ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนแบบอัตโนมัติ ด้วยเทคโนโลยี Internet of things: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

The Automatic Control of Electrical Power Consumption in the Office by Using Internet of Things Technology: Case Study of Eastern Asia University

กิตติเชษฐ์ นนทะสุด[1] และพีรพนธ์ ตัณฑ์จยะ[2]

Kittichet Nontasud[1] and Phiraphon Tunjaya[2]

[1]คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

[2]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

[1]Faculty of Aviation, Eastern Asia University

[2]Faculty of Information Technology, Eastern Asia University

Received: November 23, 2018

Revised: April 2, 2019

Accepted: April 2, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนแบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี Internet of Thing เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกติดตั้งภายในห้องเรียนให้มีการใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้งานในห้องเรียนนั้น ๆ ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องเรียนลดลงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในงานวิจัยนี้จะทำการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) การควบคุมค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ และ (2) การควบคุมค่าความต้องการพลังงานสูงสุด ซึ่งได้มีการทดลองติดตั้งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย จำนวน 2 ห้อง สามารถจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) เครื่องปรับอากาศ และ (2) ไฟแสงสว่าง ซึ่งใช้เวลาในการทดลองจำนวน 4 เดือน เพื่อเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้งระบบควบคุมฯ จากผลการวิจัยพบว่าระบบนี้สามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนให้ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 8.12 และสามารถควบคุมการเกิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดลดลงร้อยละ 32.35 ซึ่งระบบควบคุมนี้เมื่อทำการติดตั้งจะมีจุดคุ้มทุนที่ประมาณ 4.9 เดือน ซึ่งถือได้ว่าระบบควบคุมนี้เป็นอีกระบบหนึ่งที่สามารถช่วยบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของห้องเรียนแต่ละห้อง ซึ่งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้านี้สามารถนำไปปรับใช้กับห้องเรียนที่แตกต่างออกไปได้ง่าย และที่สำคัญใช้งบประมาณในการลงทุนต่ำ

คำสำคัญ: เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, พลังงานไฟฟ้า, ห้องเรียน

Abstract

This research presents the creation of automatic classroom electricity control using Internet of Thing (IoT) technology. The aim is to control the installed electrical equipment in the classroom so it can be used appropriately with the number of users in the classroom. As a result, the power consumption of the classroom is reduced and becomes more efficient. In this research, an experiment was conducted to set up a power control system in the classrooms of Eastern Asia University. Classroom electrical equipment can be classified into 2 categories: (1) air conditioning and (2) lighting systems. The results show that while this power control system can control the electricity consumption in classrooms by an average of 8.12 percent, it can reduce the maximum demand for electricity by 32.35 percent. This system, when installed, will have a breakeven point of about 4.9 months. This control system is another system that can effectively manage the electricity consumption in the classroom and it can be adapted to different classrooms as well. And most importantly, this electrical control system t requires a low investment budget.

Keywords: internet of things technology, electrical power consumption, class room

บทนำ

ปัจจุบันการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานหรือองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนมีความสำคัญยิ่ง ซึ่งหากหน่วยงานใดสามารถบริหารจัดการได้ดีมีประสิทธิภาพจะส่งผลให้ภาระค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายในแต่ละเดือนลดลง และยังส่งผลไปถึงการลดภาระของประเทศในการจัดหาพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ

เมื่อปี พ.ศ.2535 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ขึ้นมา เพื่อกำหนดมาตรการในการกำกับ ดูแล ส่งเสริม และช่วยเหลือเกี่ยวกับการใช้พลังงานขององค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนที่เข้าข่ายเป็นโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุม (ติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าตัวเดียวหรือหลายตัวรวมกันมีขนาดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์หรือ 1,175 กิโลโวลท์แอมแปร์ ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ความร้อนจากไอน้ำหรือพลังงานสิ้นเปลืองอย่างใดอย่างหนึ่งรวมกันในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา เทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 20 ล้านเมกกะจูล ขึ้นไป) ซึ่งหน้าที่ของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมจะต้องดำเนินการจัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน จัดให้มีการอนุรักษ์พลังงานตามมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการการจัดการพลังงาน รวมทั้งต้องส่งรายงานผลการตรวจสอบและรับรองการจัดการพลังงานให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานภายในเดือนมีนาคมของทุกปี ซึ่งที่ผ่านมาองค์กรที่เข้าข่ายโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุม มีการดำเนินการจัดการพลังงานหลากหลายวิธีการขึ้นอยู่กับบริบทของแต่ละองค์กร แต่ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการรณรงค์สร้างจิตสำนึกและนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการ

