

# ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัยโดยใช้ IoT

นายณพล ปิ่นโมรา, นายธนพนธ์ อุตสาหะ

ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี

Email : 5606021630144@fitm.kmutnb.ac.th, 5606021630144@fitm.kmutnb.ac.th

## บทคัดย่อ

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง(IoT) ได้รับความนิยมและก้าวหน้าอย่างรวดเร็วด้วยความสามารถในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่เรียกว่า “สิ่งของ”( things ) ที่ได้มีการใช้งานในชีวิตประจำวัน การทำงานของอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งทำให้สามารถเข้าถึง โดยผ่านแอปพลิเคชัน วิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การนำอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้กับบ้าน โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาระบบที่สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านที่สามารถสั่งงานในระยะไกลได้ รวมถึงดูแลความปลอดภัยเบื้องต้นเมื่อเจ้าของบ้านไม่ได้อาศัยอยู่ในบ้านได้ ซึ่งวิจัยนี้มุ่งเน้นการทำงานส่วนหลัก 5 ส่วน คือควบคุมแบบอัจฉริยะ, หลอดไฟอัจฉริยะ, มิเตอร์อัจฉริยะ, ปลั๊กอัจฉริยะ และความปลอดภัยในส่วนของการตรวจจับความเคลื่อนไหวผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วน of ค่าไฟฟ้าและพลังงานลงได้ งานวิจัยนี้จัดทำโดยใช้ความสามารถของบอร์ด Arduino ที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลายชนิดผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ต่าง ๆ และควบคุมด้วยโมบายแอปพลิเคชันผ่านเครือข่ายแบบไร้สาย

## ABSTRACT

Recently, the Internet of Things (IoT) is growing and more and more devices, so-called “things”, are being connected every day. IoT platforms provide access to those “things” and make them available for applications. This project focuses specifically to its adoption to Homes. The main aim of the project is to develop a system that will provide remote control of

home appliances and also provide security against the mishaps when the home host is not at home. This paper is mainly concerned with 5 automatic controls including smart control, smart light, smart meter, smart plugs, and smart security using internet. It is meant to save the electric power and human energy. This research is made with the help of controller and Arduino. The various appliances connected to the micro controller and sensor is connected using Mobile application through wireless network .

คำสำคัญ Internet of Things, Home, Mobile Application

## 1. บทนำ

พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้งานในครัวเรือนนั้นเป็นองค์ประกอบต้น ๆ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศ เป็นค่าใช้จ่าย ๆ หลักของครัวเรือน มีการใช้ไฟฟ้าสิ้นเปลืองด้วยความไม่ได้ตั้งใจ การลืมนิคมปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ด้วยเวลาและสถานที่ที่ไม่สามารถทำการควบคุมการใช้ไฟฟ้าได้ อีกทั้งยังมีเรื่องของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นจะต้องถอดปลั๊ก หรือปิดการใช้งานในกรณีของการจำกัดเวลาการใช้งาน การป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ ดังตัวอย่าง อุปกรณ์สร้างความร้อนที่มีข้อจำกัดเวลาการใช้งานเพื่อไม่ให้เกิดอัคคีภัย เช่น การลืมนิคมเตารีดทิ้งไว้ กาน้ำร้อนไฟฟ้าที่ไม่มีระบบตัดไฟเมื่อน้ำในกาน้ำนั้นหมด การที่เราสามารถทำการควบคุม และตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าได้นั้น จะทำให้เราสามารถเห็นถึงการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น และจำกัดการใช้พลังงานให้อยู่

ในขอบเขต ลดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ค่าใช้จ่าย และลดอุบัติเหตุจากอุปกรณ์ไฟฟ้าได้

