

การออกแบบชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบจากกิโลวัตต์-อวาร์มิเตอร์ด้วย

ไมโครคอนโทรลเลอร์

The Design of a Power Meter Set: Electricity Kilowatt-Hour Meter Register with Microcontroller

ประภาพรรณ เคลือบวัฒนรัตน์ จิระศักดิ์ สินสุขอุคมชัย

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

E-mail: prapapank@gmail.com, Sin_chirasak@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบจากกิโลวัตต์-อวาร์มิเตอร์ ชนิด 1 เฟส 15(45)A โดยใช้เซนเซอร์ชนิดแสงผ่านตลอด ตรวจวัดจำนวนรอบของกิโลวัตต์-อวาร์มิเตอร์ ส่งผลการตรวจวัดเป็นจำนวนรอบไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เพื่อคำนวณค่าไฟฟ้าโดยนำผลเป็นจำนวนรอบไปคำนวณร่วมกับค่าไฟฟ้าผันแปรและภาษีมูลค่าเพิ่ม การคิดค่าไฟฟ้าจะคิดตามอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แสดงผลการคำนวณค่าไฟฟ้าเป็นจำนวนหน่วยนิตที่ใช้ไฟฟ้า, อัตราค่าไฟฟ้าหน่วยเป็นบาท, อัตราค่าไฟฟ้าผันแปรและภาษีมูลค่าเพิ่ม ผ่านทางจอแสดงผล (LCD) และจอคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ด้วยระบบไร้สาย

คำสำคัญ : ค่าไฟฟ้าวัดรอบ, กิโลวัตต์-อวาร์มิเตอร์, ค่าไฟฟ้าผันแปร, ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

Abstract

This paper presents the implementation of A power meter demonstration set with 1 phase 15(45)A-Electricity Kilowatt-Hour using PIC 16F877 microcontroller. The value of Kilowatt-Hour was detected the revolutions of a meter disk the by through-beam photo sensor and sent to a PIC 16F877 micro controller. With electrical rates, Ft and vat value from Provincial Electricity Authority, the PIC 16F877 microcontroller will calculate the Kilowatt-Hour unit from the disk revolutions. The output was displayed the Kilowatt-Hour unit, the electrical rates in Bath, Ft value and vat value on LCD monitor and computer monitor which is connected to the PIC 16F877 microcontroller by wireless mode.

Keyword: Power Meter, Kilowatt-Hour Meter, electrical rates Ft, PIC 16F877 microcontroller

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการรณรงค์ให้ประหยัดไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลาย แต่ไม่สามารถทราบได้ว่า ประหยัดไฟฟ้าได้มากหรือน้อย รู้เพียงว่าปิดไฟ เมื่อไม่ใช้ ไม่สามารถรู้ได้ว่าปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ไปเป็นกี่หน่วย เป็นเงินกี่บาท ลดลงหรือไม่ จนกว่าจะได้รับบิลเรียกเก็บเงินจากการไฟฟ้า ทำให้จัดระบบการใช้ไฟฟ้าให้ประหยัดทำได้ยาก แต่ถ้าต้องการทราบว่าใช้ไฟฟ้าไปกี่หน่วย เป็นเงินกี่บาท จะต้องทำการจดบันทึกหน่วยการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังการใช้ไฟฟ้าจริงในแต่ละเดือนด้วยตนเองแล้วนำมาคำนวณหาจำนวนหน่วยยูนิตที่ใช้ไฟฟ้า คำนวณหาปริมาณเงินค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายด้วยตนเอง ซึ่งมีความยุ่งยากและไม่สะดวกอย่างยิ่ง เนื่องจากมิเตอร์ของการไฟฟ้าจะแสดงหน่วยยูนิตการใช้ไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง ดังนั้นจึงได้ออกแบบชุดแสดงผลค่าไฟฟ้าวัตรอบจากกิโลวัตต์-อาร์ว มิเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาดังกล่าว โดยแสดงให้เห็นถึงจำนวนหน่วยยูนิตไฟฟ้าที่ใช้และคิดเป็นจำนวนเงินที่ต้องจ่ายสุทธิซึ่งได้คำนวณร่วมกับค่าไฟฟ้าผันแปรและภาษีมูลค่าเพิ่ม ทำให้สามารถวางแผนควบคุมการใช้ปริมาณไฟฟ้าได้อย่างประหยัดไฟฟ้าเพื่อลดค่าไฟฟ้า และสามารถตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าได้ตลอดเวลาด้วยตนเอง

