



ระบบเปิดปิดไฟอัตโนมัติภายในห้องน้ำโดยใช้โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ESP8266/Node MCU

An Automatic Bath Room Lighting Control Using Wireless Sensor Network ESP8266/Node MCU

มุหัมมัด มั่นครัทธา¹, มุฆอฟฟัล มุดอ², อับดุลเลาะ สะนอยานยา², ซุลกีฟลี กะเต็ง²

Muhammad Mansattha¹, Mukhoffal Mudor², Abdulloh Snoryanya², Sulkiflee kadeng²

บทคัดย่อ

สถานที่ที่มีการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองไม่ว่าจะเป็นในบ้านหรือที่ทำงาน ซึ่งหนึ่งในนั้นคือ ห้องน้ำ ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องเปิดไฟทุกครั้งเมื่อใช้งานห้องน้ำ เมื่อผู้ใช้ได้ออกจากห้องน้ำ ปัญหาหนึ่งที่ได้พบคือ ผู้ใช้บางคนลืมปิดไฟ จากปัญหาดังกล่าวพบว่า มีการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบควบคุมแสงสว่างภายในห้องน้ำอัตโนมัติ โดยใช้ตัวตรวจจับแบบอินฟราเรด (PIR Sensor) ตรวจจับการเคลื่อนไหว เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ เซ็นเซอร์(PIR Sensor) จะส่งค่าตรวจจับไปยังโนด ESP8266/NodeMCU เป็นตัวประมวลผลและควบคุมให้วงจรรีเลย์ เพื่อเปิดและปิดหลอดไฟ ข้อมูลทั้งหมดที่มาจากเซ็นเซอร์โนดจะถูกส่งไปยังระบบเผ้าตรวจเพื่อแสดงผลสถานะของหลอดไฟ และสถานะของเซ็นเซอร์โนดแบบเวลาจริง โดยข้อมูลดังกล่าวที่แสดงผลบนระบบเผ้าตรวจสามารถตรวจสอบการทำงานความผิดพลาดของเซ็นเซอร์โนดได้ ผลจากการทดสอบระบบ และเปรียบเทียบการใช้พลังงานภายในห้องน้ำก่อนและหลังติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานภายในอาคาร 6 ชั้นของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ห้องน้ำ พลังงาน ESP8266/NodeMCU เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

Abstract

We all know that one of the places where power wastage happens most in homes and offices is at bathroom. We usually turn on light when enter into the bathroom and forget turnoff the light when our leave it in a hurry. This paper presents a development of an automatic bath room lighting control using PIR sensor to control lighting and sent the data to the ESP8266/NodeMCU to control relay for ON/OFF light bulb. The data are sent by the sensor node to monitor system and are displayed as the status of light bulb, and status of the sensors node in real time. From the data displayed in the monitor, we can also detect if there are any malfunctions on the sensor nodes. The experimental results show that the automatic bath room lighting control system are reduce energy usage in princess of naradhiwas university engineering building.

Keywords: Bathroom, Energy, ESP8266/Node MCU, PIR Sensor

¹ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

¹ Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Princess of Naradhiwas University