จากปัญหาของพลังงานไฟฟ้าจึงได้ศึกษาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการจัดการ โดยใช้ความสามารถของบอร์ด Arduino ซึ่งสามารถต่ออุปกรณ์เสริมได้หลากหลายชนิด และเข้าใจง่าย เป็นที่นิยมในการพัฒนาในปัจจุบัน ซึ่งถูกใช้เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้สะดวกมากขึ้น และการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อให้มีการเข้าถึงอุปกรณ์ที่ไร้ข้อจำกัดในเรื่องของสถานที่ อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นจะทำให้เราสามารถควบคุม และจัดการอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ในทุกเวลา ช่วยลดปัญหาข้อจำกัดของการจัดการอุปกรณ์ไฟฟ้า อีกทั้งยังสามารถบอกได้ถึงการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทำให้เรามองเห็นถึงความสิ้นเปลืองที่ไม่จำเป็น และสามารถจัดการการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้ในทุกสถานที่ อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้อีกทั้งยังมีการทำงานในด้านความปลอดภัยคอยแจ้งเตือนของอุปกรณ์ที่ต้องปลดปลั๊กออกเมื่อเลิกการใช้งานแล้วผ่านแอปพลิเคชันได้ เป็นต้น

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 Internet of Things [1]

Internet of Things (IoT) หมายถึง การที่สิ่งต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการ ควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิดปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการเกษตร เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น หากวันนั้นมาถึงอย่างเต็มรูปแบบ จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และมีความเสี่ยงไปพร้อม ๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศหรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้

### 2.2 ทฤษฎีการคิดค่าไฟฟ้า [2]

วิธีคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านมีวิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าดังนี้ ก่อนอื่นต้องทราบจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอยู่ในบ้าน ก่อนว่ามีจำนวนเท่าใดและเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดกินไฟเท่าไร

สามารถสังเกตได้จากคู่มือการใช้งานหรือแถบป้ายที่ติดกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เขียนว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ ( Watt) หลังจากนั้นลองคำนวณดูว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดที่ใช้งานในแต่ละวันกินไฟวันละกี่ยูนิต และนำมาเปรียบเทียบกับอัตรา ค่าไฟฟ้าโดยสามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้ การใช้ไฟฟ้า 1 หน่วยหรือ 1 ยูนิต คือเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ที่ใช้งานในหนึ่งชั่วโมง 1 ยูนิต = [ กำลังไฟฟ้า(วัตต์) ของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการคำนวณ/1000 ] × จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการคำนวณ × จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานในวันหนึ่งวัน ตัวอย่าง บ้านอยู่อาศัยของท่านมีเครื่องใช้ไฟฟ้าอยู่ภายในบ้าน 5 ชนิด เราสามารถคำนวณการใช้ไฟฟ้าได้ ดังต่อไปนี้

1. หลอดไฟฟ้าขนาด 36 วัตต์ (รวมบาลาสต์อีก 10 วัตต์ เป็น 46 วัตต์ ) จำนวน 10 ดวง เปิดใช้งานวันละ 6 ชั่วโมง ใช้ไฟฟ้าวันละ  $[46/1000] \times 10 \times 6 = 2.76$  หน่วย หรือเดือนละ  $(30 \times 2.76) = 82.8$  หน่วย หรือประมาณ 83 หน่วย

2. หม้อหุงข้าวขนาด 600 วัตต์ จำนวน 1 ใบเปิดใช้งานวันละ 30 นาที ( 0.5 ชั่วโมง ) ใช้ไฟวันละ  $600/1000 \times 1 \times 0.5 = 0.3$  หน่วย หรือประมาณเดือนละ  $(30 \times 0.3) = 9$  หน่วย

3. ตู้เย็นขนาด 125 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง เปิดใช้งาน 24 ชั่วโมง ทำงานวันละ 8 ชั่วโมงใช้ไฟวันละ  $[125/1000] \times 1 \times 8 = 1$  หน่วย หรือประมาณเดือนละ  $(30 \times 1) = 30$  หน่วย

4. เครื่องปรับอากาศ ขนาด 20,000 บีทียู (ประมาณ 2,000 วัตต์) จำนวน 1 เครื่อง เปิดวันละ 12 ชั่วโมง สมมุติ คอมเพรสเซอร์ทำงานวันละ 6 ชั่วโมง ใช้ไฟฟ้าวันละ  $[2000/1000] \times 1 \times 6 = 12$  หน่วย หรือประมาณเดือนละ  $(30 \times 12) = 360$  หน่วย

