วารสารวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชน
JOURNAL OG RENEWABLE ENERGY FOR COMMUNITY (J-REC)

การศึกษาการบริหารจัดการใช้พลังงานสำหรับอาคารด้วยการตอบสนองด้านโหลด

Study of Building Energy Management System With Demand Response

เอกรัตน์ นภกานต์[1] บุญยัง ปลั่งกลาง[1]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110
E-mail: akeratana_n@mail.rmutt.ac.th, 0844543234

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบการจัดการพลังงานโดยใช้ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์ ที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจริงในแต่ละวันในรูปแบบ Real Time ของอาคารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธนบุรี โดยใช้ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์ติดตั้งภายในตู้ประธานไฟฟ้าที่มีพอร์ตสื่อสาร RS485 Communication ต่อเข้ากับอุปกรณ์แปลงสัญญาณ เพื่อส่งสัญญาณเข้าคอมพิวเตอร์ ที่ติดตั้งโปรแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าและสามารถแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยสามารถแสดงผลออกมาในลักษณะกราฟและตารางข้อมูล ในเดือนมีนาคม ปีพ.ศ. 2560 ได้ค่าหน่วยทั้งหมด 40,479.08 หน่วย และสามารถทำบิลค่าใช้จ่ายโดยเปรียบเทียบกับบิลค่าใช้ไฟฟ้าจริง จากข้อมูลการศึกษาและการติดตั้งใช้งานจริง แสดงให้เห็นความสามารถในการจัดการพลังงานและสามารถนำไปใช้ในระบบที่ใหญ่มากขึ้น และสามารถประมาณการการใช้พลังงานสำรองที่มีอยู่รูปแบบต่าง ๆ เพื่อลดปริมาณความต้องการการใช้ไฟฟ้าด้านโหลด 5-10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำ เมื่อเทียบกับบิลค่าใช้จ่ายไฟฟ้าจริง

คำหลัก: ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์ การบริหารจัดการพลังงาน การตอบสนองด้านโหลด

Abstract

This article presents an energy management system using digital power meter which is designed to collect real-time datas of electricity use at Engineering Building of Thonburi University. The use of digital power meter was installed in Main Distribution Board unit, then send signal through A/D converter device using RS485 communication port to send the datas to the computer. The datas were managed by energy management software and displayed on the computer screen in graphs and datas tables used in March, 2560 at 40,479.08 units, and could be calculated electric cost from the program to compared with the actual electricity bill. From this study, it can estimate different type of reserved energy source in order to decrease load power 5-10 percent for obtaining accurate values compared to actual electricity bill.

Keywords: Digital power meter, Energy management system, Load demand response.

1. บทนำ

การเปลี่ยนของโลกส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยได้มีการดำเนินงานเพื่อบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงและตอบสนองความต้องการต่อผู้ใช้ไฟฟ้า เช่น การใช้แหล่งพลังงานทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาทดแทนพลังงานทดแทนที่ได้มาจากธรรมชาติ ในอดีตที่ผ่านมาการควบคุมความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบทิศทางเดียว คือ จากผู้จำหน่ายผ่านระบบสื่อสารไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อควบคุมให้ผู้ใช้ไฟฟ้าลดระดับความต้องการให้อยู่ในระดับเดียวกัน ทั้งนี้พลังงานไฟฟ้าที่มีภายในประเทศนั้นยังไม่เพียงพอต่อความต้องการในการใช้พลังงาน จึงจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศหรือประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งจะต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก เมื่อมีความต้องการในการใช้พลังงานมากก็จะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน ซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่นำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากขึ้นตามไปด้วย และมีผลกระทบที่จะก่อให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อน ทำให้หน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐ

และเอกชนออกมารณรงค์ หรือเชิญชวนให้มีการประหยัดพลังงานไฟฟ้ารวมถึงการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการสิ้นเปลืองพลังงานน้อยที่สุดและมีผลกระทบน้อยที่สุดออกมาใช้งาน

2. ทฤษฎีและการดำเนินงาน

2.1 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า [1]

การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า (Demand Side Management หรือ DSM) มีความหมายคือเป็นวิธีการดำเนินการควบคุม และสนับสนุนให้มีการใช้ไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง หรือ การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดที่สุด หรือ ทำควบคู่กันไปทั้งสองด้าน (Gelling and Chamberlin,1992) โดยจะต้องให้การสนับสนุนให้การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและ ควบคุมหรือเพื่อลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วงที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (On Peak) หรือ การอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficientcy or Energy Conservation) และการบริหารการใช้พลังงาน (Load Management) และปฏิบัติด้วยวิธีการต่างๆเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มี ซึ่งส่งผลกระทบต่อช่วงเวลาใช้งานอุปกรณ์ รวมไปถึงระยะเวลาในการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถวัดผลของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เป็นสองค่าคือ จำนวนกิโลวัตต์ (Kilowatt, kW) และจำนวนกิโลวัตต์ชั่วโมง (Kilowatt-hour, kWh) และสามารถแปลผลเป็นตัวเงินเพื่อประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ได้อีกด้านหนึ่งด้วย ซึ่งอัตราทั้งสองนี้มีอัตราต่อหน่วยที่แตกต่างกันมาก การวิจัยนี้ใช้อัตราค่าไฟฟ้าคิดตามเวลาการใช้งานเรียกว่า Time of Use Rate (TOU Rate) ผู้ใช้ไฟประเภทที่ 4 กิจกรรมขนาดใหญ่ มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที สูงสุดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไปหรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือนโดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้า

2.2. การกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้า

การกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้านั้น เป็นการสำรวจให้รู้ถึงลักษณะของการใช้พลังงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันว่าสูงต่ำเพียงใด เพื่อเป็นขอบเขต โดยทำการสำรวจลักษณะของการใช้พลังงาน หรือตรวจสอบข้อมูลที่มี หรือตรวจสอบลักษณะการใช้ไฟฟ้าจากใบเรียกเก็บค่าไฟฟ้าที่ผ่านว่ามีค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพียงใด เมื่อได้ข้อมูลแล้วจึงดำเนินการการจัดการการใช้พลังงาน ซึ่งในระบบการจัดการ และควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า (Energy Management and Demand Control System) มีองค์ประกอบที่ทำให้การบริหารและควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า หรือเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล คือ การกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงาน และแนวทางและวิธีการลดการใช้พลังงาน จากนั้นคือการหาแนวทางที่จะนำไปสู่เป้าหมายนั้น

2.3 รูปแบบการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

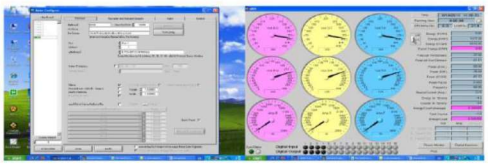
การลดการใช้พลังงานทุกช่วงเวลา หรืออนุรักษ์พลังงาน (Energy Conservation) หลักการคือ มาตรการนี้เน้นในการจัดการกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานตลอดเวลาหรือเกือบตลอดเวลาเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ หรือการเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ชนิดประสิทธิภาพสูงแทนอุปกรณ์ในระบบเดิมที่ใช้อยู่ ซึ่งมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าหรือมีการใช้พลังงานสูงกว่าแต่มีการให้จุดประสงค์การใช้งานเดียวกัน ซึ่งการจัดการการใช้พลังงานโดยวิธีนี้ยังคงตอบสนองความต้องการและไม่ส่งผลกระทบต่อระบบการทำงาน

3. ขั้นตอนการดำเนินการ

ในบทความนี้ได้ทำการทดลองเพื่อเก็บค่าพลังงานที่ใช้งานสำหรับอาคารด้วยการใช้ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์เพื่อใช้โปรแกรมบริหารจัดการพลังงานเป็นตัวบันทึกข้อมูล จากนั้นทำการตั้งค่าเพื่อส่งข้อกำหนดสำหรับการชดเชยพลังงานจากแหล่งกำเนิดที่สามารถชดเชยการใช้พลังงาน จากนั้นทำการประมาณการเพื่อลดปริมาณการใช้ในช่วงที่มีการใช้งานสูงสุด

