

**ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานแบบอัตโนมัติ
ด้วยเทคโนโลยี การบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย**
**The Automatic Control of Electrical Power Consumption in the Office by Using Radio
Frequency Identification Technology: Case Study of Eastern Asia University**

กิตติเชษฐ์ นนทะสุด

Kittichet Nontasud

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

Faculty of Engineering, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานแบบอัตโนมัติ โดยการใช้เทคโนโลยีการบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกติดตั้งภายในห้องสำนักงานให้มีการใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้งานในห้องสำนักงานนั้น ๆ ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานลดลงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้มีการทดลองติดตั้งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ซึ่งสามารถจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) เครื่องปรับอากาศ (2) ไฟแสงสว่าง และ (3) อุปกรณ์สำนักงานอื่น ๆ (เช่น เครื่องพิมพ์ คอมพิวเตอร์ ตั้งโต๊ะ เป็นต้น) โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง 3 กลุ่ม มีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าดังนี้ เครื่องปรับอากาศร้อยละ 68.06 ไฟแสงสว่างร้อยละ 26.22 และอื่น ๆ ร้อยละ 5.72 จากการเปรียบเทียบผลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงาน ก่อนการติดตั้งและหลังติดตั้งระบบควบคุม พบว่า ก่อนการติดตั้งระบบควบคุมภายในห้องสำนักงาน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน 1,238 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และหลังการติดตั้งระบบควบคุม มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน 899 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 27.38

คำสำคัญ: เทคโนโลยีการบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ, พลังงานไฟฟ้า, สำนักงาน

Abstract

This research proposes the automatic system for controlling electric power consumption by using radio frequency identification technology. This technology thus control the equipment installed in the office so that it can be used properly in accordance with the number of active users in the room, which results in less power consumption but more effective utilization. In this research, the experiment has also been carried out by installing the control system in the office of the Faculty of Engineering, Eastern Asia University. The electrical equipment in the office can be classified into three categories: (1) air conditioner (2) lighting and (3) other office equipment (e.g. printers, desktop computers, etc.). All three types have the following power consumption ratios of 68.06 percent, 26.22 percent, and 5.72 percent respectively. The research shows that the average monthly electric power consumption before

installing the control system is 1,238 kWh, and after installing the control system, the average monthly electric power consumption is 899 kWh. In other words, the control system can reduce overall electric power consumption by 27.38 percent.

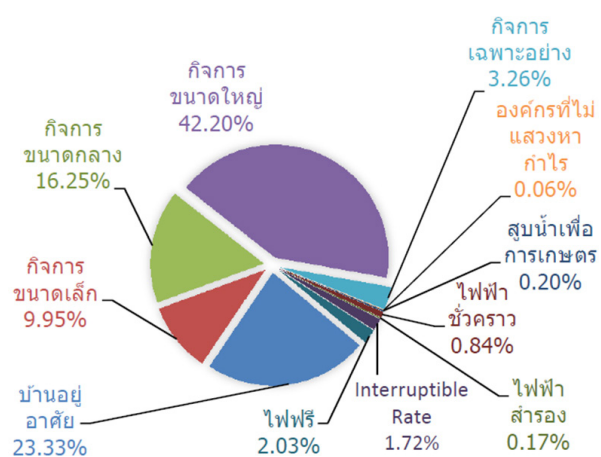
Keywords: radio frequency identification technology, electrical power consumption, office



บทนำ

ปัจจุบันการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานหรือองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนมีความสำคัญยิ่ง ซึ่งหากหน่วยงานใดสามารถบริหารจัดการได้ดีมีประสิทธิภาพจะส่งผลให้ภาระค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายในแต่ละเดือนลดลงและยังส่งผลไปถึงการลดภาระของประเทศในการจัดหาพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ

จากสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในประเทศไทยสำรวจโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคพบว่าร้อยละ 68.4 ใช้เพื่อการดำเนินกิจการ หน่วยงานหรือองค์กรที่ดำเนินกิจการทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่นั้นย่อมมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการดำเนินกิจการ



ภาพ 1 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า

ที่มา จาก รายงานประจำปี 2558, โดย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2015, สืบค้นจาก <https://www.pea.co.th>

