การพัฒนาระบบควบคุม เปิด-ปิด ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน
Development of Room Lighting and Air Conditioners Control Systems via Smart Phones

อภิรักษ์ พันธุ์พณาสกุล[1*], ธิดารัตน์ ศรีระสันต์[2], ภูวนาท จันทร์ขาว[2] และกนกรัตน์ จันทร์มโณ[2]
Apirak Phunphanasakul[1*], Thidarat Srirasan[2], Phuwanart Chankao[2] and Kanokrat Chanmano[2]

[1] อาจารย์ประจำ, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยหาดใหญ่
[1] Lecturer, Department of Information Technology, Faculty of Science and Technology, Hatyai University.
[2] นักศึกษาระดับปริญญาตรี, หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยหาดใหญ่
[2] Undergraduate student, Department of Information Technology, Faculty of Science and Technology, Hatyai University
[*]**Corresponding author, E-mail:** apirak@hu.ac.th.

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบควบคุมเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน โดยศึกษาการทำงานชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า และศึกษาลักษณะการทำงานของบอร์ดไมโครคอลโทรลเลอร์ Arduino เพื่อประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน และควบคุมระบบการ เปิด-ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านสมาร์ทโฟน โดยมีขั้นตอนในการทำระบบควบคุมเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟนใช้ความรู้ ทฤษฎี การสร้างและออกแบบแผงวงจรบอร์ดไมโครคอลโทรล Arduino และได้มีการนำแอปพลิเคชั่น Blynk มาใช้ในการเซ็ตค่าเพื่อควบคุมไมโครคอลโทรลเลอร์ Arduino มีการนำเทคนิคต่างๆ มาใช้ควบคู่กันเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการควบคุมระบบผ่านสมาร์ทโฟนและทำให้ Admin สะดวกในการเรียกดูหรือเปิดให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น โดยสามารถตรวจสอบการเข้าใช้งานและการเรียกดูรายงานในแต่ละวันและย้อนหลังได้โดยการตรวจสอบผ่านแอปพลิเคชั่น Blynk

การประเมินคุณภาพของระบบควบคุมเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน มีการประเมิน 2 รูปแบบ คือการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ผลการประเมินโดยผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องพบว่า ประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนา อยู่ในระดับที่ดี ($\bar{X}$ =4.05) ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องมือ โดยผู้ใช้งาน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ =4.15).

คำสำคัญ: ระบบควบคุมเปิด-ปิดไฟฟ้าผ่านสมาร์ทโฟน

Abstract

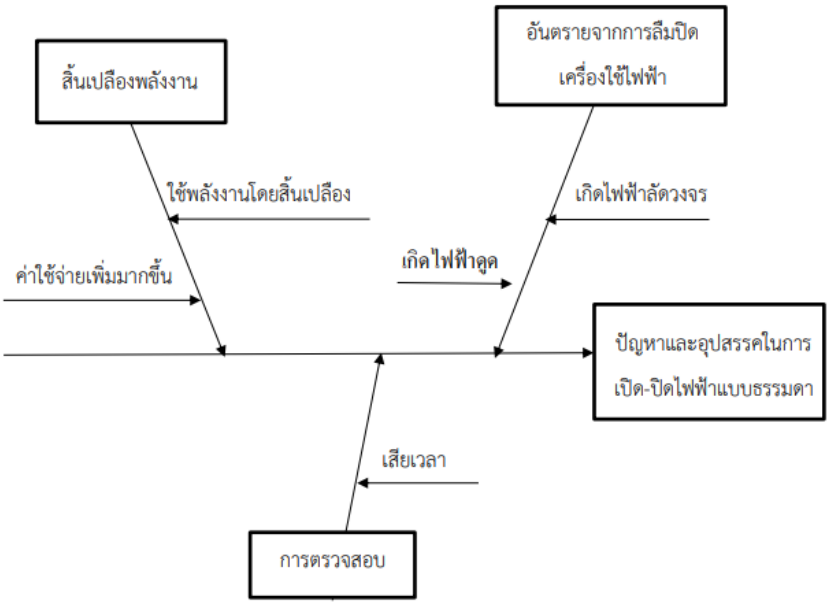
Development of Room Lighting and Air Conditioners Control Systems and Air Conditioners via Smart Phones. The objective is to create and develop the control system for opening and closing electrical appliances and air conditioners via smart phones. By studying the operation of the power-on-off control unit And study the behavior of the Arduino microprocessor board to apply to control the operation of the system on-off electrical appliances and air conditioners via smart phones. And control the on-off system appliances via smart phones. With procedures for making electrical and air-conditioning control systems via smart phones, using the theory of creating and designing microcontroller boards for Arduino microprocessors and using the Blynk application to set up values to control the Arduino microcontroller. There are various techniques used together in order to achieve accurate control over the smart phone system and make admin easier to browse or open for easier use by checking the access and browsing reports on a daily and past basis by checking through the Blynk application

Evaluation of Development of power-control systems and air conditioners via smart phones has 2 forms: evaluating system performance by experts and evaluate the satisfaction of users. The results of the evaluation by relevant users found that The efficiency of the system that has been developed At a good level ($\bar{x}$ =4.05). And the results of evaluating the satisfaction with the use of the tool by the users found that users are satisfied with the tools that are developed as a whole at a good level ($\bar{x}$ =4.15).