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย เป็นองค์กรหนึ่งที่เข้าข่ายอาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 เนื่องจากมีการติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้ามากกว่า 1,000 กิโลวัตต์ ปัจจุบันมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยในแต่ละเดือน 177,187 หน่วย และมีค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (peak demand) 1,232 กิโลวัตต์ ทำให้มหาวิทยาลัยต้องจ่ายค่าไฟฟ้าประมาณ 9 แสนบาทต่อเดือน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่คือระบบแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศในห้องเรียน โดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศมีการเปิดใช้งานในช่วงเวลาที่พร้อมกันจึงทำให้

เกิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 53 ห้อง จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนมีความไม่เหมาะสมกับจำนวนของผู้ใช้และความจำเป็นที่ต้องใช้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างอุปกรณ์เพื่อช่วยควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนให้เหมาะสมกับความจำเป็นต้องใช้ โดยการนำเอาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟทิงและไมโครคอนโทรลเลอร์มาสร้างเป็นระบบควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเรียนแบบอัตโนมัติ เพื่อให้การบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าและภาระค่าใช้จ่ายไฟฟ้าลดลง

ปัจจุบันระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าที่มีราคาค่อนข้างสูง และยังไม่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องเรียนให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของมหาวิทยาลัยและมีต้นทุนในการติดตั้งระบบต่ำ โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of things และไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่หาได้ง่าย และปัจจุบันเทคโนโลยีเหล่านี้ได้ถูกพัฒนาให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งระบบนี้มีความสามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าห้องเรียนได้อย่างอัตโนมัติเพื่อให้มีการใช้งานพลังงานไฟฟ้าเท่าที่จำเป็น สามารถควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (peak demand) ได้ และสามารถปรับเปลี่ยนการควบคุมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องเรียนให้เหมาะสมตามตารางการใช้ห้องเรียนในแต่ละภาคการศึกษาได้

ในงานวิจัยนี้จะทำการทดลองติดตั้งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย จำนวน 3 ห้อง ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเรียนสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) เครื่องปรับอากาศ และ (2) ไฟแสงสว่าง จากการสำรวจพบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง 2 กลุ่ม แบ่งเป็นเครื่องปรับอากาศ ร้อยละ 94.56 และไฟแสงสว่างร้อยละ 5.44 และทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการติดตั้งระบบควบคุม พร้อมทั้งคำนวณจุดคุ้มทุนของการติดตั้งระบบควบคุมนี้ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนแบบอัตโนมัติ ด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of things และไมโครคอนโทรลเลอร์

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันมาสร้างเป็นระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนแบบอัตโนมัติ เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าให้สอดคล้องกับกับนโยบายและลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในองค์กร เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุด และที่สำคัญมีต้นทุนในการติดตั้งระบบที่ต่ำ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวประกอบด้วย เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟทิง

ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า

ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าเป็นค่าใช้จ่ายหลักของพลังงานที่ใช้ในอาคารส่วนใหญ่ ซึ่งค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้านั้นประกอบด้วยหลายอย่าง ก่อนที่จะทำการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าผู้รับผิดชอบจำเป็นจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับค่าพลังงานไฟฟ้าด้วย

ใบแจ้งค่าไฟฟ้า เป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญอันดับแรกที่ต้องทำความเข้าใจ ใบแจ้งค่าไฟฟ้าจะบอกให้เราทราบว่า ต้องเสียค่าไฟฟ้าเดือนละเท่าไร เป็นค่าใช้จ่ายอะไรบ้าง องค์ประกอบหลักๆ ของค่าไฟฟ้าประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด ค่าปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำ

ค่าพลังงานไฟฟ้า (energy charge)

ค่าธรรมเนียมที่คิดจากปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งเดือน อัตราค่าพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งกำหนดจากต้นทุนในการจัดหาและผลิตไฟฟ้า โดยมีอัตราแตกต่างกันตามประเภทของผู้ใช้ ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ และตามช่วงเวลาที่ใช้

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ ซึ่งมีวิธีคิดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาที่ใช้ (Time of Use Rate : TOU) ที่ระดับ

แรงดัน 22-33 กิโลวัตต์ โดยมีจำนวนหน่วยพลังงานที่ใช้ต่อเดือนเฉลี่ย 117,187 กิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งถือได้ว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงพอสมควร

ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด (demand charge)

ค่าธรรมเนียมที่คิดจากความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยทุก 15 นาทีของเดือนนั้น ๆ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดมีหน่วยเป็นบาทต่อกิโลวัตต์ ถูกกำหนดโดยต้นทุนที่ใช้ในการสร้างโรงไฟฟ้า ระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ จึงมีอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละประเภทผู้ใช้ระดับแรงดันไฟฟ้า และตามช่วงเวลาของวัน

ในแต่ละเดือนมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียมีค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยที่ 1,232 กิโลวัตต์ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่สูง เนื่องจากค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดนี้เกิดจากระบบปรับอากาศหากมีการเริ่มทำงานที่พร้อมๆกัน ซึ่งถ้ามหาวิทยาลัยมีวิธีการจัดการการใช้ระบบปรับอากาศที่ดีจะสามารถลดค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดลงได้