ที่ผ่านมามีผู้วิจัยที่ทำการศึกษาวิจัยวิธีการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร ซึ่งมีทั้งงานวิจัยเชิงนโยบายและการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เพื่อช่วยในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น

जरศักดิ์ กันผง และวิรัช นุญศักดิ์ (2010) พลังงานไฟฟ้าส่วนหนึ่งของแต่ละหน่วยงานหรือองค์กรจะถูกใช้สำหรับอาคารหรือห้องสำนักงาน ซึ่งสำนักงานแต่ละแห่งจะมีอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าได้แก่ เครื่องปรับอากาศ ไฟแสงสว่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้าสำนักงานอื่น ๆ เป็นต้น ถ้าหากองค์กรเหล่านั้นบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในสำนักงานไม่มีประสิทธิภาพ จะส่งผลให้ภาระค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่สูงเช่นเดียวกันถ้าหากว่าองค์กรเหล่านั้นสามารถบริหารจัดการการใช้พลังงานได้ดีมีประสิทธิภาพจะทำให้ภาระค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าโดยรวมขององค์กรลดลงด้วยเช่นกัน

สรารุช นนทะสุด (2011a) ในการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานหรือองค์กรเพื่อการประหยัดพลังงานนั้น นอกจากการณรงค์ปลูกจิตสำนึกให้แก่พนักงานหรือบุคลากรในองค์กรแล้วนั้นสิ่งที่จำเป็นและจะต้องมีควบคู่กันไปเพื่อให้การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าเกิดประสิทธิภาพคือเทคโนโลยีสำหรับควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร

ชลวิทย์ เผือกผาสุก (2011) นำเสนอการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสูงสุด เพื่อวิเคราะห์หามาตรการในการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจากผลการวิจัยได้มีการกำหนดมาตรการในการอนุรักษ์พลังงานรวม 6 มาตรการ

ได้แก่ มาตรการปรับปรุงค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของปั้มน้ำในระบบปรับอากาศและหอผึ่งน้ำ มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องส่งลมเย็น มาตรการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 เป็น T5 และมาตรการเปลี่ยนหลอดโซเดียมความดันสูงเป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ รวมผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าทุกมาตรการเท่ากับ 659,097.88 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

กิตติศักดิ์ แจ่มอักษร (2012) นำเสนอแนวทางในการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าอัตโนมัติในอาคารเนื่องจากวิธีการดังกล่าวสามารถควบคุมปัญหาในเรื่องของระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ไม่มีเสถียรภาพ ควบคุมเรื่องของบุคลากรใช้งานเครื่องปรับอากาศเกินความจำเป็น และควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมของระบบ โดยวิธีการดังกล่าวใช้โปรแกรมร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของคอนเดนซิงยูนิตในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยแบ่งเงื่อนไขการทำงานเป็นสองส่วนคือ ควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของระบบ และควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอนเดนซิงยูนิต ผลการดำเนินการสามารถลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของระบบได้ร้อยละ 25.2 และลดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอนเดนซิงยูนิตร้อยละ 25.1

จากงานวิจัยข้างต้นผู้วิจัยได้เสนอแนวทางและระบบที่ใช้ในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารซึ่งถือได้ว่าเป็นส่วนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในการดำเนินกิจการขององค์กร

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย เป็นองค์กรหนึ่งที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อดำเนินกิจการ ซึ่งพลังงานไฟฟ้าส่วนหนึ่งใช้สำหรับห้องสำนักงานซึ่งมีมากถึง 29 ห้อง จากการศึกษาพบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานมีความไม่เหมาะสมกับจำนวนของผู้ใช้

และความจำเป็นที่ต้องใช้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างอุปกรณ์เพื่อช่วยควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานให้เหมาะสมกับความจำเป็นต้องใช้โดยการนำเอาเทคโนโลยีบ่งชี้ลักษณะเฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุและไมโครคอนโทรลเลอร์มาสร้างเป็นระบบควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานแบบอัตโนมัติ เพื่อให้การบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าและภาระค่าใช้จ่ายไฟฟ้าลดลง