Keywords: Power-control systems, Smart Phone

บทนำ

โลกในยุคปัจจุบันล้วนแล้วแต่ต้องพึ่งพาพลังงานในการดำเนินชีวิต และมีอัตราความต้องการ เพิ่มสูงขึ้นทุกปีตามจำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามจากข้อมูลพบว่า แหล่งพลังงานที่มีการ ใช้อยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ยิ่งใช้สอยมากก็ยิ่งทำให้ทรัพยากรลดน้อยลงไป เรื่อย ๆ และอาจจะหมดไปในอนาคตอันใกล้ อย่างไรก็ตาม ปัญหาดังกล่าวได้ทวีความรุนแรงมากขึ้น สาเหตุหนึ่งมาจากการใช้พลังงานที่ฟุ่มเฟือย เช่น การเปิดหลอดไฟส่องสว่างในห้องที่ไม่มีคนใช้หรือการเปิดไฟส่องสว่างตามทางเดินภายในอาคารที่ไม่มีผู้คนสัญจร ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ จากปัญหาข้างต้นโดยสามารถสรุปปัญหาต่างๆได้ ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 ปัญหาและอุปสรรคในการเปิด-ปิดไฟฟ้าแบบธรรมดา

จากภาพประกอบที่ 1 ปัญหาจากการใช้พลังงานสิ้นเปลือง เนื่องจากเกิดปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าไปอย่างฟุ่มเฟือย ทำให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์ คือ มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้นและทำให้เกิดผลกระทบต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาจากอันตรายการลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน สาเหตุในการเกิดอันตรายขึ้นเนื่องมาจากลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร, ไฟฟ้าดูด ปัญหาจากการตรวจสอบ เนื่องจากทำให้เสียเวลาในการวนกลับมาดูสถานะของไฟฟ้าการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและทำให้เกิดปัญหาการลืมปิด

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยทำจึงคิดค้นระบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน โดยเทคโนโลยีที่ทันสมัยปลอดภัยและสะดวกที่จะช่วยในการควบคุม เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ง่ายขึ้น เพียงแค่ใช้สมาร์ทโฟนที่มีการต่ออินเตอร์เน็ตในการควบคุมการ เปิด-ปิด เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความสะดวกและมีเวลามากขึ้นด้วยการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย ทำให้เกิดความสะดวก ลดการใช้พลังงาน และลดการเกิดอุบัติเหตุในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุม เปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน
3. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบควบคุม เปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

การพัฒนาระบบควบคุมเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน มีแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things: IoTs)

มหศักดิ์ เกตฉ่ำ (2560) ได้กล่าวถึง เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things :IoTs) หมายถึงการที่สิ่งต่างๆถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ตทำให้มนุษย์สามารถสั่งการ ควบคุม ใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการเกษตร เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยเทคโนโลยีนี้จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และความเสี่ยงไปพร้อม ๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศหรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้ ดังนั้นการพัฒนาไปสู่ Internet of Things จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนามาตรการและเทคนิคในการรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย บางแห่งเรียก M2M ย่อมาจาก Machine to Machine คือเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมอุปกรณ์กับเครื่องมือต่างๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ ตู้เย็น โทรทัศน์ และอื่นๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยการเชื่อมโยงช่วยให้สื่อสารกันได้ผ่านระบบอินเตอร์เน็ต จากการคาดการณ์ ใน ปี ค.ศ. 2020 สิ่งต่าง ๆ กว่าแสนล้านชิ้นจะสามารถเชื่อมต่อกันได้ด้วยระบบ IoTs ซึ่งจะส่งผลให้ผู้บริโภคทั่วไปจะเริ่มคุ้นเคยกับเทคโนโลยีที่ทำให้พวกเขาสามารถควบคุมสิ่งของต่าง ๆ ทั้งจากในบ้านและสำนักงานหรือจากที่ไหนก็ได้ทั้งนั้น

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ประภาส สุวรรณเพชร (2560) กล่าวถึงโครงการ Arduino เดิมก่อตั้งมาด้วยผู้ร่วมก่อตั้ง 5 คน ได้แก่ Massimo Banzi, David Cuartielles, David Mellis, Tom Igoe, และ Gianluca Martino โดยเริ่มโครงการมาตั้งแต่ช่วงปี2005 ความหมายของคำว่า Arduino แปลว่า เพื่อนแท้(Strong friend หรือ Brave friend) ในภาษาอิตาลีโดยผู้ก่อตั้งมีความตั้งใจ ให้ราคาของอุปกรณ์นั้นถูกเมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่น ๆ เพื่อให้ทุกคนสามารถเข้าถึงได้โดยง่ายแพลตฟอร์ม Arduino ได้ออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่ายผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างสถาปัตยกรรมภายในซีพียู โดยรู้เพียงว่าบอร์ด Arduino ที่เลือกมาใช้งานนั้นมีขาที่ใช้งาน อะไรบ้างมีคุณสมบัติต่าง ๆ อะไรบ้างก็สามารถใช้งานได้ด้วยประสบการณ์และจำนวนการใช้งานของ ผู้ใช้จำนวนมาก Arduino จึงถูกใชงานด้านต่าง ๆ มากมาย เนื่องจากการเขียนโค้ดโปรแกรมควบคุมการทำงานของ Arduino มีความง่ายและยืดหยุ่น สามารถใช้งานในระดับสูงไดอีกด้วยเครื่องมือที่ใช้สำหรับ เขียนโค้ดควบคุมมีเวอร์ชั่น ที่สามารถรันได้ในทุกระบบปฏิบัติการไม่ว่าจะเป็น แมคอินทอช วินโดวส์ หรือแม้กระทั่งลีนุกซ์ก็ตามทำให้ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง แพลตฟอร์ม Arduino ประกอบไปด้วย

- ฮาร์ตแวร์
- ซอฟต์แวร์

ฮาร์ตแวร์(Hardware)

เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นชิ้นส่วนหลักประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานหรือที่เรียกว่า “บอร์ด Arduino” โดยบอร์ด Arduino ก็มีหลายรุ่นให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของงานโดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกันใน

เรื่องของขนาดของบอร์ด หรือสเปค เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ, แรงดันไฟที่ใช้, ประสิทธิภาพ ของ MCU เป็นต้น

ซอฟต์แวร์(Software)

- ภาษาที่ใช้เขียนโค้ดควบคุมบอร์ด Arduino เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมที่มีไวยากรณ์ แบบเดียวกับภาษา C/C++

- Arduino IDE เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโค้ดโปรแกรม การคอมไพล์โปรแกรม (การแปลงไฟล์ภาษาซีให้เป็นภาษาเครื่อง) และอัพโหลดโปรแกรมลงบอร์ด

