายทอดองค์ความรู้

ในการถ่ายทอดองค์ความรู้ ในงานวิจัยนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาได้แบ่งหัวข้อในการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ซึ่งการเก็บผลข้อมูลได้ลำดับตามขั้นในการศึกษาออกเป็นดังนี้

3.4.1.1 การทดสอบความเที่ยงตรงในการอ่านค่าเครื่องวัดบนหน้าจอ Smartphone

โดยการบันทึกผลของการทดสอบค่าความเที่ยงตรงในการอ่านค่าเครื่องวัดบนหน้าจอ Smartphone นั้นสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบบันทึกผลทดสอบการอ่านค่าเครื่องวัดบนหน้าจอ Smartphone

ปริมาณโหลด (W)	ค่าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์		ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าต้นแบบ		ค่าความผิดพลาด	
	V	I	V	I	V	I
ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด						

3.4.1.2 การทดสอบความเที่ยงตรงในการส่งข้อความแจ้งเตือน

โดยการบันทึกผลของการทดสอบค่าความเที่ยงตรงในการในการส่งข้อความแจ้งเตือนบนหน้าจอ Smartphone นั้นสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แบบบันทึกผลการทดสอบความเที่ยงตรงในการส่งข้อความ (แจ้งเตือนกระแสไหลตสูงเกิน 80% ของ CB)

ครั้งที่	กระแสไหลตสูงเกิน 80%	หมายเหตุ
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
ร้อยละ		

หมายเหตุ: ✓ คือ ทำงาน และ ✕ คือ ไม่ทำงาน

3.4.2 สถิติที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการจัดทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำจะมีการนำค่าสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ในเบื้องต้น คือ

ค่าเฉลี่ย (Mean) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ต้องการศึกษาซึ่งคำนวณได้จากการนำเอาค่าข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้มารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนของข้อมูล ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (3.2)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (3.2)$$

โดยกำหนดให้

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

n คือ จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

x คือ ค่าของข้อมูล

ค่าร้อยละ หมายถึง การเปรียบเทียบจำนวนที่ต้องการหา กับจำนวนทั้งหมด โดยกำหนดให้จำนวนทั้งหมดเป็น 100 หรืออธิบายสั้นๆ ก็คือ การเปรียบเทียบของปริมาณใดปริมาณหนึ่ง ต่อหนึ่งร้อย ถ้าเขียนเป็นเศษส่วนก็คือเศษส่วนที่มีส่วนเป็น 100 เสมอนั่นเอง และใช้ตัวสัญลักษณ์ % หรือเรียกอีกอย่างว่า “เปอร์เซ็นต์” ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (3.3)

$$\%x = \frac{y}{n} \times 100 \quad (3.3)$$

โดยกำหนดให้

$\%X$ คือ ค่าร้อยละ (Percentage)

n คือ จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

y คือ ค่าของข้อมูล

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ้านอัจฉริยะเพื่อผู้สูงอายุโดยการควบคุมและแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ ซึ่งผลในการศึกษานั้นสามารถแสดงได้ตามขั้นตอนในแต่ละวิธีการวิจัยโดยสามารถกำหนดขั้นตอนออกเป็นดังนี้

1. การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพในการตรวจวัด
2. การทดสอบการสั่งการควบคุมโหลดไฟฟ้าผ่านมือถือ
3. การทดสอบการแจ้งเตือนหากค่าความสามารถของเซอร์กิตเบรกเกอร์

ซึ่งรูปการติดตั้งเครื่องต้นแบบและส่วนประกอบของระบบจริงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.5 และรูปแบบการแสดงผลบนมือถือสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.11 ซึ่งผลการศึกษาสามารถแสดงผลได้ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพในการตรวจวัด

ผลการทดสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องในงานวิจัยนี้จะพิจารณาจากความเที่ยงตรงในการอ่านค่าและแสดงผล โดยได้ทำการเปรียบเทียบกับเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ผ่านมาตรฐานซึ่งประกอบด้วย เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน มัลติมิเตอร์ UNIT รุ่น UT33C+ และและเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้ามาตรฐานมัลติมิเตอร์ LuZino รุ่น 7000728 โดยผลการทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 โดยลักษณะการแสดงผลสามารถแสดงได้ในรูปที่ 4.1