ในงานวิจัยนี้จะทำการทดลองติดตั้งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย เพื่อเปรียบเทียบผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานแบบอัตโนมัติ โดยการใช้เทคโนโลยีการบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น พบว่าปัจจุบันห้องสำนักงานแห่งนี้มีผู้ใช้งานจำนวน 9 คน ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) เครื่องปรับอากาศ (2) ไฟแสงสว่าง และ (3) อุปกรณ์สำนักงานอื่น ๆ จากการสำรวจพบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง 3 กลุ่ม เป็นดังนี้ เครื่องปรับอากาศ ร้อยละ 68.06 ไฟแสงสว่าง ร้อยละ 26.22 และอุปกรณ์สำนักงานอื่น ๆ ร้อยละ 5.72 ดังนั้นผู้วิจัยจะเลือกทำการควบคุมเฉพาะเครื่องปรับอากาศ และไฟแสงสว่างเท่านั้น เนื่องจากมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูง และทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการติดตั้งระบบควบคุม พร้อมทั้งคำนวณจุดคุ้มทุนของการติดตั้งระบบควบคุมนี้ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานแบบอัตโนมัติ ด้วยเทคโนโลยีการบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

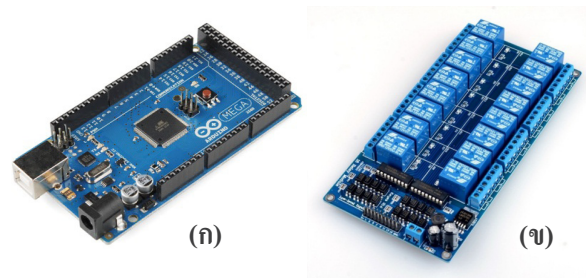
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันมาสร้างเป็นระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานแบบอัตโนมัติเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายและลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในองค์กร มีความคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุด และที่สำคัญมีต้นทุนในการติดตั้งระบบน้อย ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวประกอบด้วย เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ และเทคโนโลยีการบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์

สหรัฐ ศาลาทอง และผุสดี จันทู (2013) ไมโครคอนโทรลเลอร์ (micro controller) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งภายในประกอบด้วยวงจรหลาย ๆ วงจรที่ทำงานร่วมกัน เช่น หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit--CPU) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ และลอจิก (Arithmetic Logic Unit--ALU) เป็นต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานในระบบควบคุมอัตโนมัติได้หลากหลาย เนื่องจากความสามารถในการเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างอิสระ และราคาถูก

ปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายตระกูลให้เลือกใช้ตามความถนัด เช่น ตระกูล AVR ตระกูล PIC ตระกูล MCS-51 ตระกูล Z-80 และตระกูล Arduino เป็นต้น งานวิจัยนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดแบบสำเร็จรูป โดยมี Open Source ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ และความสามารถในการเพิ่ม Boot Loader เข้าไป จึงทำให้การ Upload Code เข้าตัวบอร์ดสามารถทำได้ง่ายขึ้น และยังมีการพัฒนา Software ที่ใช้ในการควบคุมตัวบอร์ดของ Arduino เป็นภาษา C++ ที่โปรแกรมเมอร์ส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยในการใช้งาน ตัวบอร์ดสามารถนำโมดูลมาต่อเพิ่ม ซึ่งทาง Arduino เรียกว่า shield เพื่อเพิ่มความสามารถการทำงานของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และโมดูล Relay ที่ใช้สำหรับสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานอัตโนมัติแสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 (ก) ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด (ข) โมดูลรีเลย์

ในภาพที่ 2 (ก) ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด Arduino MEGA 2560 R3 ใช้สำหรับประมวลผลข้อมูลที่ได้จากเครื่องอ่านบัตร RFID และสั่งการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนภาพ 3 (ข) คือ โมดูลรีเลย์ ขนาด 16 ช่อง เป็นส่วนที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานซึ่งจะทำหน้าที่ปิดและเปิดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าตามคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์

เทคโนโลยีการบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

สรารุช นนทะสุด (2011b) เทคโนโลยีการบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency Identification--RFID) เป็นระบบชี้เฉพาะอัตโนมัติ (Auto-ID) แบบไร้สาย ซึ่งเป็นวิธีระบุเอกลักษณ์วัตถุหรือตัวบุคคลโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ ระบบการบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุมีส่วนประกอบหลัก ๆ ได้แก่ (1) บัตร (tag) และ (2) เครื่องอ่านบัตร (reader) ดังแสดงในภาพ 3