3. แอปพลิเคชั่น Blynk

Blynk เป็นแพล๊ตฟอร์มการพัฒนา Application สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT ให้สามารถใช้งานร่วมกันกับอุปกรณ์โมบายโฟน Application ต่าง ๆ โดยสามารถรองรับการใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android ซึ่งช่วยให้เราสามารถทำให้ผู้ใช้สร้างอุปกรณ์ขึ้นมาเชื่อมต่อกับ Application ที่พัฒนาขึ้นและสื่อสารสั่งงานรับส่งข้อมูลกันได้ซึ่งก็จะทำให้ผู้ใช้สามารถ สั่งงานอุปกรณ์ Output ต่าง ๆ เช่น รีเลย์ ผ่านทาง Application บนมือถือไปยังอุปกรณ์ทีอยู่ตำแหน่งใด ๆ ก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อกับ Internet ได้และทำนองเดียวกันก็สามารถอ่านค่า Input ต่าง ๆ เช่น เซ็นเซอร์จากอุปกรณ์ที่เราสร้างขึ้นและติดตั้งใช้งานไว้ที่ใด ๆ ก็ได้ที่เชื่อมต่อกับ Internet ได้มาแสดงผลที่ Application บนมือถือได้โดยง่าย โดยอาศัยเครือข่ายการสื่อสารของ Internet เป็นสื่อกลางหรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นการติดต่อสั่งงาน อุปกรณ์ไฟฟ้า ผ่านเน็ต ผ่านโทรศัพท์มือถือ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กันต์ ศิริงามเพ็ญ (2541) ได้กล่าวถึงระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยมือถือผ่านบลูทูธเป็นโครงงานที่ใช้โทรศัพท์มือถือเป็นรีโมตคอนโทรล แบบไร้สาย ใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าหรี่ไฟ/พัดลมโดยสามารถ นำไปประยุกต์ใช้ได้ในด้านความสะดวกสบาย เช่น การนำไปติดตั้งตามห้องพักในโรงแรมทำผู้ให้เข้า พักไม่ต้องหาว่าสวิตซ์ตัวไหนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าอะไร การนำไปติดตั้งในอาคารหรือตามทางเดินทำ ให้สามารถเปิดและปิดไฟได้โดยที่ไม่ต้องเดินไปที่แผงสวิทซ์ อีกทั้งยังเป็นการสะดวกในการตรวจตราอีก ด้วยในการทดลองครั้งนี้การทำงานของระบบจะเริ่มต้นด้วยการติดตั้งโปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ลงในโทรศัพท์มือถือที่สนับสนุนเทคโนโลยีจาวา และเทคโนโลยีบลูทูธ จากนั้นเรียกใช้งานโปรแกรม โดยการเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการจะสั่งงานจะปรากฏคำสั่งที่สามารถกระทำต่อเครื่องใช้ไฟฟ้า ชนิดนั้น ๆ ได้เปิด-ปิดหรี่ให้เลือกคำสั่งที่ต้องการจากนั้นโทรศัพท์จะส่งคำสั่งไปยังบอร์ดควบคุมให้ทำตามคำสั่งนั้น ๆ ประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าจะถูกแบ่งเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ อุปกรณ์ที่สั่งงานได้ใน รูปแบบดิจิตอล เท่านั้น กล่าวคือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถเปิด และปิดได้เท่านั้น เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ โทรทัศน์ เป็นต้น อุปกรณ์ประเภทนี้จะถูกควบคุมโดยรีเลย์โดยตรง และอุปกรณ์อีกประเภท หนึ่งคือ อุปกรณ์ที่มีการสั่งงานได้ทั้งดิจิตอลและอนาลอก กล่าวคือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถเปิด ปิด และหรี่ได้ ยกตัวอย่างเช่น พัดลม หลอดอินเคนเดสเซนต์ อุปกรณ์ประเภทนี้จะถูกต่อผ่านวงจรหรี่ไฟ ซึ่งมีรีเลย์ควบคุมการทำงานอีกทีหนึ่งซึ่งผู้ใช้งานสามารถเปิดปิดและควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ เครื่องใช้ไฟฟ้าได้แปดระดับ

ชาริณี ชาญดนตรีกิจ และณัฐการ สืบบุก (2553) ได้ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ ภาษา C/C++ ศึกษาการเขียนภาษา HTML และการสร้าง Dynamic HTML ศึกษาการสร้างเว็บไซต์มี การตอบสนองแบบ Real-time ด้วยเทคโนโลยี AJAX ศึกษาการใช้โปรแกรมประยุกต์ที่ช่วย ในการ ออกแบบและตกแต่งเว็บไซต์เช่น Adobe Dreamweaver, Adobe Photoshop ศึกษาและออกแบบ ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ผ่านระบบเน็ตเวิร์ก ศึกษาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยระบบที่กล่าวมาจะใช้งานหรือควบคุมทั้งหมดผ่านหน้าเว็บเพจโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าจากการสั่งผ่านหน้าเว็บเพจ ส่งไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เราต้องการจะควบคุมและยังสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั่นได้ โดยในโครงงานนี้ เน้นไปที่ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ประเภทเครื่องปรับอากาศและหลอดไฟเป็นหลัก โดยระบบการทำงานหลักๆมีระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ ระบบควบคุมระบบแสงสว่าง

ฉวีวรรณ ดวงทาแสง อิสระ แสนโคก ศุภชัย ฤทธิ์เจริญวัตถุ และสุภกร หาญสูงเนิน (2558) ได้กล่าวถึงการพัฒนาระบบควบคุมการ เปิด-ปิด ไฟแบบอัตโนมัติมีการพัฒนากันอย่างแพร่หลาย เช่น การควบคุมโดยการตั้งเวลา การตรวจจับการเคลื่อนไหว และการวัดระดับปริมาณแสงแดด เป็นต้น ซึ่งการพัฒนาระบบ เปิด-ปิด ไฟแบบอัตโนมัตินั้นไม่ได้จำเพาะเฉพาะการใช้งานภายในห้องเท่านั้น หากแต่ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ กับทุกส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับแสงสว่างหรือระบบอัตโนมัติต่าง ๆ เช่น ระบบส่องสว่างของทางหนีไฟที่ได้รับการพัฒนาให้มีการ เปิด-ปิด แบบอัตโนมัติเพื่อความปลอดภัยและประหยัดพลังงานด้วยเช่นกัน นอกจากการพัฒนาระบบดังกล่าวภายในประเทศแล้วใน ต่างประเทศก็มีความตื่นตัวและมีการพัฒนาระบบดังกล่าวเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ด้วยเหตุผลเพื่อการประหยัดพลังงานและลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน อาทิเช่น การออกแบบ โมดูลในการควบคุมแสงสว่าง ภายในบ้าน (Home Light Control Module, HLCM) โดยควบคุมหลอดไฟทุกหลอดภายในบ้านอย่างชาญฉลาดด้วยระบบไร้สายการควบคุม และประมวลผลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถจัดการกับแหล่งจ่ายพลังงานของระบบควบคุมเอง ในกรณีที่ระบบไม่ได้ทำงานเป็นเวลานานๆ เพื่อลดการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยในงานวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัย ได้ทำการพัฒนาระบบ และวงจรการเปิด-ปิดไฟภายในห้องขึ้นโดยอาศัยการตรวจวัดการเคลื่อนไหวและระดับความเข้มแสงผ่านการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อลดการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