5. ทีวีสี ขนาด 100 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง เปิดใช้งานวันละ 4 ชั่วโมง  $[100/1000] \times 1 \times 4 = 0.4$  หน่วย หรือประมาณ เดือนละ  $(30 \times 0.4) = 12$  หน่วย รวมการใช้ไฟฟ้าในบ้าน ประมาณเดือนละ  $83+9+30+360+12 = 494$  หน่วย เมื่อทราบจำนวนยูนิตแล้วท่านสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าได้โดยเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าได้ดังนี้

ประเภท1.1 การใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

5 หน่วย (หน่วยที่ 1-5 ) เป็นเงิน 0.00 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6-15 ) หน่วยละ 1.3576 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่16-25 ) หน่วยละ 1.5445 บาท

10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26-35 ) หน่วยละ 1.7968 บาท

65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36-100) หน่วยละ 2.1800 บาท  
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101-150) หน่วยละ 2.2734 บาท  
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151-400) หน่วยละ 2.7781 บาท  
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป) หน่วยละ 2.9780 บาท ค่าบริการรายเดือน เดือนละ 8.19 บาท

#### วิธีคิดค่าไฟฟ้า

จากการคำนวณข้างต้นปรากฏว่าใช้ไฟฟ้าไป 494 หน่วยตามตัวอย่างซึ่งจัดให้เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 1.2 150 หน่วยแรก (  $150 \times 1.8047$  บาท ) 270.71 บาท  
250 หน่วยต่อไป (  $250 \times 2.7781$  บาท ) 694.53 บาท  
ส่วนที่เกินกว่า 400 หน่วย (  $494 - 400 = 94 \times 2.9780$  บาท ) 279.93 บาท ค่าบริการรายเดือน 40.90 บาท รวมเป็นเงิน 1,286.07 บาท

คิดค่า FT ( Energy Adjustment Charge) หรือค่าไฟฟ้าผันแปร ในแต่ละเดือนโดยดูได้จากใบเสร็จรับเงิน หรือสอบถามจากได้การไฟฟ้า การคิดค่า Ft คิดได้โดยการนำเอาค่า Ft ในแต่ละเดือน  $\times$  จำนวนหน่วยที่ใช้ ค่า Ft เดือน พฤษภาคม  $2544 = 24.44$  สตางค์ ต่อหน่วย คิดค่า Ft  $494 \times 24.44$  สตางค์ = 120.73 บาท รวมเป็นเงิน (  $1,286.07 + 120.73$  ) = 1,406.80 บาท ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% = 98.48 บาท รวมเป็นเงิน ค่าไฟฟ้าที่ต้องชำระทั้งสิ้น = 1,505.25 บาท

#### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบควบคุมไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยี IoT [3] นำระบบมาช่วยเรื่องการควบคุมการใช้ไฟฟ้า เนื่องจากปัจจุบันทางคณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรมยังไม่มีระบบที่ช่วยในการควบคุมการใช้ไฟฟ้า ทำให้ประสบปัญหาต่าง ๆ เช่น การเปิดไฟฟ้าทิ้งไว้ขณะที่ไม่มีการเรียนการสอนหรือไม่มีผู้ใช้ห้อง มีการใช้ไฟฟ้าหลังจากเวลาทำการโดยไม่ได้รับอนุญาต ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะเทคโนโลยี Internet of Thing (IoT) มาใช้จัดทำเป็นระบบสำหรับควบคุมไฟฟ้า โดยวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าและ ควบคุมการใช้งานไฟฟ้า

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ Xiaomi Smart Home Kit [4] ที่เป็นผลิตภัณฑ์จากของบริษัท Xiaomi เป็นชุดรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน เป็นอุปกรณ์ที่สามารถตรวจสอบความเคลื่อนไหวในบ้านและมีการตรวจจับประตู/หน้าต่างมีการแจ้งเตือนผ่านแอป Mi Home โดยต้องมีการเชื่อมต่อระบบ Wifi