ภาพ 3 (ก) เครื่องอ่านบัตร RFID (ข) บัตร RFID

ภาพ 3 (ก) คือบัตร RFID หรือ Tag ซึ่งจะใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลส่วนตัวของบุคลากรและใช้เป็นบัตรประจำตัวบุคลากร ส่วนภาพ 2 (ข) คือ เครื่องอ่านบัตร RFID หรือ Reader โดยจะส่งคลื่นวิทยุย่านความถี่ UHF

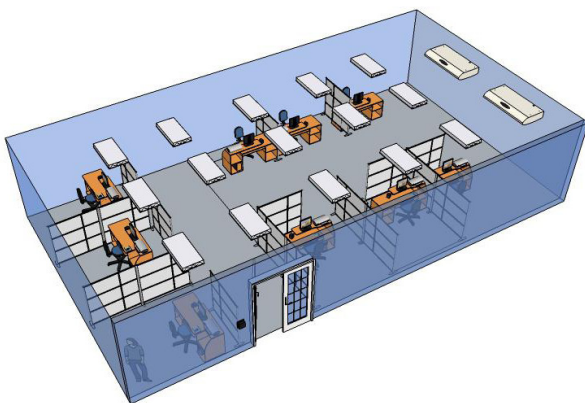
ออกไปเพื่ออ่านบัตร RFID ที่อยู่ในระยะทำการ ซึ่งจะถูกระบุด้วยบริเวณประตูทางเข้าออกห้องสำนักงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอยู่ในห้องสำนักงานของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย พร้อมทั้งศึกษาพฤติกรรมการเข้าและออกของผู้ใช้งานห้องสำนักงานซึ่งมีผู้ใช้งานทั้งหมด 9 คน จากนั้นจึงทำการออกแบบและสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และทำการเปรียบเทียบผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องสำนักงานก่อนและหลังติดตั้งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นระยะเวลา 6 เดือน พร้อมทั้งคำนวณจุดคุ้มทุน

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ซึ่งมีบุคลากรเข้าใช้ห้องสำนักงานนี้จำนวน 9 คน โดยมีผังการจัดตำแหน่งภายในห้องดังภาพ 4



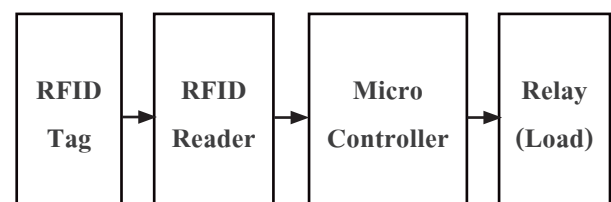
ภาพ 4 ลักษณะภายในห้องสำนักงานคณะวิศวกรรมศาสตร์

อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานคณะวิศวกรรมศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ ได้แก่ (1) เครื่องปรับอากาศ (2) ไฟแสงสว่าง และ (3) อุปกรณ์สำนักงานอื่น ๆ (เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล คอมพิวเตอร์ส่วนกลาง เครื่องพิมพ์ เป็นต้น) จากการสำรวจพบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง 3 กลุ่ม เป็นดังนี้ เครื่องปรับอากาศ ใช้พลังงานไฟฟ้าในสัดส่วนร้อยละ 68.06 ไฟแสงสว่างใช้พลังงานไฟฟ้าในสัดส่วนร้อยละ 26.22 และอุปกรณ์สำนักงานอื่น ๆ ใช้พลังงานไฟฟ้าในสัดส่วนร้อยละ 5.72 ดังนั้นผู้วิจัยจะเลือกทำการควบคุมการทำงานเฉพาะเครื่องปรับอากาศและไฟแสงสว่างเท่านั้น เนื่องจากมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูง โดยมีเครื่องปรับอากาศขนาด 52,000 BTU จำนวน 2 เครื่อง ชุดโคมไฟแสงสว่างแบบหลอดฟลูออเรสเซนต์ (3x36W) จำนวน 15 ชุด แบ่งเป็นไฟแสงสว่างส่วนกลาง 6 ชุด และไฟแสงสว่างประจำโต๊ะทำงานจำนวน 9 ชุด