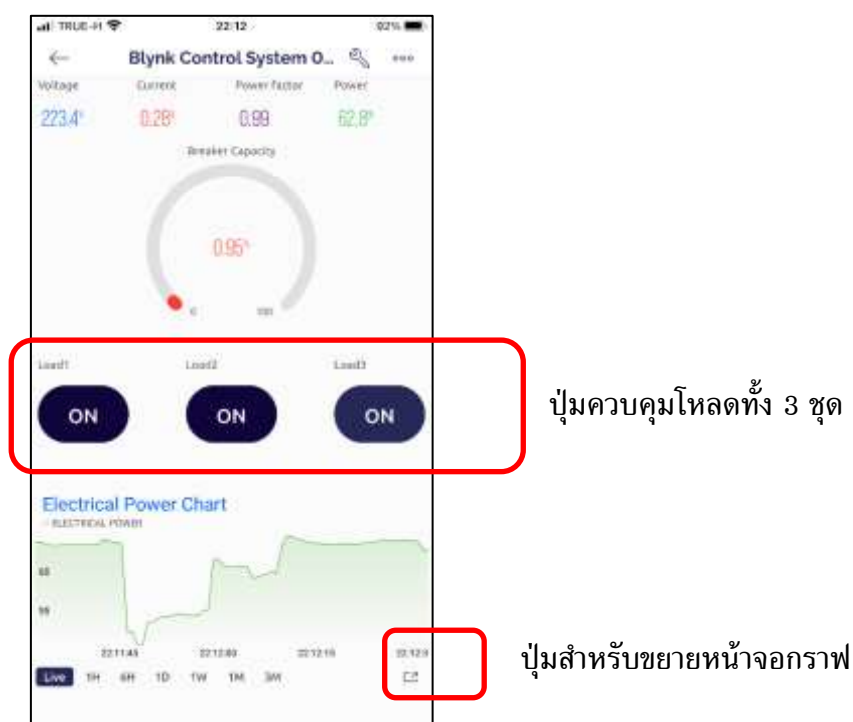
ตารางที่ 4.1 ผลทดสอบการอ่านค่าเครื่องวัดบนหน้าจอ Smartphone

ปริมาณโหลด (W)	ค่าที่อ่านได้ จากมัลติมิเตอร์		ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัด กำลังไฟฟ้าต้นแบบ		ค่าความผิดพลาด	
	V	I	V	I	V	I
20	223	0.09	222	0.09	-0.45	0.00
40	222	0.18	220	0.18	-0.90	0.00
76	223	0.34	222	0.35	-0.45	2.94
112	224	0.49	223	0.5	-0.45	2.04
177	223	0.79	223	0.8	0.00	1.27
ค่าเฉลี่ยความผิดพลาด					-0.45	1.25

จากผลการศึกษาในตารางที่ 4.1 ได้แสดงการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงในการตรวจวัดค่าในส่วน of ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าโดยผลการทดสอบนั้นได้ทำการตรวจวัดตามปริมาณการเปลี่ยนแปลงตามโหลดที่เพิ่มขึ้นโดยได้กำหนดไว้ 5 ระดับด้วยกัน พบว่าค่าความเที่ยงตรงของเครื่องต้นแบบในการตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ -0.45 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับค่าความเที่ยงตรงของเครื่องต้นแบบในการตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 1.25 เปอร์เซ็นต์

4.2 ผลการทดสอบการสั่งการควบคุมโหลดไฟฟ้าผ่านมือถือ

ผลการทดสอบการสั่งการของเครื่องต้นแบบ ซึ่งได้สร้างปุ่มในการสั่งการ เปิด-ปิด สำหรับควบคุมการทำงานของโหลด 3 ช่องซึ่งทนกระแสได้ถึง 10A ระดับแรงดัน 220 Vac ทั้ง 3 ช่องโดยปุ่มสำหรับการควบคุมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 หน้าจอเฝ้ามองระบบไฟฟ้าและควบคุมโหลดบนมือถือ