ปัจจุบันยังมีอุปกรณ์ TP-LINK Wi-Fi Smart Plug HS 100 [5] เป็นอุปกรณ์สมาร์ตปลั๊ก ของค่าย TP-Link Technologies ที่สามารถควบคุมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านได้อย่างสะดวก โดยการควบคุมผ่านแอปพลิเคชันอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่สามารถควบคุมการเปิดปิด ตั้งเวลาเปิดปิด สามารถตรวจสอบอัตราการใช้พลังงานแต่ละวันได้

จากการสำรวจผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบความสามารถของระบบทั้ง 3 ชนิดกับระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านการสำรวจ

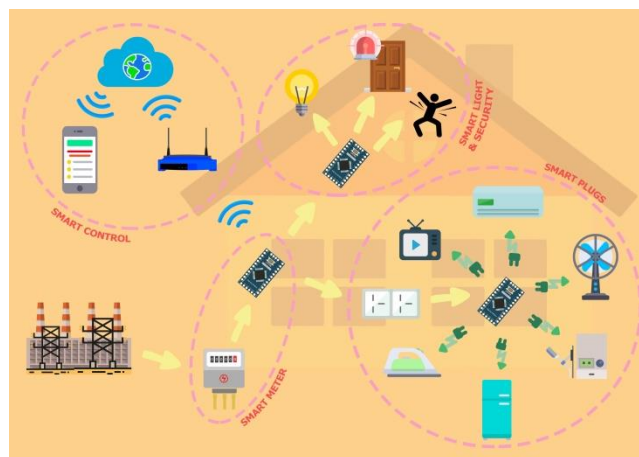
### 3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 ศึกษาข้อมูลและความเป็นไปได้ของระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความเป็นไปได้ในการจัดทำวิจัยนี้ โดยการหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าเพื่อนำมาจัดทำระบบควบคุมไฟฟ้าขึ้นมา

#### 3.2 การออกแบบการทำงานของระบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบการทำงานของระบบประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักคือ Smart Control, Smart Meter, Smart Light and Security, and Smart plugs ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การออกแบบการทำงานของระบบ

#### SMART CONTROL (SC)

อุปกรณ์ที่ควบคุมการเปิดปิดของหลอดไฟ สามารถตั้งเวลาเปิดปิดของหลอดไฟได้และยังสามารถแสดงค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน เพื่อแจ้งต่อผู้ใช้งานได้สามารถควบคุมและทำงานได้ทั้ง แบบ

ออนไลน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต และแบบออฟไลน์ผ่านระบบ  
เครือข่ายภายใน

#### SMART METER (SM)

อุปกรณ์ที่ช่วยในการตรวจสอบปริมาณการไหลของกระแสไฟ  
แสดงปริมาณไฟฟ้าที่ไหลผ่านของไฟฟ้าเมนหลัก

#### SMART PLUGS (SP)

อุปกรณ์ที่ช่วยในการเปิดปิดอุปกรณ์สามารถตั้งเวลาเปิดปิดได้  
และสามารถวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในแต่ละอุปกรณ์ที่  
เชื่อมต่อได้

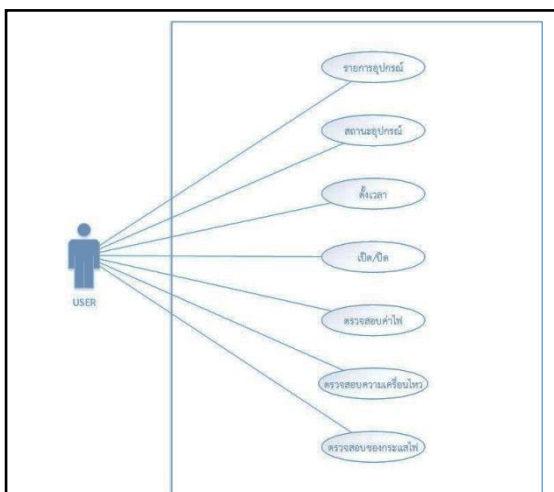
#### SMART LIGHT & SECURITY (SLS)