2. ทฤษฎี

2.1 กิโลวัตต์-อาร์วมิเตอร์(Kilowatt-Hour Meter)[1],[2],[5]

โครงสร้างและส่วนประกอบของกิโลวัตต์-อาร์วมิเตอร์แสดงดังรูปที่ 1 และแสดงรายละเอียด ดังนี้

หมายเลข 1 คือ ขดลวดกระแส พันด้วยลวดทองแดงเส้นใหญ่ จำนวนรอบน้อย ต่ออนุกรมกับโหลด เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดชุดนี้ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กเป็นผลให้จานหมุน

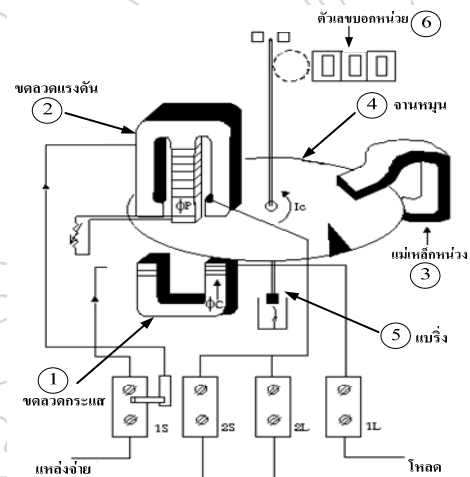
หมายเลข 2 คือ ขดลวดแรงดัน พันด้วยลวดทองแดงเส้นเล็ก จำนวนรอบมาก ต่อขนานกับโหลด

หมายเลข 3 คือ แม่เหล็กหน่วง (Breaking Magnet) จะวางคร่อมกับจานหมุน เพื่อหน่วงเวลาการหมุนของจานให้ เป็นสัดส่วนกับพลังงานไฟฟ้า

หมายเลข 4 คือ จานหมุน (Disc) เป็นจานโลหะกลมติดกับแกน เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี

หมายเลข 5 คือ แบริ่ง ทำหน้าที่บังคับการหมุนให้ตั้งตรงในแนวตั้งด้วยแบริ่งด้านบน แบริ่งตัวล่างจะช่วยรับน้ำหนักของจานหมุน

หมายเลข 6 คือ ตัวเลขบอกหน่วย (Register) เป็นตัวเลขบอกค่าพลังงานใช้งาน มีหน่วยวัดเป็น กิโลวัตต์ - ชั่วโมง หรือยูนิต



รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบภายในของกิโลวัตต์-อาร์ว มิเตอร์

เมื่อจ่ายโหลดและจ่ายไฟฟ้า ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดกระแสและมีเส้นแรงแม่เหล็ก (ϕ_c) คร่อมจานหมุนจากขดลวดกระแสด้านล่างไปหาขดลวดแรงดันด้านบน เกิดแรงดันเหนี่ยวนำบนจานหมุนขดลวดแรงดันจะสร้างเส้นแรงแม่เหล็ก (ϕ_c) ตัดกับกระแส (I_c) ทำให้เกิดแรงบิดทางแม่เหล็กไฟฟ้า ส่งผลให้จานหมุนเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ แกนหมุน และตัวเลขจะแสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่วัดออกมาเป็นหน่วย กิโลวัตต์ - ชั่วโมง (Kilowatt - Hour)

พลังงานไฟฟ้า คือ การใช้กำลังไฟฟ้าเทียบกับเวลาซึ่งหาได้จากสมการที่ 1

$$W = P \times T \quad (1)$$

เมื่อ W คือ พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์- ชั่วโมง (Watt-Hour)

P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt)

T คือ เวลา มีหน่วยเป็นชั่วโมง (Hour)

2.2 เซนเซอร์แสงชนิดแสงผ่านตลอด[1],[2],[3]

เซนเซอร์แสงประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ ตัวส่งแสงและตัวรับแสง สำหรับชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบจากกิโวลต์-อาร์มิเตอร์ ได้เลือกใช้เซนเซอร์แสงชนิดตัวส่งแสงแบบอินฟราเรด ที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 910 - 950 นาโนเมตร ให้ความเข้มของแสงสูงจึงส่งไปได้เป็นระยะทางไกลและสามารถส่งทะลุวัตถุบางชนิดได้ การติดตั้งเซนเซอร์จะติดที่แผ่นเพลทของกิโวลต์-อาร์มิเตอร์ เพื่อให้แสงทะลุผ่านถึงกันได้ เมื่อหมุนจนรูที่แผ่นเพลทตรงกับเซนเซอร์แสง