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

² Faculty of Engineering, Princess of Naradhiwas University

บทนำ

ปัญหาที่พบด้านพลังงานในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ คือภายในห้องน้ำของอาคาร ผู้ใช้มักจะมีการเปิดไฟแสงสว่างขึ้นมาก และปัญหาที่ตามมาคือ เมื่อผู้ใช้ออกจากห้องน้ำผู้ใช้ส่วนใหญ่จะลืมปิดไฟแสงสว่าง เมื่อทำการวัดการใช้พลังงานภายในห้องน้ำของคณะวิศวกรรมศาสตร์ พบว่ามีการใช้พลังงานมาก และเกิดการสิ้นเปลือง งานวิจัยที่ผ่านมานี้ได้นำเสนอแบบจำลองระบบควบคุมความสว่างอัตโนมัติภายในอาคารด้วยพีแอลซี (Programmable logic controller: PLC) โดยพีแอลซีจะได้รับสัญญาณเข้าจากวงจรวัดความเข้มแสง (Light Sensor) เพื่อไปประมวลผล แล้วส่งสัญญาณออกไปควบคุมการทำงานของวงจรหรี่ไฟ (Dimmable circuit) และม่านปรับแสง (Curtain) เพื่อปรับแสงปริมาณแสงที่มาจากธรรมชาติและแสงจากแหล่งกำเนิดแสงภายในอาคาร ให้เพียงพอกับความต้องการของผู้ใช้งาน ภายในอาคารสำนักงานและเหมาะสมตามสภาพแวดล้อม อันจะเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานเกินความจำเป็นในการผลิตแสงสว่าง ลดต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายด้านพลังงานก่อให้เกิดการใช้พลังงาน อย่างประหยัดและคุ้มค่า (ณัฐวิทย์ อินทเจริญสถานต์, มานนท์ ชันธทอง และวัจนกร วงศบุญรัตน์, 2554) และงานวิจัยระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ ZigBee เพื่อใช้ในการควบคุมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าจากระยะไกล โดยระบบนี้สามารถตรวจสอบได้ว่า ณ ขณะใดขณะหนึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่หรือไม่ หากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่ สามารถสั่งให้ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ซึ่งผู้ใช้สามารถสั่งงานได้ผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตหรือผ่านทางโทรศัพท์มือถือ ในการพัฒนาใช้เทคโนโลยี ZigBee ซึ่งเป็นโมดูลรับส่งสัญญาณไร้สาย ทำให้สามารถควบคุมการทำงานของระบบได้จากระยะไกล มีการใช้พลังงานน้อย จึงสามารถใช้งานได้นาน และมีราคาถูก จึงทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย (สรกฤษ สิริปริตกุล และพิมลลักษณ์ จิรกุลนก, 2551) พร้อมกันนี้ยังมีผู้วิจัยระบบอัจฉริยะควบคุมความสว่างด้วยโปรโตคอล DALI โดยยังคงรับค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างและส่งคำสั่งไปควบคุมความสว่างของหลอดไฟ เพื่อปรับปริมาณความสว่างบริเวณนั้นให้เหมาะสมกับการใช้งาน ระบบนี้ยังสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านคลื่นวิทยุไร้สายแบบซิกบี (ZigBee) ความถี่ 2.4 GHz เพื่อสั่งควบคุมการทำงานของหลอดไฟจากบริเวณอื่นได้อีกด้วย (เอกชัย ลีลารัศมี และสราวุฒิ เดชจรัสโยธิน, 2554)

งานวิจัยที่ผ่านมานำเสนอระบบจัดการพลังงานภายในอาคารโดยมีข้อแตกต่างในด้านรูปแบบและวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกรณี ซึ่งงานวิจัยนี้มีข้อแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมาก็คือ ได้นำเทคโนโลยี IOT (Internet of Thing) โดยใช้โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ESP8266/Node MCU ซึ่งผู้ใช้งานสามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร และสามารถเฝ้าตรวจ (Monitor) พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