ค่าปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำ (power factor charge)

ในกรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้ามีอุปกรณ์หรือเครื่องจักรชนิดเหนี่ยวนำมากซึ่งต้องการพลังไฟฟ้าเสมือน (KVAR) ซึ่งทำให้โรงไฟฟ้าต้องผลิตพลังไฟฟ้าปรากฏ (KVA) มากตามไปด้วย ดังนั้นในเดือนใดก็ตามถ้าผู้ใช้มีความต้องการพลังไฟฟ้าเสมือนเฉลี่ยทุก 15 นาทีสูงสุดเกินกว่าร้อยละ 61.97 ของพลังไฟฟ้าสูงสุดแล้ว จะต้องเสียค่าปรับในส่วนที่เกินหรือถ้ามีการบันทึกค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของระบบไฟฟ้าไว้ ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ที่ต่ำกว่า 0.85 จะเสียค่าปรับอัตราค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ถูกกำหนดโดยต้นทุนในการติดตั้งตัวเก็บประจุที่สถานีส่งจ่ายไฟฟ้าและต้นทุนในการผลิตพลังไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า

ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าปรับต้นทุนการผลิต หรือเรียกว่าค่า FT เป็นค่าธรรมเนียมที่เรียกเก็บเพิ่มเติมจากค่าพลังงานไฟฟ้าตามการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งมีค่าไม่แน่นอน

ไมโครคอนโทรลเลอร์

Nontasud (2011) ไมโครคอนโทรล เลอร์ คือ อุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์อย่างหนึ่งซึ่งภายในประกอบด้วยวงจรอื่น ๆ หลายวงจรและทำงานร่วมกัน เช่น หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit --CPU) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (Arithmatic Logic Unit -- ALU) วงจรออสซิลเลเตอร์หน่วยความจำ (รอม, แรม) วงจรรับสัญญาณอินพุตและขับสัญญาณเอาต์พุต (I/O Port) เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงสามารถนำไปประยุกต์การใช้งานควบคุมต่างๆได้ดีเนื่องจากสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างอิสระ

ภาพ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Arduino UNO R3

ภาพ 1 คือ บอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพงส่วนใหญ่โปรเจกและ Library ต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก เนื่อง จากเป็นขนาดที่เหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆที่ออกแบบมาเฉพาะมากกว่า โดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมา ตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซีเป็นแบบ SMD และข้อดีอีกอย่าง คือ กรณีที่ MCU เสีย ผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย

อินเทอร์เน็ตออฟทิง (Internet of things)

Rajkumar and Amir (2016) อธิบายเกี่ยวกับ Internet of Things ว่า เป็นกระบวนทัศน์

(วิธีคิด วิธีปฏิบัติ ตัวแบบ รูปแบบ กรอบแนวความคิด และแนวทางการศึกษา) ที่ว่าด้วยการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ประโยชน์ให้สามารถเชื่อมต่อกับมนุษย์ได้ โดยอาศัยโครงสร้างพื้นฐานทางการสื่อสารโทรคมนาคม หรืออินเทอร์เน็ตเพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุดรวมทั้งการบริการและเสริมสร้างคุณภาพ

ชีวิตของมนุษย์ เช่น อุปกรณ์ทางการแพทย์ ตู้เย็น กล้องถ่ายภาพและเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่เชื่อมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งกระบวนทัศน์นี้จะนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมจะสร้างให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ กับมนุษย์ สามารถทำได้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น

เมื่ออินเทอร์เน็ตออฟทิงเริ่มเข้ามามีอิทธิพลในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น ย่อมส่งผลใน 3 ระดับคือ

1. ระดับบุคคล (personal use) โดยอินเทอร์เน็ตออฟทิงจะเปลี่ยนแปลงวิถีการดำเนินชีวิตของทุกคน การสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถทำได้ง่าย ข้อมูลจำนวนมาก จะส่งตรงไปยังผู้ใช้ การอำนวยความสะดวกในการใช้งานและบริการการต่าง ๆ จะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น สามารถส่งข้อมูลความดันโลหิต ระดับน้ำตาลในเลือด หรือข้อมูลอื่น ๆ ที่หมอต้องการ ที่ได้จากการเครื่องวัดสุขภาพ ที่เป็นอุปกรณ์คอยติดตามและรายงานความเปลี่ยนแปลงทางสุขภาพต่าง ๆ ของแต่ละบุคคลได้ หรือเซนเซอร์ที่ติดอยู่บนรถเมื่อประสบอุบัติเหตุจะส่งข้อมูลไปยังรถฉุกเฉินเพื่อแจ้งเตือนไปยังการเกิดอุบัติเหตุ และทำการค้นหาผ่านระบบตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ นอกจากนี้อินเทอร์เน็ตออฟทิงจะนำไปสู่ “สมาร์ทโฮม (smart home)” หรือบ้านอัจฉริยะ ที่สามารถปรับอุณหภูมิ เปิด-ปิดไฟภายในบ้าน เปิด-ปิดประตูโรงรถได้ผ่านทางโทรศัพท์มือถือ หรือตู้เย็นที่สามารถติดตาม รายงานข้อมูลอาหารที่อยู่ภายในตู้เย็นได้