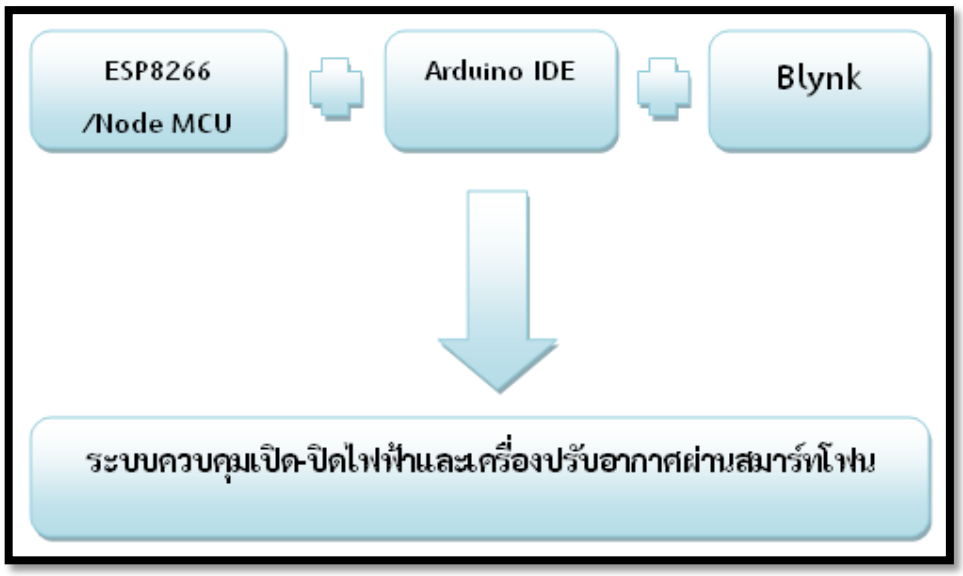
พัฒนพงศ์ น้อยใย และแก่นเพชร หุนสุวงศ์ (2559) ได้กล่าวถึงระบบควบคุมการเปิด-ปิดปลั๊กไฟผ่าน Wi-Fi เป็นการการเปิด-ปิดของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อให้ผู้ใช้งาน มีความสะดวกต่อการดำรงชีวิต โดยผู้จัดทำได้ออกแบบการจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าในรูปแบบของหลอดไฟ 3 สถานี สถานีละ 8 อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งสามารถควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าการแจ้งสถานการทำงานตั้งเวลาในการควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าผ่านทาง Web Page ระบบควบคุมไฟฟ้าไร้สายผ่านเว็บบราวเซอร์นี้ มีส่วนประกอบทั้งหมด 2 ส่วนคือ ส่วนของ Software โดยส่วนของ ARM9 เป็นส่วนควบคุมการทำงานของแบบจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยรับคำสั่งในการควบคุมการทำงานมาจาก Access Software จะใช้ภาษาระดับสูงในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าไร้สายผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยตัวโปรแกรมจะเก็บไว้ Server หลักการทำงานโดยรวมของระบบควบคุมไฟฟ้าไร้สายผ่านเว็บบราวเซอร์ คือเมื่อผู้ใช้จะทำการเข้าใช้ระบบ ระบบจะมีส่วนรักษาความปลอดภัยของ

ระบบโดยให้ทำการ Login เมื่อ Login เสร็จเรียบร้อยจะเข้าสู่หน้าเว็บเพจที่ใช้ในการควบคุมระบบไฟฟ้า ซึ่งการควบคุมการทำงานจะรับข้อมูลจากผู้ใช้ระบบควบคุมผ่านหน้าเว็บเพจเมื่อรับข้อมูลแล้วระบบจะส่งคำสั่งข้อมูลให้กับ Access Point คำสั่งตัวรับสัญญาณ Wireless USB แล้วก็จะทำการส่งคำสั่งข้อมูลผ่านไปยัง ARM9 เพื่อควบคุมการทำงานของ Relay ที่เป็นสวิตช์อัตโนมัติในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถเปิด-ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าการแจ้งสถานการณ์ทำงานและกราฟแสดง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าระบบจะส่งข้อมูลกลับมาแสดงผ่านหน้า Web Page

มุหัมมัด มั่นศรัทธา (2560) ได้กล่าวถึงระบบเปิดปิดไฟอัตโนมัติภายในห้องน้ำโดยใช้โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเป็นการออกแบบและสร้างระบบควบคุมแสงสว่างภายในห้องน้ำอัตโนมัติของอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ โดยใช้ตัวตรวจจับแบบอินฟราเรด PIR เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยมีตัวประมวลผล ESP8266/Node MCU ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟพร้อมกันนี้ Node MCU จะส่งค่าสถานะของหลอดไฟ (ติดหรือดับ) แบบไร้สายไปยังเครื่องแม่ข่ายโดยผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตต่อไป เพื่อแสดงผลสถานะของหลอดไฟทำให้ผู้ใช้งานได้ทราบถึงพฤติกรรมการใช้ห้องน้ำของอาคารแบบเวลาจริงได้ อีกทั้งผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบควบคุมนี้ยังสามารถใช้คู่กับสวิตช์ไฟแบบเดิมได้ การออกแบบในครั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานของผู้ใช้ให้มากที่สุด จากผลการทดสอบพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานของอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้คณะอื่นๆ ภายในมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ และหน่วยงานภาครัฐและเอกชน สามารถทำงานวิจัยนี้ไปเป็นต้นแบบของระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานของอาคารในอนาคตที่มีข้อดีในเรื่องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ดีขึ้น และเรื่องการประหยัดพลังงานให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