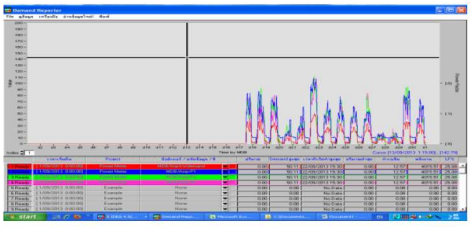
รูปที่ 1 การเชื่อมต่อดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์

การติดตั้งดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์ในตู้ MDB แล้วทำการเดินสายส่งสัญญาณไปยัง Converter Device ต่อเข้ากับช่องสัญญาณ RS485 แล้วทำการเชื่อมต่อ RS485 เข้ากับคอมพิวเตอร์ที่เราทำการติดตั้งโปรแกรมบริหารพลังงานไว้แล้ว และทำการลิงค์สัญญาณเชื่อมต่อกับตู้ MDB เพื่อศึกษาดูพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในอาคาร



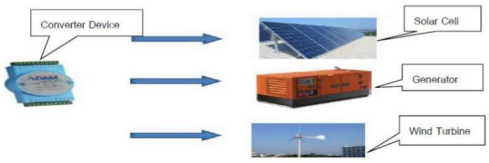
รูปที่ 2 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์และการดูข้อมูลแบบวินาที

การเชื่อมต่อสำหรับการแสดงในส่วนของการเก็บค่าการใช้พลังงานซึ่งสามารถบันทึกลงสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต Rs485 แสดงผลเพื่อการเก็บข้อมูลแบบวินาที การใช้ไฟฟ้าเป็นได้ทั้งแบบกราฟและ Excel โดยเราทำการกำหนดค่าที่เราต้องการดู ตัวอย่างเช่น กระแสไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดในตู้ MBD กระแสไฟฟ้าของสายไฟ Phase A, Phase B, Phase C ทั้งนี้ถ้าเราต้องการดูค่าที่เราต้องการให้ทำการกำหนดค่ากราฟในโปรแกรม ใน Excel เราจะดูค่าได้ในทุกๆ 15 นาทีที่ Peak สูงสุดในแต่ละช่วง และค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าในแต่ละวัน เวลาเท่าใดที่มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดในหนึ่งวันจะสามารถดูได้ใน Excel รวมทั้งหมดที่เราทำการกำหนดค่าในกราฟที่เราเฝ้าดูจะมาแสดงใน Excel ทั้งหมด



รูปที่ 3 ลักษณะการเคลื่อนไหวของเส้นกราฟ

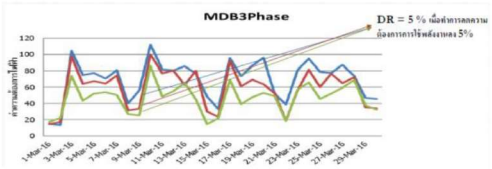
จากการคาดการณ์การชดเชยพลังงานไฟฟ้าที่ได้มาจากแหล่งสำรองพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งอื่น ๆ ซึ่งจะนำมาชดเชยค่าพลังงานที่มีการใช้สูงสุดในแต่ละช่วงเวลา ดังนั้นการควบคุมการชดเชยพลังงานไฟฟ้าได้จากพอร์ต I/O ของเพาเวอร์ดิจิตอลที่การส่งสัญญาณไปสั่งงานตามรูปที่ 4



รูปที่ 4 การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายภายนอก

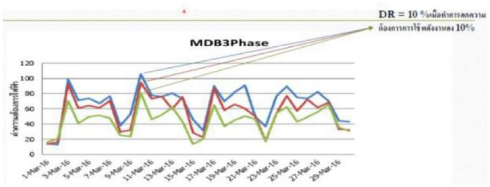
4. ผลการดำเนินการและอภิปรายผล

ระบบไฟฟ้า 3 เฟสนั้นมีข้อสังเกตและข้อควรระวังบางประการกล่าวคือ เนื่องจากระบบไฟฟ้า 3 เฟสที่นำมาใช้จะถูกแยกให้กลายเป็นระบบไฟฟ้าเฟสเดียว 3 ชุดเพื่อนำมาใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ถ้า ไฟฟ้าแต่ละสายที่แยกไปใช้งานตามจุดต่างๆ นั้น มีปริมาณการใช้งาน (load) ที่สมดุลกันหรือใกล้เคียงก็ย่อมจะเป็นการประหยัดค่าไฟฟ้าได้ดี และบางช่วงเวลามีการใช้ค่าพลังงานมากกว่า 100 กิโลวัตต์