2. ระดับรัฐบาล (government use) การเข้ามาของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟทิงนำไปสู่แผนและกลยุทธ์ในการพัฒนาประเทศของหลาย ๆ ประเทศ ที่ต้องปรับเปลี่ยนยุทธศาสตร์หรือนโยบายโดยนำเอาแนวคิด Internet of Things มาเป็นเครื่องมือในการนำประเทศไปสู่ “Smart cities” ขึ้น เพื่อช่วยให้การบริหารจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ด้วยสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดค่าใช้จ่าย ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ตัวอย่างเช่น ประเทศสิงคโปร์ ได้ทำให้ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์อัจฉริยะกับรถแท็กซี่ เพื่อให้รถแท็กซี่ส่งข้อมูลรายงานสภาพการจราจรบนท้องถนน โดยมีเซนเซอร์ที่คอยจัดส่งข้อมูลไปยังศูนย์กลางของเครือข่ายและการวิเคราะห์ทำนายรูปแบบการจราจรและควบคุมสัญญาณไฟจราจรเพื่อปรับเปลี่ยนเส้นทางให้สอดคล้องกับสภาพการจราจรสำหรับประเทศไทย กำลังมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่ “Value-Based Economy” หรือเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม เปลี่ยนการผลิตสินค้าโภคภัณฑ์ไปสู่สินค้าเชิงนวัตกรรม เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยอุตสาหกรรม ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม และเปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้าภาคบริการมากขึ้น ที่เรียกว่า “ประเทศไทย 4.0” โดยแนวคิดนี้เป็นการมุ่งพัฒนาวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม ด้วยการวิจัยและพัฒนา ในด้านต่าง ได้แก่ ด้านอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ ด้านสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ ด้านเครื่องมืออุปกรณ์อัจฉริยะ หุ่นยนต์ และระบบเครื่องกลที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งด้านดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว และเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมต่อและบังคับอุปกรณ์ต่าง ๆ (internet of things) จากนโยบายดังกล่าวย่อมทำให้ทุกภาคส่วนต้องขับเคลื่อนนโยบายไปสู่การปฏิบัติให้ได้ ซึ่งทางด้านการศึกษาเป็นภาคส่วนหนึ่งที่สำคัญที่จะทำให้การอินเทอร์เน็ตออฟทิงสามารถเข้าถึงและเป็นจริงได้ ด้วยการเตรียมความพร้อมทั้งการผลิตคนและการผลิตนวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสู่การใช้งานอินเทอร์เน็ตออฟทิง

3. ระดับโลก (global use) เป็นผลจากพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของคนทั่วโลก ส่งผลให้การพัฒนา Internet of Things มีพัฒนาการอย่างรวดเร็ว ทุกคนทั่วโลกสามารถเข้าถึงบริการอินเทอร์เน็ตออฟทิงได้จากเครือข่ายทั่วโลก

อินเทอร์เน็ตออฟทิงจะนำเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์มากมายมาเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดการรวบรวมสารสนเทศจำนวนมหาศาล จากพฤติกรรมทั่วไปของมนุษย์จากกระบวนการทำงาน การผลิต การบริการ ทำให้เราสามารถเรียนรู้ แก้ปัญหาและควบคุมประเด็นปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับทั้งบุคคล องค์กร หน่วยงานรัฐ และระดับโลก จำเป็นที่จะต้องเตรียมความพร้อมทั้งทางด้านความรู้ บุคลากร และเทคโนโลยี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of thing และเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ มาจัดสร้างเป็นอุปกรณ์ช่วยในการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีเหล่านี้ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น มีต้นทุนที่ต่ำ และสามารถจัดหาได้ง่าย

Nontasud (2011) นำเสนอการสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนแบบอัตโนมัติ โดยการใช้เทคโนโลยีการบ่งชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกติดตั้งภายในห้องเรียนให้มีการใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้งานในห้องเรียนนั้น ๆ ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานลดลงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้มีการทดลองติดตั้งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ซึ่งสามารถจำแนกอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) เครื่องปรับอากาศ (2) ไฟแสงสว่าง และ (3) อุปกรณ์เรียนอื่น ๆ (เช่น เครื่องพิมพ์ คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ เป็นต้น) โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง 3 กลุ่ม มีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าดังนี้เครื่องปรับอากาศร้อยละ 68.06 ไฟแสงสว่างร้อยละ 26.22 และอื่น ๆ ร้อยละ 5.72 จากการเปรียบเทียบผลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนก่อนการติดตั้งและหลังติดตั้งระบบควบคุม พบว่า ก่อนการติดตั้งระบบควบคุมภายในห้องเรียน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน 1,238 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และหลังการติดตั้งระบบควบคุม มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน 899 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 27.38