ตารางที่ 1 อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

อัตราปกติ	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน		8.19
5 หน่วยแรก (หน่วย ที่ 0 - 5)	0	
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6 - 15)	1.3576	
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 - 25)	1.5445	
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 - 35)	1.7968	
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 - 100)	2.1800	
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 - 150)	2.2734	
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 - 400)	2.7781	
เกิน 400 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	2.9780	

2.3 การคิดค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย [5]

ตารางที่ 1 อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{หน่วยการใช้ไฟฟ้า} &= 50 \text{ หน่วย} \\ \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร(Ft)/หน่วย} &= 0.9255 \text{ บาท / หน่วย} \\ \text{คำนวณค่าไฟฟ้าฐานจากตารางที่ 1} &= (5 \times 0) + (10 \times 1.3576) + (10 \times 1.5445) + (10 \times 1.7968) + (15 \times 2.1800) + 8.19 \\ &= 87.88 \text{ บาท} \\ \text{คำนวณค่าไฟฟ้าผันแปร(Ft)} &= 50 \times 0.9255 = 46.27 \text{ บาท} \\ \text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร(Ft)} &= 87.88 + 46.27 \\ &= 134.15 \text{ บาท} \end{aligned}$$

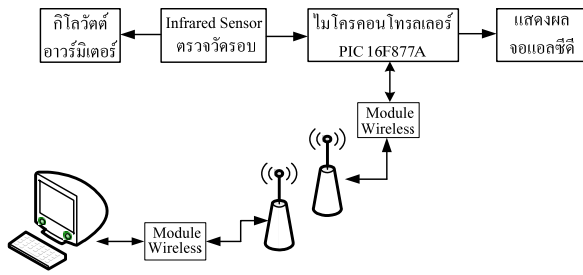
$$\begin{aligned} \text{VAT 7\%} &= 134.15 \times 7\% = 9.39 \text{ บาท} \\ &= 134.15 + 9.39 = 128.70 \text{ บาท} \end{aligned}$$

3. การออกแบบ

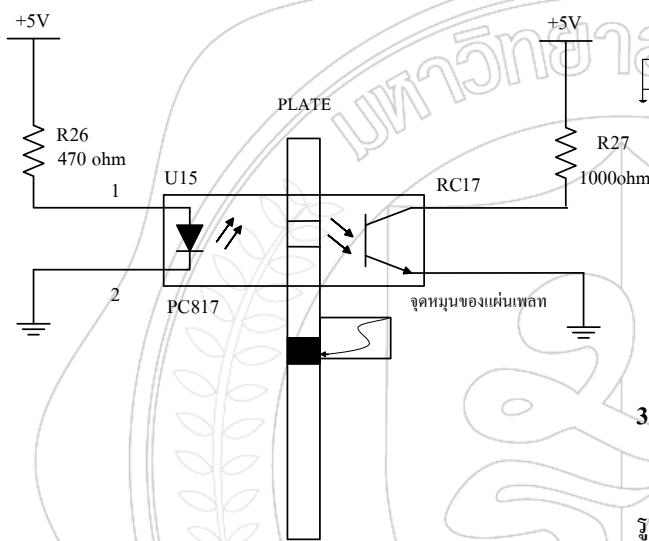
แสดงหลักการทำงานเป็นบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 2

3.1 การติดตั้งเซนเซอร์[1],[2]

ติดตั้งเซนเซอร์ชนิดแสงผ่านตลอดที่จานหมุน(จากรูปที่ 1 ตำแหน่งหมายเลข 4)ที่อยู่ภายในกิโวลต์-อาร์มิเตอร์ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมแสดงหลักการทำงาน

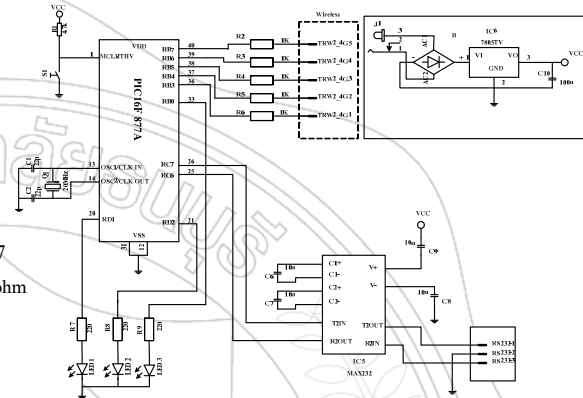


รูปที่ 3 การติดตั้งเซนเซอร์แสงอินฟราเรดที่งานหมุน

3.2 การออกแบบวงจรรับ-ส่งข้อมูล [3],[4],[6]