ปรีดาคม แก้วทะชาติ (2560) กล่าวถึงระบบควบคุมการ เปิด-ปิด ไฟด้วยเสียง ว่ามีประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์ควบคุมการ เปิด-ปิด ไฟด้วยเสียงโดยสั่งการผ่านวงจร ไมโครโฟนจะรับและส่งข้อมูลไปยังรีเลย์เพื่อ เปิด-ปิด ไฟ ภายในห้องและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆที่ดัดแปลงและทำงานสัมพันธ์กันเข้ากับวงจรนี้สามารถใช้ได้จริงใน ชีวิตประจำวันจำเป็นที่จะต้องศึกษาทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติควบคู่กันไปให้เราสามารถเข้าใจการทำงานของวอลลุ่มเกือกม้ากับรีเลย์ว่ามีการทำงานสัมพันธ์กันอย่างไร ปัจจุบันนี้มีระบบให้บริการทางด้านความสะดวกสบายต่อชีวิตประจำวันเรามากขึ้นทั้งที่อยู่ภายในบ้านหรือนอกบ้าน จึงได้นำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ภายในบ้านไม่ว่าจะเป็น ห้องนอน ห้องน้ำ ห้องครัว ห้องนั่งเล่น เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายความปลอดภัย และยังสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ในแต่ละเดือนลงได้ ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในส่วนของสถานที่ราชการและรัฐวิสาหกิจเพื่อลดต้นทุนในการใช้ไฟฟ้าลงได้ เพิ่มความปลอดภัยในชีวิตของบุคลากรและลูกจ้างได้ระบบเปิด-ปิดไฟด้วยเสียงนำมาใช้เพื่อความสะดวกสบาย ความประหยัดและความปลอดภัยของการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ จึงได้นำระบบควบคุมด้วยเสียงมาประยุกต์ใช้ในการสั่งการภายในบ้านและยังสามารถลดการใช้ไฟฟ้าของแต่ละเดือนได้อีกทางหนึ่งด้วย

กรอบแนวคิด



ภาพประกอบที่ 2 กรอบแนวคิดในการพัฒนาระบบควบคุมเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน

วิธีดำเนินการวิจัย

วงจรพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) คือ กระบวนการความคิดเพื่อการพัฒนาระบบสารสนเทศในการแก้ปัญหางานธุรกิจและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งมีจุดเริ่มต้นในการทำงานและจุดสิ้นสุดของการปฏิบัติงาน ส่วนการพัฒนาระบบนั้นอาจจะเริ่มด้วยการพัฒนาระบบใหม่ทั้งหมดเลยหรือจะนำระบบเดิมที่มีอยู่มาพัฒนาต่อยอดให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ในวงจรนี้จะแบ่งกระบวนการพัฒนาระบบออกเป็นระยะ ดังนี้ กำหนดปัญหา ศึกษาความเป็นไปได้ วิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา การติดตั้งระบบ ประเมินผลและการบำรุงรักษา ลำดับแต่ละขั้นตอนดังกล่าวช่วยให้นักพัฒนาระบบดำเนินการได้อย่างเป็นรูปแบบขั้นตอนสามารถควบคุมสิ่งต่างๆในการปฏิบัติของโครงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับวงจรการพัฒนาระบบในโครงการนี้จะแบ่งเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา

ปัญหาการเปิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทิ้งไว้ ส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยใช่เหตุ อีกทั้งอาจจะก่อให้เกิดอันตราย เช่น ไฟฟ้าลัดวงจร ไฟไหม้ เป็นต้น

2. ศึกษาความเป็นไปได้

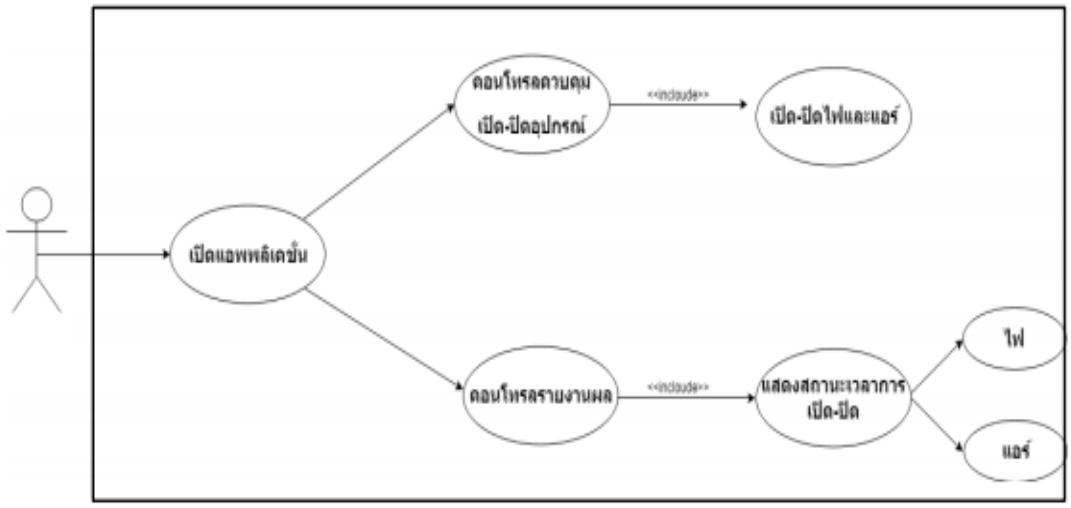
การนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่ทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์มาประยุกต์ใช้เพื่อให้สามารถเปิด-ปิดไฟผ่านสมาร์ทโฟนได้ เป็นการแก้ไขปัญหาการเปิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทิ้งไว้ ส่งผลให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าและการเสี่ยงต่อไปฟ้าลัดวงจรได้

3. วิเคราะห์

เทคโนโลยี Internet of Things เป็นเทคโนโลยีที่กำลังมาแรงและตอบโจทย์เรื่องของ Smart Home ได้ โดยการพัฒนาโดยใช้ โปรแกรม Arduino 1.8.5 ในการเขียนชุดคำสั่งด้วยคอมพิวเตอร์ลงสู่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino NodeMCU ESP8266 เพื่อรับค่าต่างๆจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ และเรียกใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ทโฟน