Bin-ahmad, Mansattha, and Bueraheng (2017) ศึกษาเรื่องระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งสามารถควบคุมการเปิดหรือปิดไฟฟ้าจากเครื่องคอมพิวเตอร์ระยะไกลได้ทั่วโลกด้วยระบบอินเตอร์เน็ตผ่านทางเว็บไซต์ อันเนื่องมาจากการใช้ไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองและเกินความจำเป็นโดยที่ไม่ได้ปิดเมื่อไม่ได้ใช้งาน ซึ่งการสื่อสารด้วยระบบอินเตอร์เน็ตในการส่งข้อมูลจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ ได้ งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าแบบหลายผู้ใช้และหลายจุดไว้สองส่วนด้วยกัน ส่วนแรกจะเป็นส่วนของชุดควบคุม ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม ส่วนที่สองจะเป็นชุดแสดงสถานะและหน้าควบคุมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการบริหารจัดการและควบคุมการใช้พลังงานทางไฟฟ้า เพื่อเพิ่มความสะดวกสำหรับเจ้าของบ้านในการควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าจากระยะไกล ผลการทดสอบระบบพบว่า สามารถบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงฐานข้อมูลได้และสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอนาคตต่อไปได้เป็นอย่างดี

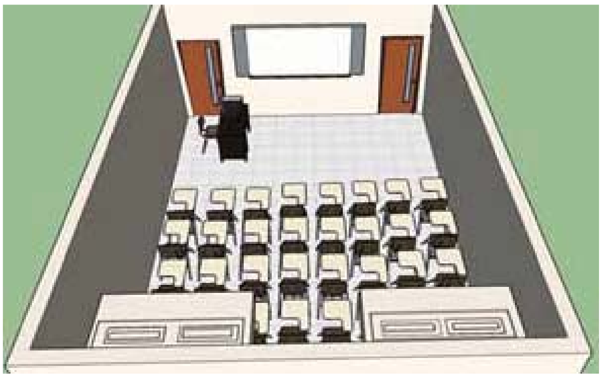
Apiraksombat (2015) นำเสนอระบบตรวจวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเหมาะสำหรับผู้ประกอบการอพาร์ตเมนต์ หรือหอพัก ซึ่งผู้เช่าสามารถตรวจสอบการใช้กระแสไฟฟ้าของตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ระบบใช้วิธีติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการตรวจวัดค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละห้อง ค่าที่วัดได้ถูกอ่านเพื่อเก็บรวบรวมโดยระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่งต่อให้แก่เครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อจัดทำเป็นรายงานการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งผู้เช่าสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรูปแบบของเว็บ ผลจากการเปลี่ยนค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นข้อมูลที่ระบบคอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้ ผนวกกับการที่ผู้เช่าสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ทำให้ผู้ประกอบการสามารถจัดการในเรื่องการเก็บค่าการใช้กระแสไฟฟ้ารายเดือน การรายงานค่าการใช้กระแสไฟฟ้า ณ เวลาปัจจุบัน และการรายงานประวัติย้อนหลังการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งในรูปแบบ รายเดือน รายวัน นอกจากนี้ระบบยังสามารถสั่งการอัตโนมัติในการตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าแก่ห้องเช่าได้เมื่อเกิดเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น เช่น การขาดการชำระค่ากระแสไฟฟ้าเกินกว่าเวลากำหนด เป็นต้น

Meesuwan (2016) นำเสนอแนวคิดสำคัญของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (internet of things) เป็นการใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและการเพิ่มขึ้นของข้อมูลสารสนเทศจำนวนมาก (big data) จากอุปกรณ์หรือสรรพสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม ในด้านการศึกษา อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งเป็นเครื่องมือที่จะช่วย

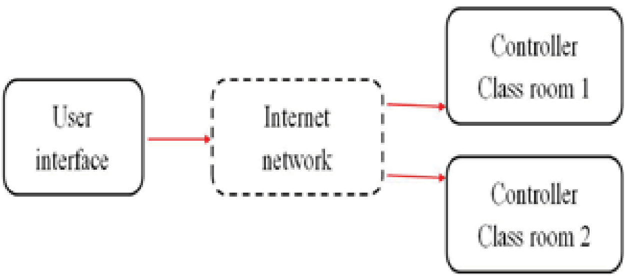
อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน ให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น เป็นการเสริมสร้างการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรแหล่งสารสนเทศให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าและติดตั้งเพื่อทดลองควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเรียน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ห้อง S107 และ S108 ซึ่งในแต่ละห้องมีอุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องปรับอากาศขนาด 60,000 BTU จำนวน 2 เครื่อง และชุดโคมไฟแสงสว่างฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 2x36W จำนวน 9 ชุด โดยลักษณะภายในห้องห้องเรียนแสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 ลักษณะภายในห้องเรียน S107 และ S108