อุปกรณ์ที่ช่วยในการตรวจจับความเคลื่อนไหวภายในบ้านและ  
ตรวจจับการเปิดประตูเมื่อเปิดระบบ ในเวลาที่ใช้ทำงานไม่อยู่  
ภายในบ้านเรือนสามารถตั้งเวลาและปรับความสว่างของ  
หลอดไฟได้

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้า  
สำหรับที่อยู่อาศัยโดยใช้ IoT

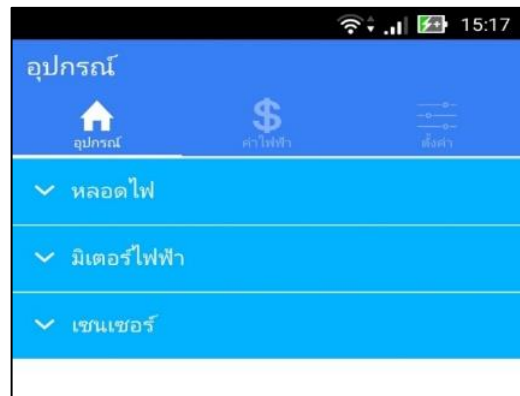
- 1 Use Case Diagram
- 2 หน้าจอแอปพลิเคชัน

#### 1. Use Case Diagram



รูปที่ 2 Use case Diagram ของระบบ

#### 2. หน้าจอแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3 หน้าจอการทำงานของแอปพลิเคชัน

#### 3.4 พัฒนาระบบ

3.4.1 การสร้างแอปพลิเคชันในการควบคุมอุปกรณ์ที่  
ได้สร้างขึ้นมา ให้สามารถใช้งานได้ง่ายมากที่สุด มีความสะดวก  
ต่อผู้ใช้งาน

3.4.2 การใช้ ESP8266 เพื่อเป็นการเชื่อมต่อ  
อุปกรณ์กับระบบเครือข่ายทั้งระบบการใช้งานไม่ผ่าน  
อินเทอร์เน็ตที่ต้องอยู่ภายใต้เครือข่ายเน็ตเวิร์คเดียวกัน  
และผ่านอินเทอร์เน็ตที่สามารถควบคุมได้ในระยะไกล

3.4.3 เชื่อมต่อกันด้วยระบบ cloud services  
เพื่อเป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลให้สามารถใช้ได้ในระบบ  
อินเทอร์เน็ต

#### 3.5 ทดสอบระบบ

ทดสอบการเชื่อมต่อของระบบโดยไม่ผ่านอินเทอร์เน็ต  
และสามารถไปใช้ระบบผ่านอินเทอร์เน็ตได้โดยไม่ต้องทำการใดๆ  
หลังจากที่ได้เซตค่าเริ่มต้นให้กับระบบไปแล้ว

ทดสอบการสั่งการควบคุมหลอดไฟทั้ง 2 ดวงด้วยการ  
สั่งการเปิด/ปิด การปรับระดับความสว่าง การตั้งเวลาเปิด/ปิด

ทดสอบการรับข้อความแจ้งเตือนเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าเกิน  
และแจ้งเตือนเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวได้

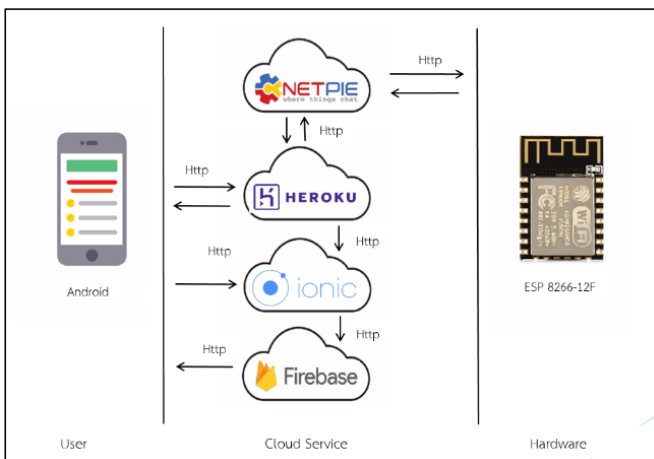
ทดสอบการวัดการใช้พลังงานของอุปกรณ์ด้วยเซ็นเซอร์  
วัดกระแส และคำนวณพลังงานออกมา