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A เป็นศูนย์กลางในการรับ-ส่งข้อมูลต่างๆ เริ่มต้นด้วยการรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ต RS 232 ที่ต่อร่วมกับ IC MAX 232 ซึ่งทำหน้าที่แปลงระดับสัญญาณจากระดับ TTL ให้เป็นระดับของ RS232 และรับสัญญาณจาก RS232 เพื่อแปลงให้เป็นสัญญาณ TTL ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A แล้วนำข้อมูลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A จากนั้นส่งข้อมูลต่อไปยังตัวรับ-ส่งข้อมูล TRW 2.4 G ซึ่งทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลโดยกำหนดให้ขา 1 ของพอร์ต RS 232 มีหน้าที่ในการส่งข้อมูลผ่านพอร์ต RC6 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A และกำหนดขา 3 ของพอร์ต RS 232 เป็นขาที่ใช้ในการรับ

ข้อมูลจากพอร์ต RC7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 ซึ่งอยู่ในชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบจากกิโลวัตต์-อวาร์มิเตอร์ โดยส่งค่าให้ TRW2.4 G ผ่านพอร์ต RB3, RB4, RB5, RB6, RB7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 4



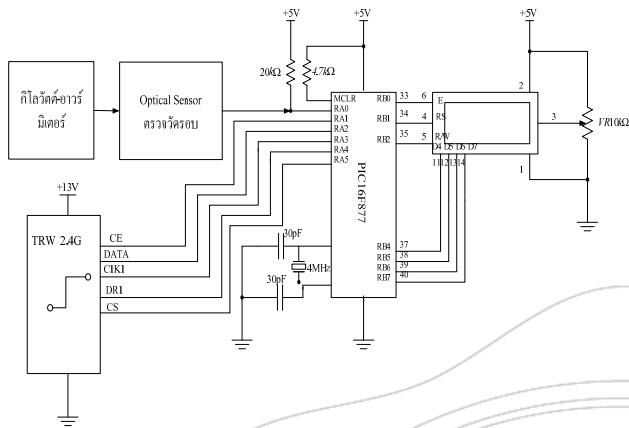
รูปที่ 4 วงจรรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สาย

3.3 การออกแบบวงจรรับค่าและแสดงผล [3],[4]

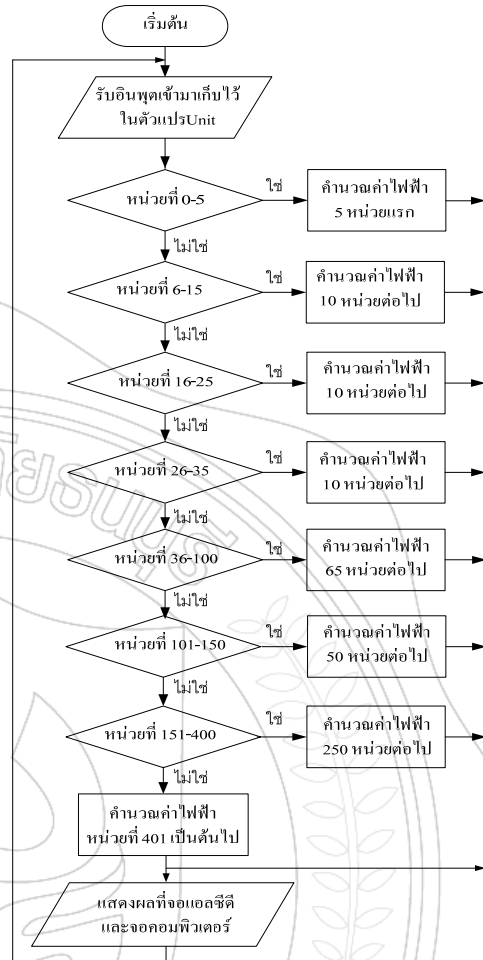
PIC16F877 รับข้อมูลเป็นจำนวนหน่วยการใช้ไฟฟ้าในรูปแบบของสัญญาณพัลส์จากชุดเซนเซอร์แสงอินฟราเรด (Infrared Sensor) มาคำนวณร่วมกับค่าไฟฟ้าผันแปรและภาษีมูลค่าเพิ่มที่รับค่าจากคอมพิวเตอร์ และแสดงผลออกทางจอแอลซีดี พร้อมทั้งส่งค่าไปยังโมดูล Wireless เพื่อให้โมดูล Wireless ส่งไปยังโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ด้วย Visual basic ผ่านพอร์ตอินพุต A0 เพื่อแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตเอาต์พุต A1, A2, A3, A4, A5 และ B โดยจะแสดงผลเป็นจำนวนหน่วยการใช้ไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าผันแปร ภาษีมูลค่าเพิ่มและจำนวนเงินค่าไฟฟ้าเป็นบาท ดังรูปที่ 5