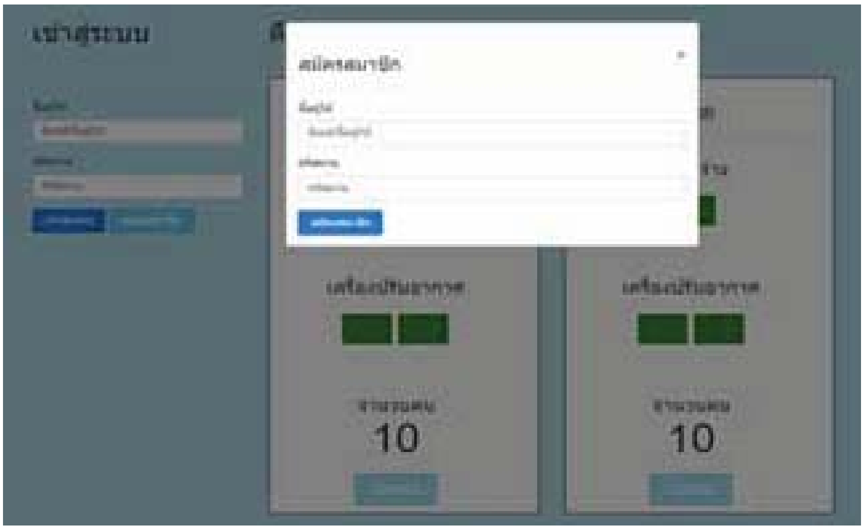
ภาพ 3 ส่วนประกอบของระบบควบคุม

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอยู่ในห้องเรียน พร้อมทั้งศึกษาพฤติกรรมการเข้าและออกของผู้ใช้งานห้องเรียน จากนั้นจึงทำการออกแบบและสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และทำการเปรียบเทียบผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องเรียนก่อนและหลังติดตั้งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นระยะเวลา 4 เดือน พร้อมทั้งคำนวณจุดคุ้มทุน

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการสร้างระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนทั้งหมดของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย จึงได้ทำการศึกษาและนำเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตออฟทิง มาใช้เพื่อสำหรับเชื่อมต่อระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเรียนแต่ละห้องผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้สะดวก และง่ายต่อการขยายระบบควบคุมได้ทั่วทั้งมหาวิทยาลัย ทำให้การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้ามีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของห้องเรียนแต่ละห้อง โดยผู้วิจัยได้แบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การออกแบบซอฟแวร์ และการออกแบบฮาร์ดแวร์ ซึ่งองค์ประกอบของระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนแสดงดังภาพ 3

User Interface คือส่วนที่ผู้ดูแลสามารถควบคุมและแสดงผลการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเรียนแต่ละห้อง ซึ่งสามารถตั้งให้เป็นระบบอัตโนมัติ หรือควบคุมด้วยตนเองได้ ลักษณะของ User Interface แสดงดังภาพ 4

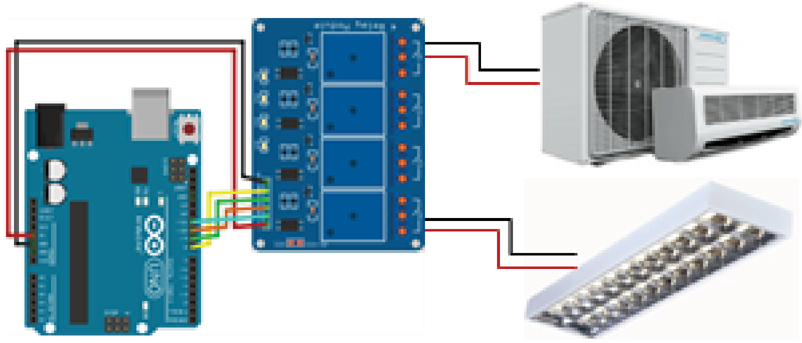
(ก)



(ข)

ภาพ 4 (ก) หน้าแสดงผลการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละห้อง (ข) หน้าสมัครสมาชิกสำหรับผู้ดูแลระบบ

Controller คือชุดบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และรีเลย์ ที่ทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเรียนแต่ละห้องตามเงื่อนไขที่กำหนด แสดงดังภาพ 5



ภาพ 5 ส่วนประกอบของ Controller

ในงานวิจัยนี้จะทำการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) การควบคุมค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ และ (2) การควบคุมค่าความต้องการพลังงานสูงสุด ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเรียนสามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) เครื่องปรับอากาศ และ (2) ไฟแสงสว่าง

การควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง ภายในห้องเรียนมีชุดโคมไฟฟ้าขนาด 2x36W ทั้งหมดจำนวน 9 ชุด แบ่งออกเป็นแถว แถวละ 3 ชุด โดยมีการกำหนดเงื่อนไขการควบคุมดังตาราง 1

ตาราง 1
เงื่อนไขการเปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

จำนวนผู้เข้าใช้ห้องเรียน	ชุดโคมไฟ 1 - 3	ชุดโคมไฟ 4 - 6	ชุดโคมไฟ 7 - 9
1 - 10 คน	เปิด	ปิด	ปิด
11 - 20 คน	เปิด	เปิด	ปิด
≥ 20 คน	เปิด	เปิด	เปิด
0 คน	ปิด	ปิด	ปิด

จากตาราง 1 ในการวิจัยนี้ได้กำหนดเงื่อนไขในการควบคุมปิดและเปิดชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างทีละแถวตามจำนวนผู้เข้าใช้ห้องเรียน ด้วยวิธีการนับจำนวนผู้เข้าใช้ห้องเรียนโดยเซนเซอร์ดังนี้ ถ้ามีผู้เข้าใช้ห้องเรียนจำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 คน ระบบจะสั่งเปิดไฟแสงสว่างแถวที่ 1 ถ้ามีจำนวนผู้เข้าใช้ห้องเรียนเพิ่มขึ้นแต่ไม่เกิน 20 คน ระบบจะสั่งเปิดไฟแสงสว่างแถวที่ 2 และถ้ามีจำนวนผู้ใช้ห้องเรียนมากกว่า 20 คน ระบบจะสั่งเปิดไฟแสงสว่างแถวที่ 3 ตามลำดับ และหลังจากที่หมดช่วงเวลาเรียนระบบจะสั่งปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ ซึ่งวิธีการตามเงื่อนไขที่กำหนดสามารถทำให้ลดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าลงได้กรณีที่มีผู้เข้ามาใช้ห้องเรียนนั้น ๆ มีจำนวนน้อย

การควบคุมเครื่องปรับอากาศ ภายในห้องเรียนมีเครื่องปรับอากาศขนาด 60,000BTU จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งมีการกำหนดเงื่อนไขการควบคุมดังตาราง 2

ตาราง 2
เงื่อนไขการเปิดเครื่องปรับอากาศ

หมายเลขเครื่องปรับอากาศ	ลำดับการเข้าใช้ห้องเรียน	
	S107 ก่อน	S108 ก่อน
S107_1	เปิด+00s	เปิด+40s
S107_2	เปิด+20s	เปิด+60s
S108_1	เปิด+40s	เปิด+00s
S108_2	เปิด+60s	เปิด+20s

จากตาราง 2 เมื่อเซนเซอร์สามารถตรวจจับลำดับการเข้าใช้ห้องเรียนและนับผู้เข้ามาใช้ได้แล้ว เซนเซอร์จะทำการส่งสัญญาณไปยังส่วนประมวลผลเพื่อจัดลำดับการทำงานของเครื่องปรับอากาศไม่ให้ทำงานพร้อมกันในทุก ๆ ห้อง โดยทำการหน่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศห่างจากเครื่องก่อนหน้า 20 วินาที และก่อนจะหมดช่วงเวลาเรียนในแต่ละคาบเครื่องปรับอากาศหมายเลข 1 ทุกห้องจะถูกปิดก่อน 10-30 นาที ขึ้นอยู่กับอุณภูมิของอากาศภายนอกห้องเรียน ซึ่งสามารถลดการเกิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะทำการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) การควบคุมค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ โดยมีเงื่อนไขให้ระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเรียนขึ้นอยู่กับจำนวนผู้เข้าใช้ห้องเรียนและในระยะเวลาตามที่กำหนด และ (2) การควบคุมค่าความต้องการพลังงานสูงสุด โดยมีเงื่อนไขให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานตามลำดับเพื่อลดการเกิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องเรียนสามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) เครื่องปรับอากาศ และ (2) ไฟแสงสว่าง

จากการทดลองติดตั้งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนจำนวน 2 ห้อง คือ S107 และ S108 โดยทำการบันทึกผลเป็นระยะเวลา 4 เดือน คือระหว่างเดือน มกราคม-เมษายน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอนของภาคการศึกษาที่ 2/2560 ผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้งระบบควบคุมแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3

ผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม ห้อง S107 และ S108

เดือน	พลังงานไฟฟ้ารวม (kWh)		ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	
	ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง	ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง
1	3,061 kWh	-	13,776 บาท	-
2	3,122 kWh	-	14,049 บาท	-
3	-	2,808 kWh	-	12,637 บาท
4	-	2,873 kWh	-	12,928 บาท
เฉลี่ย	3,092 kWh	2,841 kWh	13,912 บาท	12,783 บาท