จากการทดสอบการทำงานในการสั่งการ เปิด-ปิด โหลดผ่านทางหน้าจอมือถือทั้ง 3 ปุ่ม นั้นสามารถทำงานได้ดีและแม่นยำในการควบคุมโหลด ซึ่งสามารถดูได้จากการเปลี่ยนแปลงของระดับกำลังไฟฟ้าในภาพที่ 4.1 ซึ่งกราฟกำลังไฟฟ้านั้นสามารถเพิ่มหรือขยายได้โดยมีปุ่มในการเพิ่มขนาดจอกราฟดังแสดงในภาพที่ 4.1 และลักษณะการขยายภาพกราฟสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟกำลังไฟฟ้าที่ถูกขยาย

4.3 ผลการทดสอบความเที่ยงตรงในการส่งข้อความแจ้งเตือน

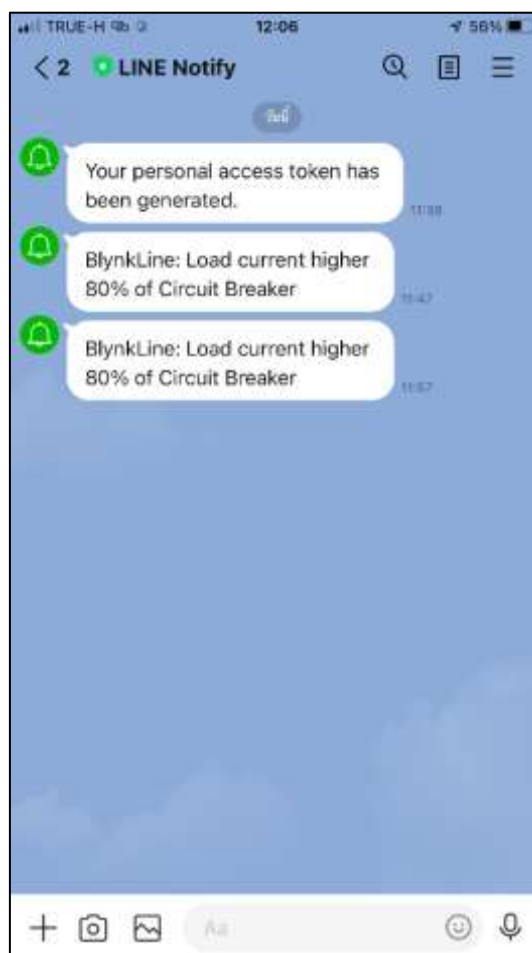
ตารางที่ 4.2 ผลทดสอบความเที่ยงตรงในการส่งข้อความ (แจ้งเตือนกระแสโหลดสูงเกิน 80% ของฟิวส์แอมป์ทริป CB)

ครั้งที่	กระแสโหลดสูงเกิน 80%	หมายเหตุ
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	
6	✓	
7	✓	
8	✓	
9	✓	
10	✓	
ร้อยละ	100	

หมายเหตุ: ✓ คือ ทำงาน (10 คะแนน) และ X คือ ไม่ทำงาน (-10 คะแนน)

ผลการทดสอบความเที่ยงตรงในการส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ในการกรณีกระแสโหลดสูงเกิน 80% ของ พิกัดแอมป์ทรีป CB ซึ่งในการทดสอบฟังก์ชันนั้นได้ตั้งค่ากระแสในการแจ้งเตือนไว้ที่ 1 A ซึ่งเป็นค่ากระแสที่ตั้งไว้สำหรับทดสอบเท่านั้นเนื่องจากหากต้องการทดสอบกระแสในปริมาณจริงต้องใช้โหลดค่อนข้างสูง ซึ่งผลการทดสอบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