จากข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจข้างต้น จะถูกนำไปออกแบบระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานแบบอัตโนมัติ ด้วยเทคโนโลยีการบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุต่อไป

การออกแบบระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า

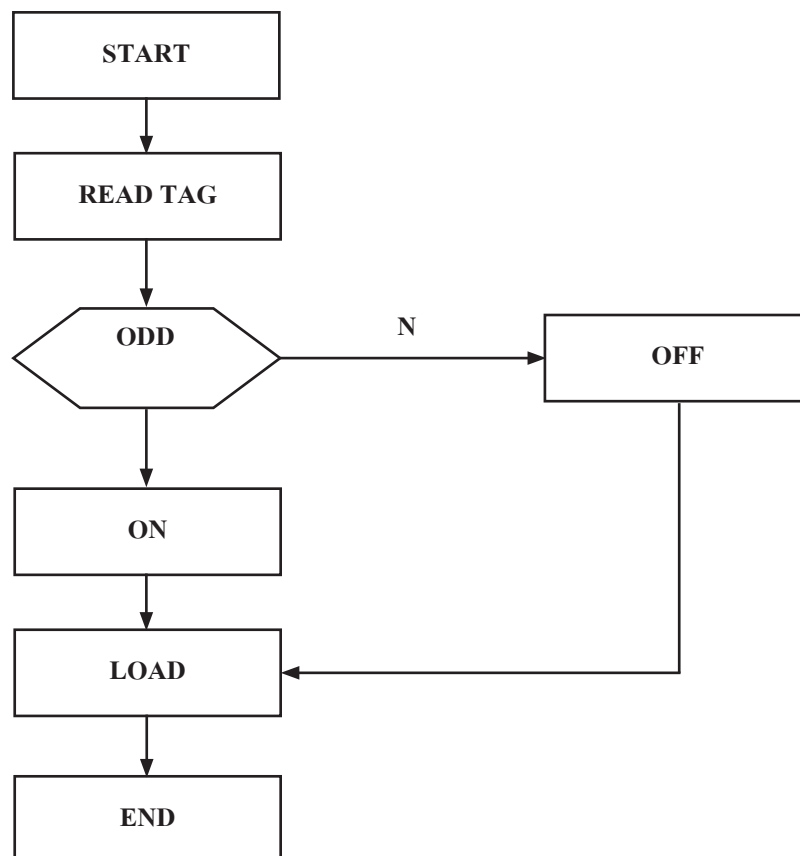
จากการสำรวจข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องสำนักงาน พบว่า เครื่องปรับอากาศ และไฟแสงสว่างมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศและไฟแสงสว่าง ซึ่งส่วนประกอบของระบบควบคุมแสดงดังภาพ 5



ภาพ 5 ส่วนประกอบของระบบควบคุม

ภาพ 5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานแบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีการบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วน คือ (1) บัตร RFID (2) เครื่องอ่านบัตร RFID (3) ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ (4) รีเลย์ ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ เครื่องอ่านบัตร RFID จะส่งคลื่นวิทยุย่านความถี่ UHF ออกไปเพื่อตรวจหาบัตร

RFID ที่อยู่ในระยะและทำการตรวจสอบข้อมูลในบัตรซึ่งก็คือรหัสประจำตัวของผู้ใช้งานห้องสำนักงาน แล้วส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะเข้า หรือ ออก และสั่งการให้รีเลย์ทำงานควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับบุคลากรคนนั้น ๆ ตามที่เขียนโปรแกรมไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งกระบวนการทำงานของโปรแกรมแสดงดังภาพ 6



ภาพ 6 กระบวนการทำงานของโปรแกรม

การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

ในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศนั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ภายในห้องกับระยะเวลาลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศลง โดยมีเงื่อนไขการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศให้ปิดก่อนเวลาพักเที่ยง (ช่วงเช้า) และก่อนเวลาเลิกงาน (ช่วงบ่าย) ได้ผลดังตารางที่ 1