4. ออกแบบ

4.1 Use Case Diagram

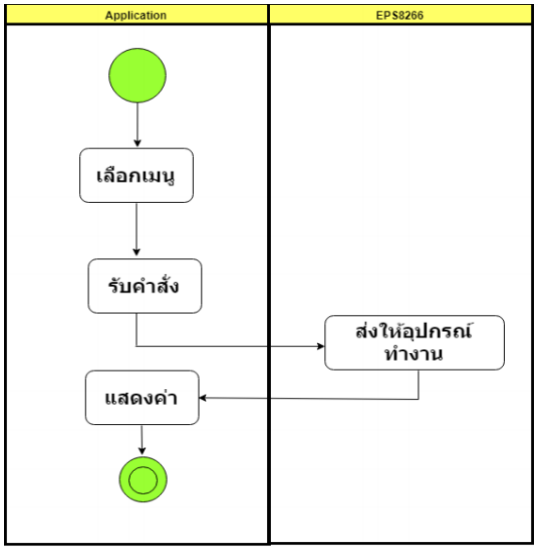


ภาพประกอบที่ 3 แผนภาพ Use Case Diagram ของระบบ

จากภาพประกอบที่ 3 เป็นแผนภาพ Use Case Diagram ซึ่งนักศึกษาและบุคลากรเป็นผู้ใช้ระบบสามารถเปิดแอปพลิเคชั่นเพื่อสั่งงานการเปิด-ปิดสวิตช์ไฟและเครื่องปรับอากาศภายในห้องหลังจากการสั่งงานผ่านสมาร์ทโฟน ระบบจะแสดงสถานะการเข้าใช้งานการเปิด-ปิดของไฟและเครื่องปรับอากาศและซึ่งมี Admin เป็นตัวกลางในการควบคุมดูแลระบบการเข้าใช้งาน

4.2 Activity Diagram

เป็นการอธิบายกิจกรรมการทำงานของระบบซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุดกิจกรรมของระบบ ดังภาพประกอบที่ 4

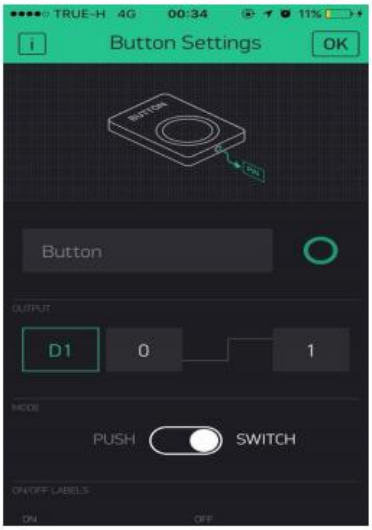


ภาพประกอบที่ 4 แผนภาพ Activity Diagram ของระบบ

จากภาพประกอบที่ 4 เป็นแผนภาพ Activity Diagram ซึ่งผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกเมนูและส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์เพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน อุปกรณ์จะทำการแสดงค่าหรือสถานะการเข้าใช้งานว่าอยู่ในสถานะใด

4.3 User Interface Design

เป็นการออกแบบหน้าจอส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งมีการสร้างหน้าจอให้สอดคล้อง และมีความสะดวกต่อการใช้งาน ในการดังภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบที่ 5 User Interface แสดงการตั้งค่าของปุ่ม

5. สร้างหรือพัฒนา

พัฒนาชิ้นงานโดยแอปพลิเคชั่นสำเร็จรูป Blynk เพื่อลดขั้นตอนการออกแบบหน้าส่วนติดต่อผู้ใช้ และทำการเขียนโปรแกรมลงบอร์ดด้วย Arduino 1.8.5 (IDE) ภาษา C, Javascript ซึ่ง ใช้ Blynk Cloud เป็นระบบฐานข้อมูลในกานทำงาน

6. การติดตั้งระบบ

มีการติดตั้งและทดสอบระบบด้วยสภาพแวดล้อมจริง และผู้ดูแลสามารถเปิด เปิด ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. ประเมินผลและการบำรุงรักษา

มีการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่เกี่ยวข้องในการใช้งาน รับคำเสนอแนะนำไปปรับปรุงและนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปในอนาคต เพื่อประสิทธิภาพของระบบที่ดียิ่งขึ้น

ผลการวิจัย

การพัฒนาระบบควบคุมเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน มีผลการศึกษา ดังนี้

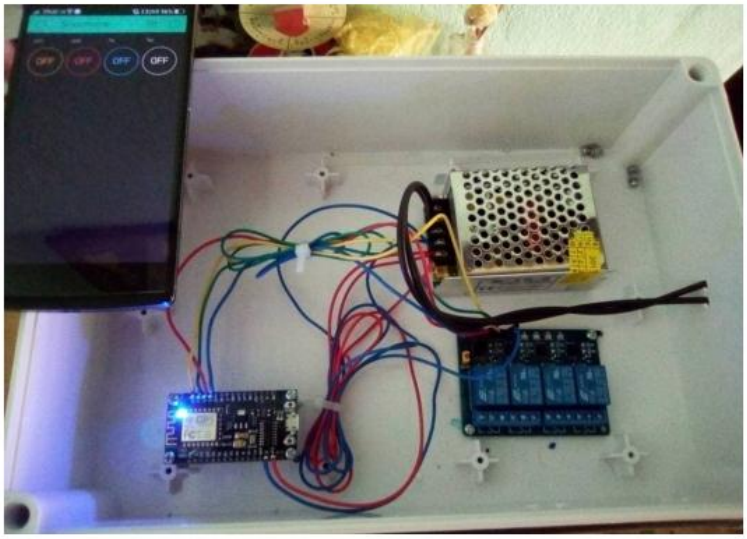
1. การพัฒนาระบบด้านซอฟต์แวร์

1.1 การแสดงโค้ดควบคุมการเชื่อมต่อบอร์ดกับ Arduino ESP8266 กับ แอปพลิเคชั่น blynk ดังภาพประกอบที่ 6

```
File Edit Sketch Tools Help
test §
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

char auth[] = "17d416e904b94c96a0fbbe147d6f4b18";
char ssid[] = "supinya";
char pass[] = "0958632161";

void setup()
{

  Serial.begin(9600);
  pinMode(D4,OUTPUT);

  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  digitalWrite(D4,L)
}
```