#### 4. ผลการดำเนินการ

ระบบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในส่วนต่าง ๆ ของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัยโดยใช้ IoT โดยระบบที่จัดขึ้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนของการแสดงสถานะ การควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟ และกราฟการใช้กระแสไฟฟ้า
2. ส่วนของการประกอบวงจรของชุดอุปกรณ์สำหรับควบคุมการเปิดปิดไฟฟ้าและ Sensor ACS712 สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน

##### 4.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ



รูปที่ 4 ไดอะแกรมการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 4 เป็นรูปไดอะแกรมการทำงานของระบบ โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. ส่วนซ้าย คือ ส่วนของแอปพลิเคชันที่จะคอยรับและส่งค่าให้กับ Cloud service Heroku และรอรับการแจ้งเตือนจาก case เป็น Cloud ที่ทำงานคอยส่งการแจ้งเตือนที่คู่กับ Ionic Framework
2. ส่วนกลาง คือ ส่วนของการทำงานการรับส่งข้อมูลผ่านระบบ Cloud Service โดยระบบได้เชื่อมต่อกับเครือข่ายทั้งหมด 3 ส่วนดังนี้

2.1 Netpie เป็นระบบสำหรับใช้ในการติดต่อกับส่วนการทำงานของ ESP8266-12F โดยจะมีการส่งและรับค่าจากส่วนต่าง ๆ

2.2 Heroku เป็นระบบสำหรับการเขียนให้เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับให้แอปพลิเคชันได้เรียกใช้ โดยจะรับและส่งค่าจาก Netpie ต่ไปยังแอปพลิเคชัน และได้เขียนให้ทำการเช็คค่าจาก Netpie เพื่อสั่งให้ Firebase ได้ทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชัน

2.3 Firebase เป็นระบบสำหรับการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยัง Ionic framework สำหรับแจ้งเตือนบนแอปพลิเคชัน

3. ส่วนหลัง คือ ส่วนของ ESP8266-12F ที่เป็นตัวคอนโทรลเลอร์คอยควบคุมอุปกรณ์ และรับสัญญาณจากเซนเซอร์ต่าง ๆ โดยจะคอยรับส่งข้อความไปยัง Netpie

##### 4.2 ภาพโมเดลการใช้งาน



รูปที่ 5 แสดงแบบจำลองการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 5 รูปการจำลองเปิดไฟของอุปกรณ์ที่ได้ติดตั้งไว้ภายในโดยการใช้งานผ่านแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมการเปิด/ปิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยชุดหลอดไฟจะถูกติดตั้งบนเพดาน และอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวจะถูกติดตั้งในส่วนที่สำคัญของตัวบ้าน

#### 4.3 การวิเคราะห์การทำงานของระบบ

รายการ	Arduino Mega R3	Board of S.L.E.C.S.U lot	หมายเหตุ
1. การประกอบ	เป็นบอร์ดสำเร็จรูป	มีการดัดแปลงส่วนประกอบของบอร์ดเพิ่มเติม	ต้องดัดแปลงเพื่อการโปรแกรมข้อมูลลงบนคอนโทรลเลอร์
2. ราคา	แพงกว่า	ถูกกว่า	-
3. ความคุ้มค่า	ใช้งานไม่เต็มความสามารถของบอร์ด	ใช้งานได้เต็มความสามารถของบอร์ด	-
4. ขนาด	ใหญ่กว่า	เล็กกว่า	-
5. ความสามารถในการใช้งานของ User	ใช้งานสะดวก	ใช้งานสะดวก	-

**ตารางที่ 1** ตารางวิเคราะห์การเปรียบเทียบการทำงานของระบบ

จากตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบการใช้งานของ Arduino Mega R3 กับบอร์ดที่ผู้วิจัยได้ประกอบขึ้นจาก ESP8266-2F