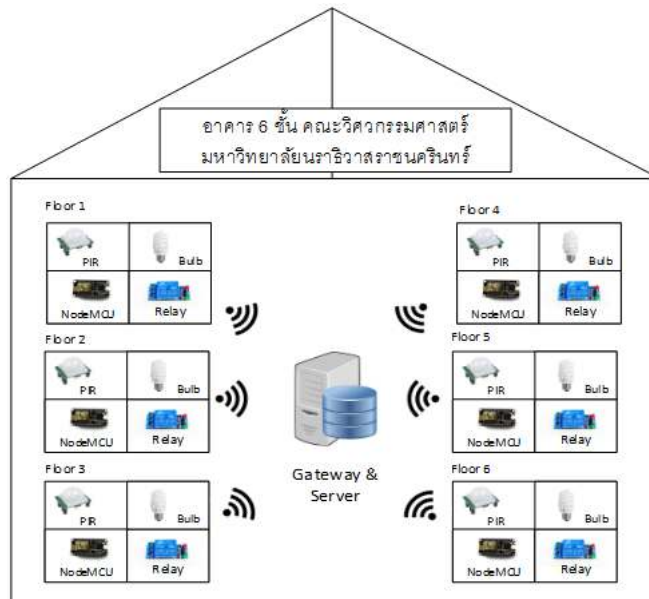
1. ออกแบบระบบควบคุมการเปิดปิดไฟ และเฝ้าตรวจพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์แบบอัตโนมัติ
2. ทดสอบระบบ และเปรียบเทียบการใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้า (A) ภายในห้องน้ำก่อนและหลังติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยใช้โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ESP8266/NodeMCU ของอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

ระเบียบวิธีวิจัย

โครงสร้างรวมของระบบเปิดปิดไฟอัตโนมัติภายในอาคารประกอบ 2 ส่วนที่สำคัญ คือ

1. อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และโครงข่ายเซ็นเซอร์โนดไร้สาย

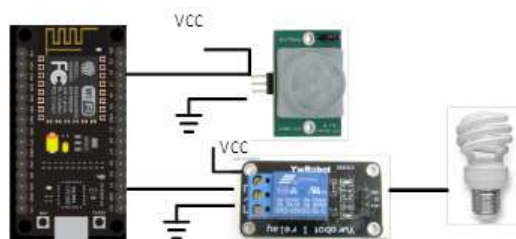
ชุดอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และโครงข่ายเซ็นเซอร์โนดไร้สายจะประกอบด้วย เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ (PIR) โมดูลควบคุม Node MCU รีเลย์ 1 ช่องสัญญาณ และหลอดไฟ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างระบบเปิดปิดไฟอัตโนมัติภายในอาคาร

จากภาพที่ 1 อาคารเรียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ มีอยู่ทั้งหมด 6 ชั้น ซึ่งแต่ละชั้นภายในห้องน้ำจะติดตั้งระบบควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟอัตโนมัติ โดยใช้เซนเซอร์ PIR ตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ ถ้าพบว่ามีวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาภายในห้องน้ำเซนเซอร์ก็จะส่งข้อมูลทางดิจิทัลไปยังโมดูล Node MCU ซึ่งเป็นตัวประมวลผลที่มีการสื่อสารแบบไร้สาย ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟผ่านรีเลย์ จากนั้นโมดูล Node MCU ส่งข้อมูลสถานะหลอดไฟ (เปิด-ปิด) ไปยังอุปกรณ์เกตเวย์และเซิร์ฟเวอร์ ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตภายนอก โดยผู้ใช้สามารถรับรู้พฤติกรรมการใช้พลังงานภายในอาคารได้

1.1 การออกแบบวงจรการทำงาน

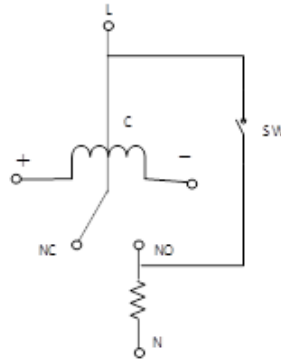


ภาพที่ 2 วงจรของระบบควบคุมเปิดปิดหลอดไฟอัตโนมัติ

จากภาพที่ 2 วงจรของระบบควบคุมเปิดปิดหลอดไฟอัตโนมัติประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ

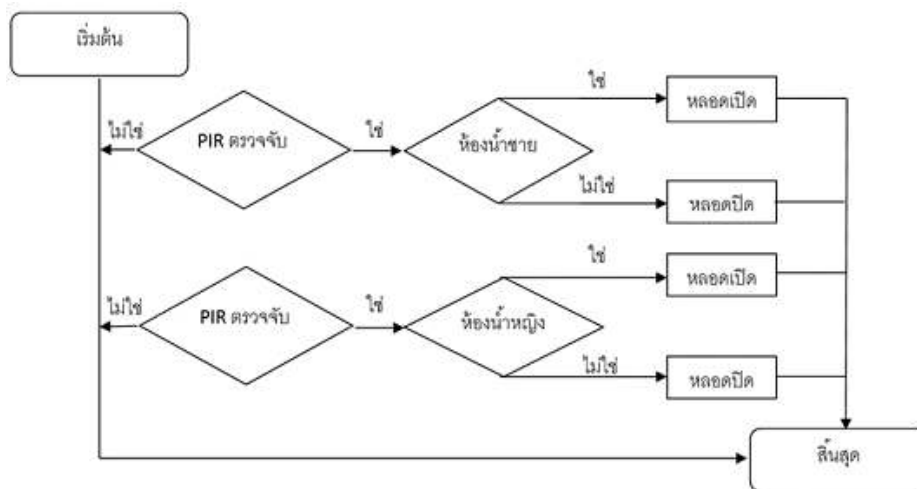
- 1) เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ทำหน้าที่ตรวจจับผู้ใช้งาน (Lady ada) ขณะเข้าภายในห้องน้ำ หลังจากนั้นเซนเซอร์จะส่งข้อมูลที่เป็นดิจิทัลส่งไปยังโมดูล Node MCU ต่อไป
- 2) โมดูล Node MCU ทำหน้าที่ ประมวลผลและควบคุมการทำงานของระบบ (Yichone) โดยจะรับอินพุตจากตัวเซนเซอร์ จากนั้นจะไปควบคุมการเปิดปิดรีเลย์ พร้อมกันนี้จะส่งข้อมูลสถานะหลอดไฟ (เปิด-ปิด) ไปยังระบบเซิร์ฟเวอร์ต่อไป

- 3) รีเลย์ ทำหน้าที่ ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อให้หลอดไฟเปิดหรือปิด
- 4) หลอดไฟ



ภาพที่ 3 การต่ออุปกรณ์รีเลย์ร่วมกับสวิตช์มาตรฐาน

จากภาพที่ 3 ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบควบคุมอัตโนมัติที่ยังสามารถใช้ร่วมกับสวิตช์มาตรฐานที่ติดกับผนังของอาคารได้ กล่าวคือ ผู้ใช้งานสามารถใช้งานทั้งสองระบบในเวลาเดียวกันได้ ทั้งนี้เพื่อให้ระบบมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด และสามารถบำรุงรักษาได้อย่างง่าย