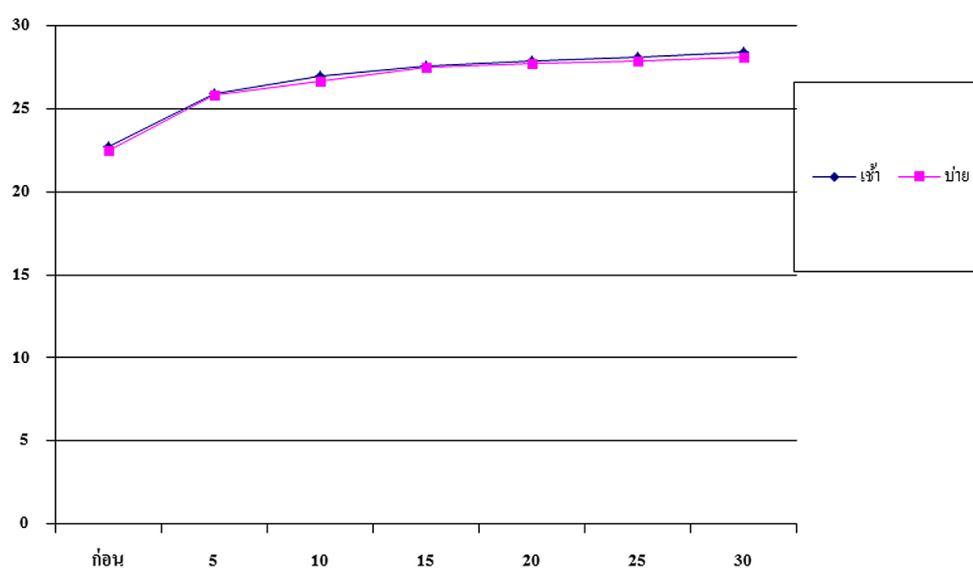
ตาราง 1

อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องหลังจากลดเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

		เช้า (8.30 – 12.00)	บ่าย (13.00 – 16.30)	จำนวนชั่วโมงที่ใช้/วัน
อุณหภูมิภายนอก (°C)		33.9	32.5	-
อุณหภูมิภายใน (°C)	ก่อน	23.5	22.5	8.0
	5 นาที	25.9	25.8	6.9
	10 นาที	27.0	26.7	6.7
	15 นาที	27.6	27.5	6.5
	20 นาที	27.9	27.7	6.3
	25 นาที	28.1	27.9	6.2
	30 นาที	28.4	28.1	6.0

จากตาราง 1 พบว่า หลังจากที่เปิดการทำงานของเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาพักเที่ยง (ช่วงเช้า) และก่อนเวลาเลิกงาน (ช่วงบ่าย) อุณหภูมิจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นแปรผันตามระยะเวลาที่เครื่องปรับอากาศหยุดทำงาน และจำนวนชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศจะลดลง ซึ่งจะ

ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลดลงด้วยเช่นกัน เมื่อนำค่าจากตารางมาเขียนกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในห้องภูมิและเวลาลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศจะทำให้เห็นภาพชัดเจนมากยิ่งขึ้น แสดงดังภาพ 7



ภาพ 7 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยกับเวลาลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

จากภาพ 7 จะสังเกตเห็นว่าอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องสำนักงานก่อนปิดการทำงานของเครื่องปรับอากาศในช่วงเช้าและช่วงบ่ายมีค่าเท่ากับ 23.5°C และ 22.9°C ตามลำดับ หลังจากปิดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิภายในห้องจะเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิภายนอกห้องมีค่าสูงกว่า (อุณหภูมิภายนอกห้องช่วงเช้า 33.9 °C และช่วงบ่าย 30.3°C) จึงทำให้เกิดการถ่ายเทอุณหภูมิจากภายนอกสู่ภายในห้อง จากผลที่ได้นี้ผู้วิจัยจึงเลือกลดเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศในช่วงเช้าและช่วงบ่าย 10 นาที เนื่องจากอุณหภูมิประมาณ 27°C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ทำให้ผู้ใช้งานห้องสำนักงานยังสามารถอยู่ภายในห้องได้โดยไม่รู้สึกร้อน

ผลการลดใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบเครื่องปรับอากาศข้างต้นเป็นผลการวิจัยที่ได้ระหว่างช่วงฤดูหนาว ซึ่งจะมีผลต่ออุณหภูมิภายในห้องและภายนอกห้อง ส่งผลให้ระยะเวลาในการลดการใช้งานของเครื่อง