การใช้งาน ESP8266-12F ที่ทางผู้วิจัยได้นำมาใช้นั้น จะมีความยากในการจัดทำมากกว่าตัวอุปกรณ์ของระบบที่นำมาเปรียบเทียบคือ บอร์ด Arduino mega R3 ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำเร็จที่สามารถใช้งานได้ทันที เพียงต่อและทำการโปรแกรมได้โดยไม่ต้องดัดแปลงเพิ่มเติม แต่จะใช้งานของตัวอุปกรณ์ได้ไม่คุ้มค่ากับประสิทธิภาพ และมีราคาที่สูงกว่า โดยที่การทำงานของระบบนั้น ESP8266-12F สามารถรองรับได้เพียงพอต่อความต้องการการต่ออุปกรณ์เสริม และมีขนาดที่เล็กกว่า เพียงแต่ว่าตัว ESP8266-12F นั้นจะต้องดัดแปลงเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถทำ

การโปรแกรมการทำงานให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ซึ่งจะไม่มีผลต่อผู้ใช้งานที่จะสามารถใช้งานได้โดยง่ายเหมือนกับระบบที่นำมาเปรียบเทียบ

#### 5. สรุปผลการดำเนินงาน

การออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อของอุปกรณ์บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับส่วนประกอบต่าง ๆ, สามารถควบคุมการทำงานของการทำงานของวงจรกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน, ควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว, ควบคุมการทำงานของเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า, นำค่าที่ได้จากเซนเซอร์ส่งเข้า cloud platform ของ netpie.io เพื่อให้แอปพลิเคชันดึงค่ามาทำการแสดง และสามารถรับคำสั่งการควบคุมจากแอปพลิเคชันได้

จากผลการทดลอง การติดตั้งหลอดไฟจำนวน 2 ดวง ทำให้เห็นถึงการใช้พลังงานของแต่ละอุปกรณ์ และทำการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้จึงทำให้ช่วยในการจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบ ลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น ลดค่าใช้จ่าย และการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว 2 จุด เพิ่มความปลอดภัยให้กับบ้านเรือน

#### 6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรศึกษาและเลือกอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ทำระบบให้เหมาะสมก่อนที่จะจัดซื้อ เพื่อลดความเสี่ยงทั้งในเรื่องค่าใช้จ่ายและความปลอดภัย

6.2 ควรศึกษาการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้เข้าใจ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นทั้งกับอุปกรณ์และตัวผู้ทำ

6.3 ควรคำนวณเรื่องของการเปิด/ปิดไฟ อัตโนมัติตามสภาพแวดล้อม เช่น ปรับแสงสว่างให้สอดคล้องแสงสว่างภายนอก หรือดับลงเพื่อไม่ให้มีผู้อยู่ภายในห้อง การปิดอุปกรณ์อัตโนมัติหากไม่ได้อยู่ในระยะใช้งาน

#### เอกสารอ้างอิง

[1] tormooteach . [วารสารออนไลน์]. Internet of Things, [สืบค้นวันที่ 2559 สิงหาคม 13]. จาก <http://tormootech.blogspot.com/>

[2] Linda-engineering. [วารสารออนไลน์]. ทฤษฎีการคิดค่าไฟฟ้า, [สืบค้นวันที่ 2559 พฤศจิกายน 15]. จาก <https://www.facebook.com/LindaEngineering/posts/249133778526362>

[3] ปกรณ์ โชคโศกสมบัต ,กาญจนา แสนนาได้. ระบบควบคุมไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยี IoT.ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2558.

[4] Xiaomi Inc. [วารสารออนไลน์]. Xiaomi Smart Home Kit, [สืบค้นวันที่ 2559 พฤศจิกายน 15]. จาก <https://www.blognone.com/node/76896>

[5] TP-LINK TECHNOLOGIES. [วารสารออนไลน์]. LTD. TP-LINK Wi-Fi Smart Plug HS 100, [สืบค้นวันที่ พฤศจิกายน 15 2559]. จาก [http://www.tp-link.co.th/products/details/cat-5258\\_HS100.html](http://www.tp-link.co.th/products/details/cat-5258_HS100.html)