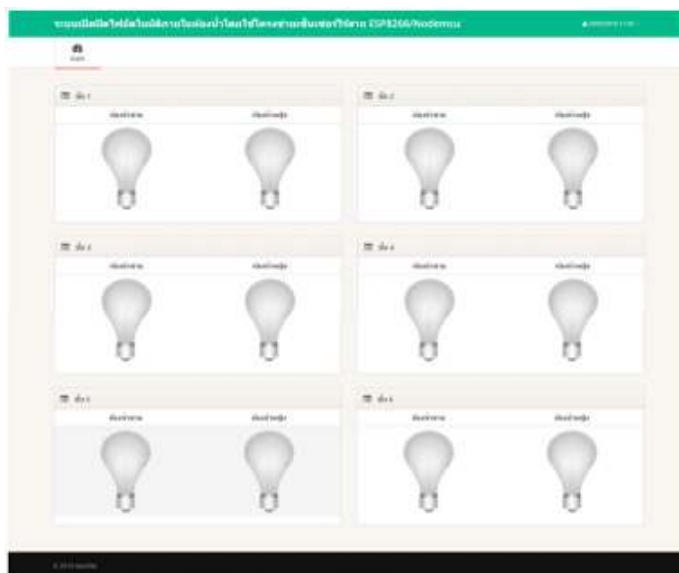


ภาพที่ 4 Flow Chart การทำงานของแต่ละชั้น

จากภาพที่ 4 การออกแบบขั้นตอนวิธี จะเริ่มจากถ้ามีวัตถุเข้ามาบริเวณภายในห้องน้ำ โปรแกรมสั่งให้วงจรปิดสวิตช์ เพื่อให้หลอดไฟติด และโปรแกรมจะไม่สั่งให้วงจรปิด ในกรณีที่ไม่มีวัตถุเข้ามาในห้องน้ำ จากนั้นโมดูล NodeMCU ส่งค่าสถานะหลอดไฟ (เปิด/ปิด) ไปยังโครงข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ตต่อไป

2. ระบบเฝ้าตรวจ

ออกแบบส่วนแสดงผลบนอินเทอร์เน็ตการทำงานของส่วนแสดงผลบนอินเทอร์เน็ต เป็นส่วนที่ใช้ส่วนหน้าเว็บที่ใช้แสดงสถานะเปิด-ปิดของหลอดไฟ บนเว็บอินเทอร์เน็ต โดยแบ่งการแสดงผลเป็นชั้นๆ



ภาพที่ 5 ส่วนแสดงผลบนอินเทอร์เน็ต

จากภาพที่ 5 เป็นส่วนหน้าเว็บที่ใช้แสดงสถานะเปิด-ปิดของหลอดไฟ มีหน้า Login ที่ใช้รหัสผ่านเข้าไปยังหน้าเว็บแสดงผล โดยแสดงสถานะเปิด-ปิดของหลอดไฟจะแสดงด้วยรูป หลอดไฟสว่าง และดับ

ผลการวิจัย

1. ทดสอบการตรวจจับของเซนเซอร์อินฟราเรด (PIR Sensor)

1.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

- 1) เพื่อหาระยะทาง และมุมมองค่าที่เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้
- 2) เพื่อหาตำแหน่งการวางเซนเซอร์ในห้องน้ำให้ครอบคลุมมากที่สุด

1.2 วิธีการทดสอบ



ภาพที่ 6 ตำแหน่งการวางเซนเซอร์และรัศมีระยะตรวจจับ

- 1) จากภาพที่ 6 หาค่าตำแหน่งที่เหมาะสม (Location Optimization) โดยติดตั้งบริเวณเพดานของห้องน้ำ
- 2) นำตลับเมตร เพื่อมาวัดรัศมีการตรวจจับบริเวณของห้องน้ำ โดยวัดจากจุดกึ่งกลางของเซนเซอร์

1.3 ผลการทดสอบ

ตารางที่ 1 ทดสอบการตรวจจับของเซนเซอร์

ระยะทาง	สถานะตรวจจับ	มุม (องศา)
1 เมตร	ตรวจจับได้	140°
2 เมตร	ตรวจจับได้	140°
3 เมตร	ตรวจจับได้	140°
4 เมตร	ตรวจจับได้	140°
5 เมตร	ตรวจจับได้	140°
6 เมตร	ตรวจจับได้	140°
7 เมตร	ตรวจจับได้	140°
7.5 เมตร	ตรวจจับได้	140°
7.6 เมตร	ตรวจจับไม่ได้	140°

จากตารางที่ 1 พบว่าเซนเซอร์อินฟราเรดมีรัศมีการตรวจจับที่ระยะทาง 7.5 เมตร ซึ่งมีมุมการกระจายของคลื่นอินฟราเรดเท่ากับ 140 องศา

1.4 สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบสามารถหาตำแหน่งการวางเซนเซอร์อินฟราเรดให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดในห้องน้ำที่มีขนาด 8 ตารางเมตรได้ ทั้งนี้เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. ทดสอบการใช้พลังงานก่อนใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติและหลังใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ

2.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

ศึกษาและเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้งระบบควบคุมแสงสว่างภายในห้องน้ำอัตโนมัติ ระหว่างวันที่ 1 มีนาคม 2559 ถึง 31 พฤษภาคม 2559

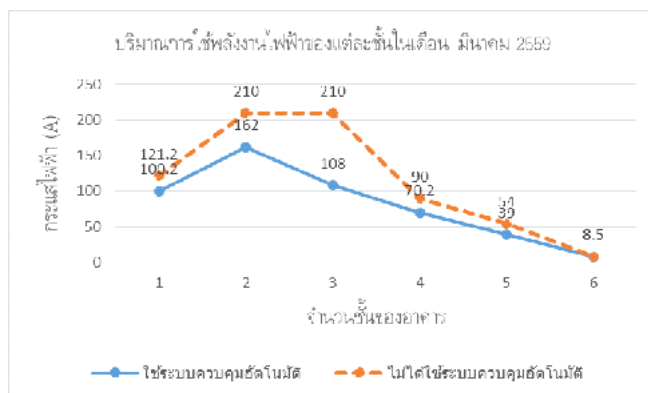
2.2 วิธีการทดสอบ

การทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ห้อง โดยห้องแรกเป็นห้องน้ำที่ติดตั้งระบบเปิดปิดไฟอัตโนมัติ และห้องที่สองไม่ได้ติดตั้งระบบเปิดปิดไฟอัตโนมัติ โดยแต่ละชั้นมีจำนวนผู้ทดสอบที่แตกต่างกัน คือ

- 2.2.1 ชั้นที่ 1 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มีจำนวนคนทดสอบทั้งหมด 45 คน
- 2.2.2 ชั้นที่ 2 สาขาวิศวกรรมโยธา มีจำนวนคนทดสอบทั้งหมด 121 คน
- 2.2.3 ชั้นที่ 3 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มีจำนวนคนทดสอบทั้งหมด 92 คน
- 2.2.4 ชั้นที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มีจำนวนคนทดสอบทั้งหมด 55 คน
- 2.2.5 ชั้นที่ 5 สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มีจำนวนคนทดสอบทั้งหมด 32 คน
- 2.2.6 ชั้นที่ 6 ห้องกิจกรรม มีจำนวนคนทดสอบทั้งหมด 10 คน

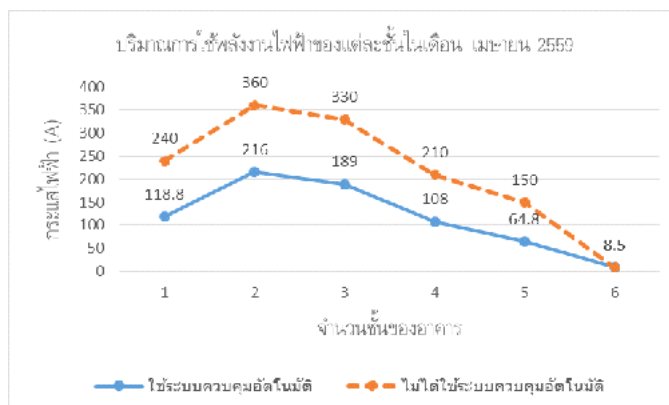


2.3 ผลการทดสอบ



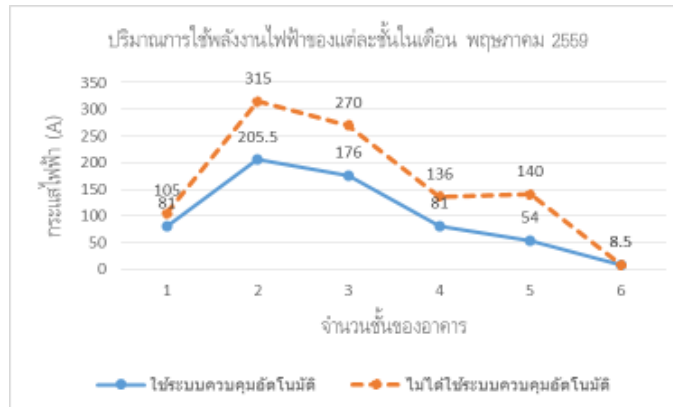
ภาพที่ 7 ทดสอบการใช้พลังงานเดือนมีนาคม

จากภาพที่ 7 แสดงผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยวัดกระแสไฟฟ้าในแต่ละชั้น พบว่า ชั้น 1-6 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง เมื่อเทียบกับห้องน้ำที่ไม่ได้ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ



ภาพที่ 8 ทดสอบการใช้พลังงานเดือนเมษายน

จากภาพที่ 8 แสดงผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยวัดกระแสไฟฟ้าในแต่ละชั้น พบว่า ผลจากการแก้ไขปัญหาฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของเซนเซอร์ในเดือนมีนาคม ทำให้พบว่าชั้น 1-6 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับห้องน้ำที่ไม่ได้ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ



ภาพที่ 9 ทดสอบการใช้พลังงานเดือนพฤษภาคม

จากภาพที่ 9 แสดงผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยวัดกระแสไฟฟ้าในแต่ละชั้น พบว่า ชั้น 1-6 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับห้องน้ำที่ไม่ได้ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ

2.4 สรุปผลการทดสอบ

ผลจากการใช้ระบบควบคุมเปิดปิดไฟอัตโนมัติภายในห้องน้ำ เมื่อเทียบกับห้องน้ำที่ไม่ได้ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ ภายในระยะ 3 เดือน พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานของอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ทดสอบการทำงานของระบบเฝ้าตรวจ (Monitoring)

3.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

- 1) เพื่อทราบสถานะของหลอดไฟ (เปิดปิด) ในห้องน้ำในแต่ละชั้นผ่านระบบอินเทอร์เน็ต
- 2) เมื่อเซนเซอร์โนดมีปัญหา สามารถแก้ไขปัญหาได้ทันทีทันใด

3.2 วิธีการทดสอบ

ทดสอบส่งข้อมูลสถานะหลอดไฟ (ติดและดับ) จากเซนเซอร์โนดไร้สายไปยังเครื่องแม่ข่าย (Server) แบบเวลาจริง ซึ่งเครื่องแม่ข่ายจะมีการเชื่อมต่อกับโครงข่ายอินเทอร์เน็ต

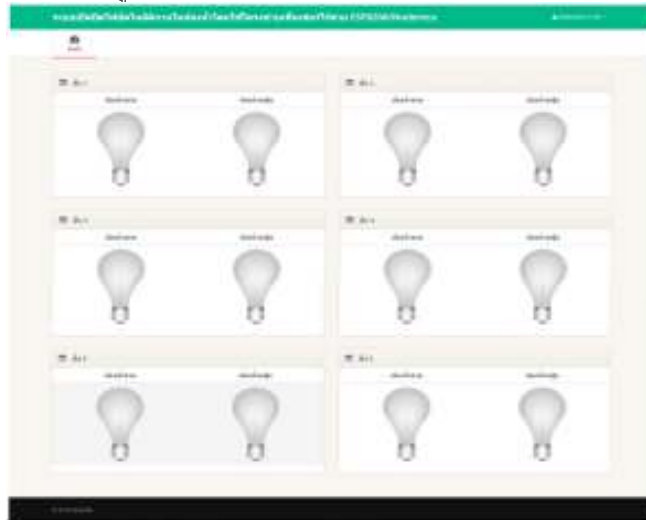
3.3 ผลการทดสอบ



ภาพที่ 10 หน้าเว็บแสดงผลกรณีผู้ใช้ห้องน้ำ และทำให้หลอดไฟเปิด



จากภาพที่ 10 แสดงสถานะการใช้ห้องน้ำของแต่ละชั้น (1-6) พบว่า เมื่อมีบุคคลใช้ห้องน้ำในชั้นที่ 1 และ เซ็นเซอร์ตรวจจับได้ ทำให้หลอดไฟจะถูกเปิด (สีหลอดไฟเป็นสีเหลือง)