รูปที่ 5 ค่าพลังงานที่ได้จากดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์เมื่อลดลง 5 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 5 การชดเชยค่าพลังงานที่ได้จากกการวิเคราะห์เพื่อทำการลดความต้องการด้านโหลดลง 5 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการทั้งหมด โดยค่าการใช้จะลดลงเหลือที่ประมาณ 110 กิโลวัตต์ จากเดิมที่ต้องการประมาณ 120 กิโลวัตต์



รูปที่ 6 ค่าพลังงานที่ได้จากดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์เมื่อลดลง 10 เปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 6 การชดเชยค่าพลังงานที่ได้จากกการวิเคราะห์เพื่อทำการลดความต้องการด้านโหลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการทั้งหมด โดยค่าการใช้จะลดลงเหลือที่ประมาณ 105 กิโลวัตต์ จากเดิมที่ต้องการประมาณ 120 กิโลวัตต์

จากผลการทดลองที่เก็บได้จริงในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 จำนวนหน่วยที่เก็บได้จากโปรแกรม 40,479.08 หน่วย อัตราค่าไฟฟ้านครหลวงของประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองท้องถิ่น รัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการของหน่วยงานราชการต่างประเทศ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ แต่ไม่ถึง 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว คือ ค่าไฟฟ้า (หน่วย/บาท) ได้มาจากการ Run ของโปรแกรม 0.32 คือ ค่าไฟฟ้าที่คิดภาษี 7% ได้มาจากการนำเอาหน่วยค่าไฟ 7% หารด้วยค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์) ค่าไฟฟ้าหน่วย/บาท = ค่าไฟฟ้าหน่วย/บาท + ค่าไฟฟ้าที่คิดภาษี 7% = 4.86 (หน่วย/บาท) 40,479.08 X 4.86 = 196,728.25 บาท ซึ่งถ้าทำการลดปริมาณความต้องการด้านโหลดลง 10 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ค่าใช้จ่ายจะลดลงด้วยเช่นกัน

5. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาการการศึกษาการบริหารจัดการใช้พลังงานสำหรับอาคารด้วยการตอบสนองด้านโหลด ด้วยการใช้อุปกรณ์ของดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์ สามารถบันทึกค่าและเก็บรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา จากผลของค่าที่เก็บได้สามารถนำมาบริหารจัดการเพื่อเลือกการชดเชยพลังงานจากแหล่งอื่น ๆ ที่มีสำรองไว้แล้ว เช่น จากพลังงานแสงอาทิตย์ เจนเนอเรเตอร์เป็นต้น จากผลการทำงานเราสามารถควบคุมหรือลดปริมาณการใช้งานด้านโหลดลง 5 – 10 เปอร์เซ็นต์ จาก 120 กิโลวัตต์เหลือ ประมาณ 100 กิโลวัตต์ ในช่วงเวลาที่กำหนดดังนั้นการดำเนินงานในครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการออกแบบเพื่อที่จะออกแบบอุปกรณ์สำหรับการควบคุมที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธนบุรีตลอดจนเจ้าหน้าที่ ที่อำนวยความสะดวกในสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ในการทดลองและขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจตลอดมาและขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำโครงงานบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้านี้จนสำเร็จ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ณัทกร ยุธทัตพล. 2544. **การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.energy.go.th/?q=th/profile (10 พฤศจิกายน 2559).

[2] วิบูลย์ สงวนพงศ์. 2427. ***อัตราค่าไฟฟ้า.*** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.pea.co.th (13 พฤศจิกายน 2559).

[3] นุชทิตา สุทธิสินทอง. 2530. **โปรแกรม Demand Monitoring Software (Idea Pro).** [ซีดี-รอม] กรุงเทพ : โปรเกรส.