จากตาราง 1 พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยก่อนติดตั้งระบบควบคุมมีค่าเท่ากับ 3,092 kWh ต่อเดือน และหลังติดตั้งระบบควบคุมค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยเท่ากับ 2,841 kWh ต่อเดือน ซึ่งลดลงเท่ากับ 251 kWh ต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 8.12 เมื่อทำการคำนวณค่าไฟฟ้าเบื้องต้น พบว่าก่อนติดตั้งระบบควบคุมจะจ่ายค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 13,912 บาทต่อเดือน และหลังจากติดตั้งระบบควบคุมค่าไฟฟ้าเฉลี่ยลดลงเหลือ 12,783 บาทต่อเดือน ซึ่งลดลงเท่ากับ 1,129 บาทต่อเดือน

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้น ทั้งก่อนและหลังการติดตั้งระบบควบคุมแสดงดังตาราง 4

ตาราง 4

ผลการเปรียบเทียบค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

เดือน	Peak Demand (kW)		จำนวนเงิน (บาท)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	35 kW	-	4,652 บาท	-
2	33 kW	-	4,386บาท	-
3	-	23 kW	-	3,057 บาท
4	-	23 kW	-	3,057 บาท
เฉลี่ย	34 kW	23 kW	4,520 บาท	3,057 บาท

จากตาราง 4 พบว่าก่อนการติดตั้งระบบควบคุม ขณะที่เครื่องปรับอากาศเริ่มทำงานจะเกิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 34 กิโลวัตต์ คิดเป็นจำนวนเงิน 4,520 บาทต่อเดือน (อัตราค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 132.93 บาทต่อกิโลวัตต์) แต่เมื่อหลังติดตั้งระบบควบคุมแล้วซึ่งทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานตามลำดับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ พบว่าค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 23 กิโลวัตต์ คิดเป็นจำนวนเงิน 3,057 บาทต่อเดือน หรือค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดลดลง 11 กิโลวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 32.35

และเมื่อคำนวณระยะเวลาการคุ้มทุนของการติดตั้งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี Internet of Things ซึ่งใช้งบประมาณรวมทั้งสิ้น 12,750 บาท ดังนั้นเมื่อคำนวณหาจุดคุ้มทุนในการลงทุนติดตั้งระบบควบคุมนี้จะสามารถคืนทุนโดยใช้เวลาประมาณ 4.9 เดือน

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยการใช้ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในเรียนอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟทิงพบว่าระบบนี้สามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนให้ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 8.12 และสามารถควบคุมการเกิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดลดลงร้อยละ 32.35 ซึ่งระบบควบคุมนี้เมื่อทำการติดตั้งจะมีจุดคุ้มทุนที่ประมาณ 4.9 เดือน ซึ่งถือได้ว่าระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนนี้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของห้องเรียนแต่ละห้อง ซึ่งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้านี้สามารถนำไปปรับใช้กับห้องเรียนที่แตกต่างออกไปได้ง่าย และที่สำคัญใช้งบประมาณในการลงทุนต่ำ ในส่วนของการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียนั้น ทางผู้วิจัยจะทำการทดลองระบบควบคุมฯ เพื่อให้มีความเสถียรภาพมากที่สุด ก่อนที่จะนำเสนอเพื่อติดตั้งระบบควบคุมฯ ทั้งมหาวิทยาลัย ซึ่งจะเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยสนับสนุนการดำเนินการบริหารจัดการพลังงานของมหาวิทยาลัยฯ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอผลการวิจัยที่ทดลองและเก็บผลในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ โดยผู้วิจัยเลือกทดลองในภาคการศึกษาที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงที่มหาวิทยาลัยใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด เพื่อต้องการนำเสนอผลการวิจัยที่ได้ให้เห็นถึงความแตกต่างที่ชัดเจนในช่วงเวลานั้น ๆ เท่านั้น หากต้องการผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาสอดคล้องกับการเรียนการสอนของทางมหาวิทยาลัย รวมถึงการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมฯ ควรทำการทดลองและเก็บผลตลอดทั้งปีการศึกษา ซึ่งจะทำให้ได้ผลการวิจัยสมบูรณ์มากขึ้น

References

Apiraksombat, S.(2011). Web-based electricity consumption monitoring system for dormitory entrepreneurs. *Journal of Srinakharinwirot University (Science and Technology), 3*(6), 17–25. (in Thai)

Bin-ahmad,H., Mansattha,M., & Bueraheng,F. (2017). Electrical Appliances Control System for Multiple Users Multiple Places. *Journal of Naradhiwas Rajanagarindra University, 9*(2), 65–72. (in Thai)

Meesuwan,W. (2016). Internet of Things on Education. *Journal of social communication innovation, 4*(2), 83–92. (in Thai)

Nontasud, S. (2011). The control of electrical energy consumption using wireless automated system. *Procedia Engineering by Science Direct, 8*(1), 15–18.

Nontasud, S. (2011). RFID: A non-stop technology. *Journal of Science and Technology, 5*(2), 28–36. (in Thai)