ภาพที่ 11 หน้าเว็บแสดงผลกรณีไม่มีผู้ใช้ห้องน้ำ และทำให้หลอดไฟปิด

จากภาพที่ 11 แสดงสถานะการใช้ห้องน้ำของแต่ละชั้น (1-6) พบว่า เมื่อไม่มีบุคคลใช้ห้องน้ำ และ เซ็นเซอร์ไม่สามารถตรวจจับได้ ทำให้หลอดไฟจะถูกปิด (สีหลอดไฟเป็นสีเทา)

3.4 สรุปผลการทดสอบ

การส่งข้อมูลจากโครงข่ายเซนเซอร์โนดไร้สายไปยังเครื่องแม่ข่าย เพื่อแสดงผลสถานะของหลอดไฟแบบ เวลาจริงนั้น สามารถเก็บข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนได้ พร้อมทั้งสามารถตรวจสอบการทำงานความผิดพลาดของเซนเซอร์โนดได้

สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างระบบควบคุมแสงสว่างภายในห้องน้ำอัตโนมัติ ของอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ โดยใช้ตัวตรวจจับแบบอินฟราเรด PIR เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว โดยมีตัวประมวลผล ESP8266/Node MCU ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิด หลอดไฟ พร้อมกันนี้ Node MCU จะส่งค่าสถานะของหลอดไฟ (ติดหรือดับ) แบบไร้สายไปยังเครื่องแม่ข่ายโดยผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ตต่อไป เพื่อแสดงผลสถานะของหลอดไฟ ทำให้ผู้ใช้งานได้ทราบถึงพฤติกรรมการใช้ห้องน้ำของอาคารแบบเวลาจริงได้ อีกทั้งผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบควบคุมนี้ยังสามารถใช้ควบคู่กับสวิตช์ไฟแบบเดิมได้ การออกแบบในครั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานของผู้ใช้ให้มากที่สุด จากผลการทดสอบ พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานของอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้คณะอื่นๆภายในมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ และหน่วยงานภาครัฐและเอกชน สามารถนำงานวิจัยนี้ไปเป็นต้นแบบของระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานของอาคารในอนาคตที่มีข้อดีในเรื่องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ดีขึ้น และเรื่องการประหยัดพลังงานให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด



ข้อเสนอแนะ

1. ในอนาคตควรออกแบบระบบเซนเซอร์ให้มีการตรวจจับตำแหน่งของคน ปริมาณคน เพื่อที่จะได้ควบคุมแสงสว่างของหลอดไฟได้
2. พัฒนาซอฟต์แวร์บนระบบปฏิบัติการ Android และ IOS เพื่อให้ผู้ใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

- ณัฐวิทย์ อินทเจริญกานต์, มานนท์ ชันท์ทอง, และวัจนกร วงศธรบุญรัตน์. (2554). การควบคุมความสว่างภายในอาคารด้วยพีแอลซีโดยใช้ตัวตรวจวัดแสง. วิทยานิพนธ์ภาควิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- สรกฤช สิริปรีดากุล, และพิมลลักษณ์ จิรกุลกนก. (2551). การพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ ZigBee. วิทยานิพนธ์ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- เอกชัย ลีลาวัณย์ และสรวิทย์ เดชจรัสโยธิน. (2554). ระบบอัจฉริยะควบคุมความสว่างด้วยโปรโตคอล DALI. วารสารวิจัยพลังงาน, 8(2), 45-53.
- Lady ada. **PIR Motion Sensor**. Retrieved November 13, 2015, from <https://cdn-learn.adafruit.com/pir-passive-infrared-proximity-motion>.
- Yichone. **Development of NodeMCU**. Retrieved October 11, 2015, from <https://www.gitbook.com/book/smartarduino/development-of-NodeMCU/details>.