จากตารางที่ 4.2 ผลทดสอบความเที่ยงตรงในการส่งข้อความแจ้งเตือนกระแสโหลดสูงเกิน 80% ของพิกัดแอมป์ทรีป CB โดยการทดสอบนั้นได้ทดลองเพิ่มโหลดเพื่อให้กระแสเกินพิกัดและดูการส่งข้อความเตือนผ่านแอปพลิเคชัน ซึ่งได้ทดสอบจำนวน 10 ครั้งพบว่าระบบแจ้งเตือนทั้ง 10 ครั้งซึ่งคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ในการทดสอบความเที่ยงตรง โดยตัวอย่างการแจ้งเตือนบนมือถือผ่านไลน์แอปพลิเคชันนั้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการแจ้งเตือนบนมือถือผ่านไลน์แอปพลิเคชัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบควบคุมโหลดไฟฟ้าและเฝ้ามองความสามารถพร้อมมูลของเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักแบบเรียลไทม์ผ่านสมาร์ตโฟนโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยประสิทธิภาพของเครื่องนั้นพิจารณาจากการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงในการตรวจวัดค่าในส่วน of ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าโดยผลการทดสอบนั้นได้ทำการตรวจวัดตามปริมาณการเปลี่ยนแปลงตามโหลดที่เพิ่มขึ้นโดยได้กำหนดไว้ 5 ระดับด้วยกัน พบว่าค่าความเที่ยงตรงของเครื่องต้นแบบในการตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ -0.45 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับค่าความเที่ยงตรงของเครื่องต้นแบบในการตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 1.25 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับจากการทดสอบการทำงานในการสั่งการ เปิด-ปิด โหลดผ่านทางหน้าจอมือถือทั้ง 3 ปุ่ม นั้นสามารถทำงานได้ดีและแม่นยำในการควบคุมโหลดผลการทดสอบความเที่ยงตรงในการส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ในการกรณีกระแสโหลดสูงเกิน 80% ของ ฟักัดแอมป์ทริป CB ซึ่งในการทดสอบฟังก์ชันนั้นได้ตั้งค่ากระแสในการแจ้งเตือนไว้ที่ 1 A ซึ่งเป็นค่ากระแสที่ตั้งไว้สำหรับทดสอบเท่านั้นเนื่องจากหากต้องการทดสอบกระแสในปริมาณจริงต้องใช้โหลดค่อนข้างสูง ซึ่ง ผลทดสอบความเที่ยงตรงในการส่งข้อความแจ้งเตือนกระแสโหลดสูงเกิน 80% ของฟักัดแอมป์ทริป CB โดยผลการทดสอบนั้นได้ทดลองเพิ่มโหลดเพื่อให้กระแสเกินฟักัดและดูการส่งข้อความเตือนผ่านแอปพลิเคชัน ซึ่งได้ทดสอบจำนวน 10 ครั้งพบว่าระบบแจ้งเตือนทั้ง 10 ครั้งซึ่งคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ในการทดสอบความเที่ยงตรง

5.2 อภิปรายผล

ประสิทธิภาพของระบบควบคุมโหลดไฟฟ้าและเฝ้ามองความสามารถพร้อมมูลของเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักแบบเรียลไทม์ผ่านสมาร์ตโฟนโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งนั้นจะเห็นได้ว่ายังมีค่าความผิดพลาดอยู่ซึ่งอาจเกิดจากการเชื่อมต่อสายหรือการใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อที่ไม่มีคุณภาพทำให้เกิดค่าความต้านทานแฝงในระบบขึ้นได้ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานค่าผิดพลาดได้และรวมถึงประสิทธิภาพของชุดตรวจจับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเอง

5.3 ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะในการติดตามขีดจำกัดของอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าซึ่งเครื่องต้นแบบในงานวิจัยนี้นำเสนอในส่วนของค่าความสามารถพร้อมมูลของเซอร์กิตเบรกเกอร์ในการรองรับกระแสหรือปริมาณโหลด โดยในการพัฒนายังสามารถเพิ่มในส่วนของคุณติดตามและเฟิร์มแวร์โดยพิจารณาในส่วนของคุณจำกัดกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และอุณหภูมิของสายไฟ รวมถึงขีดจำกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยเป็นต้น ในระบบเพิ่มเติมได้ รวมถึงจำนวนปุ่มของคุณคำสั่งควบคุมโหลดซึ่งต้องเปลี่ยนตัวประมวลผลที่มีจำนวนช่องของสัญญาณ Input และ Output ของชุดส่งสัญญาณที่มีจำนวนสูงขึ้นเพื่อใช้ในการควบคุมโหลดต่อไป และสำหรับแนวทางในการลดค่าผิดพลาดของระบบตรวจวัดนั้นควรเลือกใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อที่มีคุณภาพและควรเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจวัดที่มีคุณภาพสูงขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] เจษฎา ขจรฤทธิ, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และ หนึ่งฤทัย เอ็งน้วน, “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ในการควบคุม ระบบส่องสว่างสำหรับบ้านอัจฉริยะ” , Journal of information science and technology, vol.7 Jan-Jun 2017.
- [2] ณัฐพงศ์ พลสุขม , กาญจนา ดงสงคราม , และ เกียรติภูมิ กุภาพันธ์, “การพัฒนาระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัว”, Journal of Project in Computer Science and Information Technology, Vol 5 No.2 July – December 2019.
- [3] เทคโนโลยี IoT, [Online], [https://eiu.thaieei.com/box/News/2407/เทคโนโลยี IoT.pdf](https://eiu.thaieei.com/box/News/2407/เทคโนโลยี%20IoT.pdf)
- [4] ปรีชา รักษาพล, “ระบบบริหารจัดการใช้กระแสไฟฟ้า ผ่านระบบเครือข่าย., สารนิพนธ์การศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครือข่าย คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2558.
- [5] วงจรย่อย, [Online], <https://mall.factomart.com/specifying-new-consumer-unit-and-rcd-for-your-home/>
- [6] ศิริรัฐ แก้วไพฑูรย์ และ สมชาย เล็กเจริญ, ระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วยInternet of Things (IOT) ผ่าน Androidและ IOS, การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13, 2563.
- [7] Amp trip, [Online], <https://mall.factomart.com/circuit-breaker/how-to-select-a-circuit-breaker/>
- [8] Amp trip, [Online], http://www.research-system.siam.edu/images/EE/Wipavan/CoopEE2015/yongyuth/07_ch2.pdf
- [9] Blynk, [Online], <http://doc.inex.co.th/mbit-with-microblockide-ep8>
- [10] Blynk, [Online], <http://suwitkiravittaya.eng.chula.ac.th/B2i2019BookWeb/pdf/blynkapp1.pdf>
- [11] Blynk, [Online], <https://www.ab.in.th/article/68/app-blynk>
- [12] Circuit breaker [Online], <https://www.pmk.co.th/shop/circuit-breaker>
- [13] ESP8266, [Online], <https://www.allnewstep.com/article/30/nodemcu-esp8266-esp8285-arduino-1-esp8266-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD>
- [14] Line, [Online], <https://sites.google.com/site/manussawee27092544/line>
- [15] Mahmoud Shaban and Mohammed F. Alsharekh, Design of a Smart Distribution Panelboard Using IoT Connectivity and Machine Learning Techniques, Energies, Vol.15, 3658, 2022.

- [16] P. Tejaswi and P. Venkatapathi, IOT based Smart Home with Load Control, International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), Vol.8, pp.876-881, 2020.
- [17] PZem004t, [Online], <https://innovatorsguru.com/wp-content/uploads/2019/06/PZEM-004T-V3.0-Datasheet-User-Manual.pdf>
- [18] PZem004t, [Online], <https://www.cybertice.com/product/3367/pzem-004t-ac-digital-power-energy-meter-module-v3-0-100>
- [19] Omar Munoz, Adolfo Ruelas, Pedro Rosales, Alexis Acuña, Alejandro Suastegui and Fernando Lara, Design and Development of an IoT Smart Meter with Load Control for Home Energy Management Systems, Sensors, Vol.22, 7536, 2022.
- [20] Vilash Bacchad, Vaishali Doye, Yogesh Buddhe, Saurabh Udapure, Kalpana Ther, Jyoti Pardhi and Prof. Ashvini Admane, Smart Meter Energy Meter with Load Control using IOT, International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science, Vol.4 pp. 4878-4882, 2022.

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นาย ชัยสิทธิ์ วันน้อย
ชื่อ - นามสกุล Mr. Chaisit Wannoi
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3400101600659
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัยสาขาวิชาการ
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 76000
โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1702, 0-91-6396689
E-mail: chaisit.w@pcru.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญาเอก วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
เครื่องมือวัดและเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการ โครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วม
วิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
หัวหน้าโครงการวิจัย: เทคนิคใหม่ในการกำหนดและลำดับพื้นที่ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
พลังงานหมุนเวียนแบบกระจายภายใต้การพิจารณาการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบไฟฟ้ากำลัง
ผลงานวิจัยและเผยแพร่ตีพิมพ์ภายใต้โครงการ:

7.1 การประเมินความสามารถการรองรับโหลดและกำลังการผลิตไฟฟ้าข้ามพื้นที่ควบคุมด้วยเทคนิคการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าแบบทำซ้ำ วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม ปีที่ 15 ฉบับที่ 2, หน้า 62-71, เมษายน – มิถุนายน 2565.