ปรับอากาศเปลี่ยนแปลงไป และจะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของไฟแสงสว่าง

ในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟแสงสว่างนั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ห้องสำนักงาน พบว่า ในระหว่างเวลาทำงาน บางช่วงเวลาผู้ใช้งานไม่ได้อยู่ในห้อง แต่ไฟแสงสว่างที่โต๊ะทำงานจะถูกเปิดทิ้งไว้ตลอดเวลาซึ่งทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ และบางช่วงเวลาผู้ใช้งานอยู่ในห้องสำนักงานพร้อมกันหมด คอมพิวเตอร์ไฟแสงสว่างจะถูกใช้งานทั้งหมด ซึ่งเมื่อทำการวัดค่าการส่องสว่างบริเวณโต๊ะทำงานแต่ละโต๊ะ พบว่า มีค่าเกินมาตรฐานการส่องสว่างสำหรับพื้นที่ทำงาน ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของไฟแสงสว่างสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์เช่นกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบเงื่อนไขการควบคุมไฟแสงสว่าง โดยจะควบคุมการทำงานของชุดคอมพิวเตอร์ดังตารางที่ 2

ตาราง 2

เงื่อนไขการทำงานของชุดคอมพิวเตอร์ไฟแสงสว่าง

		จำนวนชุดคอมพิวเตอร์ไฟแสงสว่างที่ทำงาน	
		ส่วนกลาง	โต๊ะทำงาน
ก่อนติดตั้ง		6	9
หลังติดตั้ง	ผู้ใช้ 1 คน	4	1
	ผู้ใช้ 2 คน	4	2
	ผู้ใช้ 3 คน	4	3
	ผู้ใช้ 4 คน	4	4
	ผู้ใช้ 5 คน	3	5
	ผู้ใช้ 6 คน	-	6
	ผู้ใช้ 7 คน	-	7
	ผู้ใช้ 8 คน	-	8
	ผู้ใช้ 9 คน	-	9

จากตาราง 2 ชุดโคมไฟแสงสว่าง (ขนาด 3x36W) ที่มีภายในห้องสำนักงานมีจำนวนทั้งหมด 15 ชุด โดยแบ่งออกเป็นชุดโคมไฟส่วนกลางจำนวน 6 ชุด และชุดโคมไฟที่โต๊ะทำงานจำนวน 9 ชุด ซึ่งเงื่อนไขการควบคุม คือ ถ้ามีผู้ใช้งานห้องสำนักงาน 1-4 คน ไฟแสงสว่างแต่ละโต๊ะทำงานจะถูกใช้งาน และไฟแสงสว่างส่วนกลางจะถูกใช้งานจำนวน 4 ชุด เมื่อมีผู้ใช้งานห้องสำนักงานจำนวน 5 คน ไฟแสงสว่างส่วนกลางจะถูกใช้งานจำนวน 3 ชุด และเมื่อมีผู้ใช้งานห้องสำนักงานจำนวน 6-9 คน ไฟแสงสว่างส่วนกลางจะถูกปิดการใช้งานโดยอัตโนมัติทันที

ผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้งระบบควบคุม

งานวิจัยนี้ทำการเก็บผลการวิจัยเป็นเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน ปี 2559 เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนการติดตั้งและหลังการติดตั้งระบบควบคุม โดยเดือนมกราคม-มีนาคม เก็บผลการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนการติดตั้งระบบควบคุม และเดือนเมษายน-มิถุนายน เก็บผลการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังติดตั้งระบบควบคุม ผลที่ได้แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3

การใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนติดตั้งและหลังติดตั้งระบบควบคุม

เดือน	พลังงานไฟฟ้า (kWh)		ประมาณค่าไฟฟ้า (บาท)	
	ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง	ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง
1	1,218	-	5,521.78	-
2	1,253	-	5,686.10	-
3	1,244	-	5,645.25	-
4	-	889	-	4,016.11
5	-	893	-	4,052.42
6	-	910	-	4,093.26
เฉลี่ย	1,238	899	5,617.71	4,079.64