ภาพประกอบที่ 6 การแสดงโค้ดควบคุมการเชื่อมต่อบอร์ดกับ แอปพลิเคชั่น blynk

1.2 การแสดงการเชื่อมต่อบอร์ดกับ แอปพลิเคชั่น blynk กับบอร์ด Arduino ESP8266 ทำการรันบนฮาร์ดแวร์ ดังภาพประกอบที่ 7

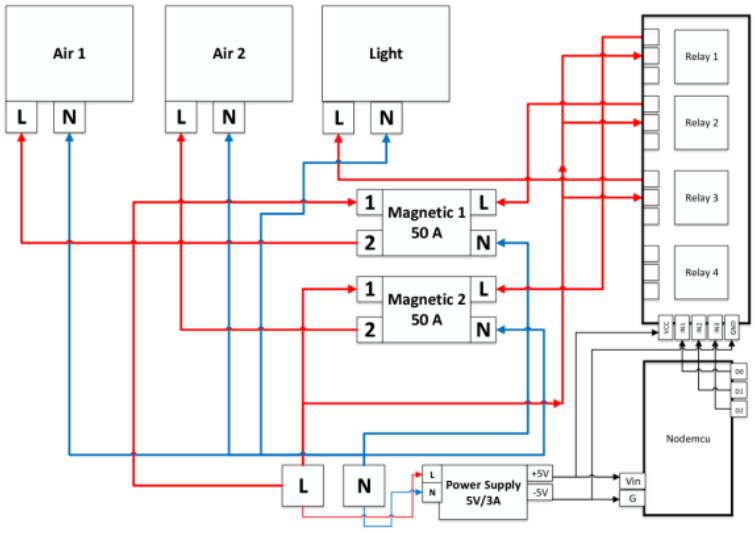


ภาพประกอบที่ 7 การแสดงการเชื่อมต่อบอร์ดกับ แอปพลิเคชั่น blynk กับบอร์ด Arduino ESP8266

2. การพัฒนาระบบด้านฮาร์ดแวร์

2.1 Hardware Design

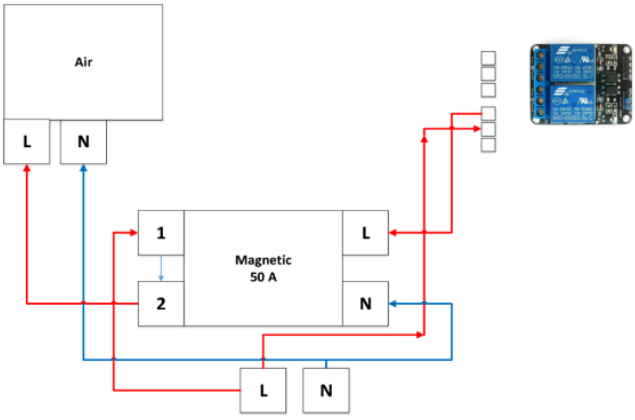
เป็นการออกแบบวงจรฮาร์ดแวร์ทั้งระบบก่อนที่จะลงมือทำการต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เข้าด้วยกันจริงเพื่อลดความเสียหายในการติดตั้งอุปกรณ์ Hardware Design ของระบบจ่ายไฟให้ตัว esp8266 เชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟนแล้วเขียนโค้ดใส่ตัว esp8266 ส่งต่อไปยัง relay ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด-ปิดไฟเมื่อรับคำสั่งจาก esp8266 ทำให้หลอดไฟและเครื่องปรับอากาศทำงานแล้วส่งกลับไปยังสมาร์ทโฟน ดังภาพประกอบที่ 8



ภาพประกอบที่ 8 แผนภาพ Hardware Design ของระบบ

2.2 การต่อวงจรของเครื่องปรับอากาศ

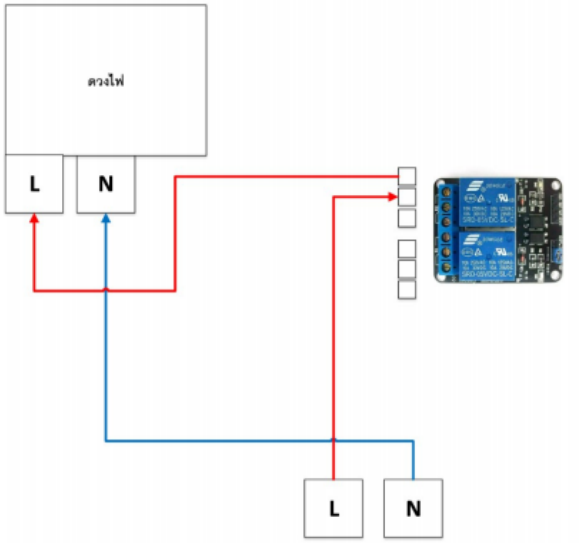
เป็นการออกแบบวงจรฮาร์ดแวร์เพื่อใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟนก่อนที่จะลงมือทำการต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เข้าด้วยกันจริงเพื่อลดความเสียหายในการติดตั้งอุปกรณ์ Hardware Design ของระบบเครื่องปรับอากาศ เชื่อมต่อไปยัง Magnetic แล้วจ่ายไฟให้ตัว esp8266 เชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟนแล้วส่งต่อไปยัง relay ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด-ปิด เมื่อรับคำสั่งจาก esp8266 ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงาน แล้วส่งกลับไปยังสมาร์ทโฟน ดังภาพประกอบที่ 9