7.2 Techniques for Assessment Inter-Area Power Transfer Capacity for Large Power Systems to Improve System Stability, SNRU Journal of Science and Technology 13 (3), pp. 126-134, September – December, 2021.

7.3 การกำหนดและจัดลำดับสายส่งรองเพื่อรองรับการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าและการส่งการที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมระบบไฟฟ้ากำลัง, งานประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 12 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, หน้า 648-655, 9 - 10 กรกฎาคม 2563.

ผลงานวิจัยเผยแพร่ตีพิมพ์ที่ผ่านมา:

[1] Narumon Wannoi, Nirudh Jirsuwankul, Piampoom Sarikprueck, Chai Chompoo-inwai and **Chaisit Wannoi**, Novel Techniques for Critical Load Buses Identification and Load Bus's Available Capacity Calculation to Improve Power System Stability, IEEE IAS Industrial and Commercial Power System Asia Technical Conference, PP 799-804, 2020

[2] Narumon Wannoi, Nirudh Jirsuwankul, Piampoom Sarikprueck, Chai Chompoo-inwai and **Chaisit Wannoi**, A Novel Technique to Identify Proper Locations for Distributed Renewable Generation Integration to Minimize Contingency Impact, IEEE IAS Industrial and Commercial Power System Asia Technical Conference, PP 276-281, 2020

[3] **Chaisit Wannoi**, Narumon Wannoi, C.Boonkhun, C.Temiyasathit, Chai Chompoo-inwai, "A Novel Transmission line's ATC Assessment Method by Considering the Generation Dispatch Limit (GDL) and Renewable Generation Capacity with Power Flow Sensitivity Analysis", International Journal of Intelligent Engineering and Systems, Vol.12, pp. 179-189 No.5, 2019.

[4] Supattarachai Jitchobjai, **Chaisit Wannoi**, Nirudh Jirsuwankul and Chai/ Chow Chompoo-inwai, "Optimum Operation Scheme of Solar Power Generation System on a High-level Voltage Area to Avoid Overvoltage Problem", The International Conference on Electrical Engineering, Japan, ICEE2016 ID 90331, July, 2016.

[5] **Chaisit WANNOL**, S. JITCHOPJAI, N. WANNOL, S. BUNJONGJIT and Chow / Chai CHOMPOO-INWAI, "A Proper Location FACTS Device Placement and Primary Generation

Response Definition for Multi-Lines Buses Security Enhancement Under Contingency Analysis”, The International Conference on Electrical Engineering, Japan, ICEE2016 ID 90381, July, 2016.

[6] **Chaisit Wannoi**, Anulak Khumdee, Narumon Wannoi and Chow / Chai Chompoo-inwai, “An Optimum Technique for Renewable Power Generations Integration to Power System using Repeated Power Flow Technique Considering Voltage Stability Limit”, International Electrical Engineering Congress, Thailand, iEECON2016, Page 38, 2-4 March 2016.

[7] **Chaisit Wannoi**, Anulak Khumdee, Narumon Wannoi, C. Boonkun, Chow / Chai Chompoo-inwai, “An Impact Study and Operation Recommendation in Peak Load Period after Solar Power Integration to Northeastern Power System in THAILAND”, The International Conference on Electrical Engineering, Hong Kong, ICEE2015A-446, July, 2015.

[8] Supattarachai Jitchobjai, **Chaisit Wannoi**, Warawat Tangsrianukul and Chai Chompoo-inwai, “A Technology Assessment and Financial Indices Study to Achieve an Appropriate Range of Incentive Mechanism for Solar Energy Promotion in THAILAND”, The International Conference on Electrical Engineering, Korea, ICEE2014, June 15-19, 2014.

[9] **ชัยสิทธิ์ วันน้อย**, ดุสิต สุขสวัสดิ์, เขาว์ ชมภูอินไหว และ ชาย ชมภูอินไหว, “การศึกษาเสถียรภาพระบบกำลังไฟฟ้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยและข้อเสนอแนะเพื่อระบบการป้องกันพิเศษสำหรับนําระบบกลับคืนสู่สภาวะปรกติ”, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 32 (EECON32), หมายเลข PW064, 29-30 ตุลาคม 2552, มหาวิทยาลัยมหิดล