จากตาราง 3 พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยก่อนติดตั้งระบบควบคุมมีค่าเท่ากับ 1,238 kWh และหลังติดตั้งระบบควบคุมค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยเท่ากับ 899 kWh ซึ่งลดลงเท่ากับ 339 kWh คิดเป็นร้อยละ 27.38 เมื่อทำการคำนวณค่าไฟฟ้าเบื้องต้นพบว่าก่อนติดตั้งระบบควบคุมจะจ่ายค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 5,617.71 บาทต่อเดือน และหลังจากติดตั้งระบบควบคุมค่าไฟฟ้าเฉลี่ย

ลดลงเหลือ 4,079.64 บาทต่อเดือน ซึ่งลดลงเท่ากับ 1,538.07 บาทต่อเดือน

ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในสำนักงานอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีการบังคับใช้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ใช้งบประมาณรวมทั้งสิ้น 7,940 บาท ดังนั้นเมื่อกำหนดหาจุดคุ้มทุนในการลงทุนติดตั้งระบบควบคุมนี้จะสามารถคืนทุนโดยใช้เวลาประมาณ 5.2 เดือน

การอภิปรายผล

จากการทดลองประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการแบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในสำนักงานแบบอัตโนมัติ พบว่าระบบนี้สามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องสำนักงานให้ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 27.38 ระบบควบคุมนี้มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างและติดตั้ง จะมีจุดคุ้มทุนที่ประมาณ 5.2 เดือน ซึ่งถือได้ว่าระบบควบคุมนี้เป็นอีกระบบหนึ่งที่สามารถช่วยบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในสำนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานขององค์กร ซึ่งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้านี้สามารถนำไปปรับใช้กับองค์กรที่มีลักษณะการใช้งานห้องสำนักงานที่แตกต่างออกไปได้ง่าย และที่สำคัญใช้งบประมาณในการลงทุนต่ำ

จากการวิจัยนี้พบว่าปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการลดใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องสำนักงาน ได้แก่ (1) ฤดูกาล

ซึ่งจะมีผลต่ออุณหภูมิภายในห้องและภายนอกห้อง ส่งผลต่อการลดระยะเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศเช่น ฤดูหนาว จะสามารถลดระยะเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้นานขึ้นกว่าฤดูร้อน เป็นต้น (2) ทิศทางที่ตั้งของห้องสำนักงาน จะมีผลจากปริมาณแสงภายนอกห้องส่องเข้ามายังภายในห้องซึ่งจะส่งผลต่อการใช้ไฟแสงสว่าง นอกจากนั้นทิศทางของห้องยังมีผลต่ออุณหภูมิภายในห้องอีกด้วย เช่น ห้องที่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ทางตรง จะทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูง ซึ่งจะส่งผลต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และ (3) ประสิทธิภาพและชนิดของเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากเครื่องปรับอากาศเป็นส่วนที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดของห้องสำนักงาน ถ้าหากมีประสิทธิภาพต่ำจะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น หรือถ้าเครื่องปรับอากาศเป็นชนิดอินเวอร์เตอร์ก็จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เช่นกัน



References

- Jangaksorn, K. (2012). Electrical energy management system automatically in the building. *The 8th Conference of the Energy Network of Thailand*, Maha Sarakham. (in Thai)
- Khanpong, K., & Boonsak, W. (2010). *Application the RFID technology for electrical energy management in office*. Bachelor of Engineering (Electrical Engineering) Thesis, Eastern Asia University. (in Thai)
- Nontasud, S. (2011a). The control of electrical energy consumption using wireless automated system. *Procedia Engineering by Science Direct*, 8(1), 15-18.
- Nontasud, S. (2011b). RFID: A non-stop technology. *Journal of Science and Technology*, 5(2), 28-36. (in Thai)
- Puekpasuk, C. (2011). *A sustainable electricity management for building: Study of department of consular affair*. Master of Science (Building Technology Management) Thesis, Durakij Pundit University. (in Thai)
- Provincial Electricity Authority. (2015). *Annual report*. Retrieved from <https://www.pea.co.th>
- Salathong, S., & Junnoo, P. (2013). *The model of energy consumption control system with RFID*. Bachelor of Engineering (Electrical Engineering) Thesis, Eastern Asia University. (in Thai)