ภาพประกอบที่ 9 แผนภาพ Hardware Design ของระบบเครื่องปรับอากาศ

2.3 การต่อแผงวงจรของหลอดไฟ

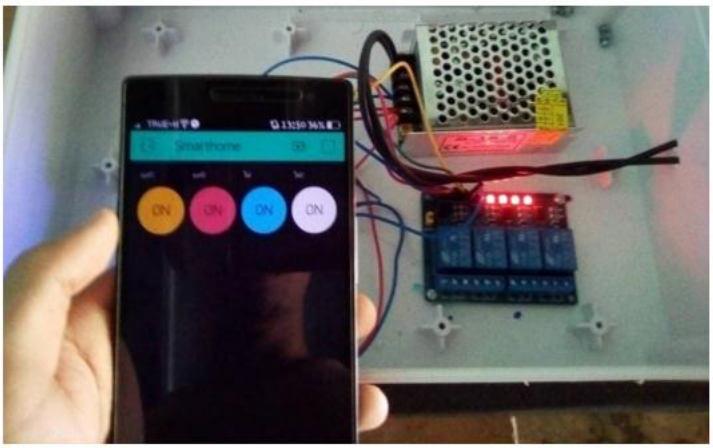
เป็นการออกแบบวงจรฮาร์ดแวร์เพื่อใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟผ่านสมาร์ทโฟน ก่อนที่จะลงมือทำการต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เข้าด้วยกันจริงเพื่อลดความเสียหายในการติดตั้งอุปกรณ์ Hardware Design ของระบบหลอดไฟเพื่อจ่ายไฟให้ตัว esp8266 เชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟนแล้วส่งต่อไปยัง relay ทำหน้าที่เป็น สวิตช์เปิด-ปิด เมื่อรับคำสั่งจาก esp8266 ทำให้ดวงไฟทำงานแล้วส่งกลับไปยังสมาร์ทโฟน ดังภาพประกอบที่ 10



ภาพประกอบที่ 10 แผนภาพ Hardware Design ของระบบหลอดไฟ

2.4 ทดสอบควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน

การทดสอบควบคุมการเปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านแอปพลิเคชั่น Blynk ที่มีการออกแบบสำหรับใช้งานเปิด–ปิด ผ่านสมาร์ทโฟน ดังภาพประกอบที่ 10



ภาพประกอบที่ 11 การทดลองควบคุมการเปิดไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชั่น Blynk

ในส่วนการทดสอบควบคุมการปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านแอปพลิเคชั่น Blynk ที่มีการออกแบบสำหรับใช้งานเปิด-ปิด ผ่านสมาร์ทโฟน ดังภาพประกอบที่ 11

ภาพประกอบที่ 12 การทดลองควบคุมการปิดไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชั่น Blynk

สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาระบบการเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน เป็นการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบเพื่อทำการทดลองการเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศโดยใช้สมาร์ทโฟน การพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Arduino 1.8.5 ในการเขียนชุดคำสั่งด้วยคอมพิวเตอร์ลงสู่บอร์ด Arduino NodeMCU ESP8266 ในส่วนของการเรียกใช้งานอุปกรณ์นั้นใช้แอปพลิเคชัน Blynk ลักษณะเด่นของระบบการเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน คือ มีการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน เนื่องจากการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน สามารถทำการเปิด –ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟนได้ทุกที ทุกเวลา ที่มีการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต ซึ่งจากการพัฒนาระบบนี้ส่งผลให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีเปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาการทิ้งไว้ เป็นผลให้เกิดการประหยัดพลังงานมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดอัตราการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรและไฟไหม้ได้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพการพัฒนาระบบการเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟนจากผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็น	ผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
1. ความเร็วในการตอบสนองในการสั่งงาน	4.16	มาก
2. ความสามารถในการนำไปใช้งานจริง	4.02	มาก
3. ความง่ายต่อการใช้งาน	4.16	มาก
3. แอปพลิเคชัน มีประสิทธิภาพในการใช้งาน	4.02	มาก
รวม	**4.09**	**มาก**

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพของการพัฒนาระบบการเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟนจากผู้ใช้งาน

ประเด็น	ผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
1. ความสวยงามของหน้าจอแอปพลิเคชัน	4.12	มาก
2. ความง่ายในการเรียนรู้การใช้งานแอปพลิเคชัน	4.24	มาก
3. ความสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.26	มาก
4. ความเร็วในการตอบสนองในการสั่งงาน	4.32	มาก
5. ความสามารถในการนำไปใช้งานจริง	4.02	มาก
รวม	**4.19**	**มาก**

การประเมินคุณภาพของระบบการเปิด-ปิดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน มีการประเมิน 2 รูปแบบ คือการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ผลการประเมินโดยผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องพบว่า ประสิทธิภาพของระบบที่ได้พัฒนา อยู่ในระดับที่ดีมาก ($\bar{x}$ =4.09) ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องมือ โดยผู้ใช้งาน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ =4.19).

เอกสารอ้างอิง

กันต์ ศิริงามเพ็ญ. (2541).ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยมือถือผ่านบลูทูธ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร

ฉวีวรรณ ดวงทาแสง อิสระ แสนโคก ศุภชัย ฤทธิ์เจริญวัตถุ และสุภกร หาญสูงเนิน.(2558).ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟภายในห้องแบบอัตโนมัติ. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8. 4-6 พฤศจิกายน 2558.หน้าที่ 211-214

ชาริณี ชาญดนตรีกิจ และณัฐการ สืบบุก. (2553). ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านอินเตอร์เน็ต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ธนบุรี.

พัฒนพงศ์ น้อยใย และแก่นเพชร หุนสุวงศ์. (2559). เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดปลั๊กไฟผ่าน WiFi.ภาควิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สาขางานเทคนิคคอมพิวเตอร์.วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม. มหาสารคาม

ปรีดาคม แก้วทะชาติ และวรพจน์ สารบุญ. (2560). ระบบควบคุมการ เปิด-ปิด ไฟด้วยเสียง .ภาควิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สาขางานเทคนิคคอมพิวเตอร์.วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม. มหาสารคาม

ประภาส สุวรรณเพชร. (2560). 2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino , 24 มกราคม2562 .https://www.praphas.com

มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ. (๒๕๖๐). Internet of Things. ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ . กรุงเทพมหานคร

มุหัมมัด มั่นศรัทธา.(2560). ระบบเปิดปิดไฟอัตโนมัติภายในห้องน้ าโดยใช้โครงข่าย เซ็นเซอร์ไร้สาย. วารสาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ (ปีที่ 9) ฉบับที่ 2. เข้าถึงได้จาก: https://www.tci-thaijo.org/. (วันที่สืบค้นข้อมูล 5 พฤศจิกายน 2561).