3.4 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรม แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนการรับ-ส่งค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) ค่าภาษีมูลค่าเพิ่มจากคอมพิวเตอร์ซึ่งเขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic และส่วนการคำนวณค่าไฟฟ้าประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์



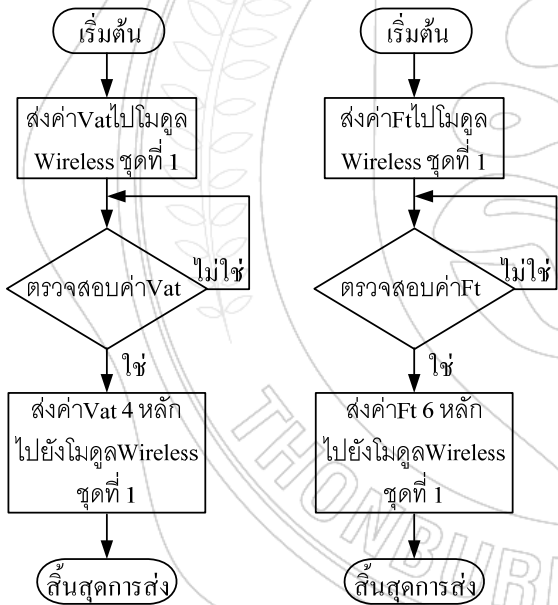
รูปที่ 5 แสดงการรับค่าและแสดงผล



รูปที่ 7 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของ โปรแกรม

4. การทดสอบและผลการทดสอบ

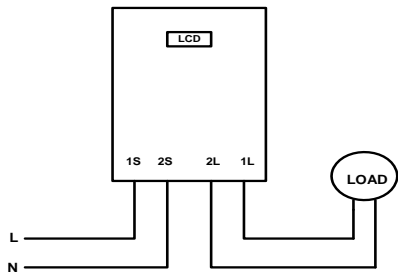
4.1 ขั้นตอนการทดสอบ



รูปที่ 6 แสดงโฟลว์ชาร์ตการส่งค่าภาษีมูลค่าเพิ่มและค่าไฟฟ้า ผันแปร



รูปที่ 8 แสดงภาพด้านหน้าและด้านในของชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัด รอบจากกลไกโอวิตต์-อาร์วีเมตร



รูปที่ 9 แสดงวงจรการทดสอบชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบ จากกิโลวัตต์-อาร์มิตอร์

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 8 ใช้โหลดอินแคนเดสเซนต์ ขนาด 2000 W เป็นโหลด(Resistive Load)จำนวนโดยใช้ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) 0.9907 ภาษีมูลค่าเพิ่ม (Vat) 7% อ่านค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน(บาท) จากจอแอลซีดี จอคอมพิวเตอร์และ หน่วยการใช้ไฟฟ้าจากกิโลวัตต์อาร์มิตอร์ ทุกๆหนึ่งชั่วโมง บันทึกผลการทดสอบในตารางที่ 2

2. ทำการทดลองซ้ำโดยใช้โหลดอินแคนเดสเซนต์ พัดลม กะทะไฟฟ้ารวมกัน 3000 W (Resistive & Inductive Load) อ่านค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน (บาท) จากจอแอลซีดี จอคอมพิวเตอร์และ หน่วยการใช้ไฟฟ้าจากกิโลวัตต์อาร์มิตอร์ ทุกๆ หนึ่งชั่วโมงบันทึกผลการทดสอบ ในตารางที่ 3

3. ทำการทดลองซ้ำ ใช้โหลดอินแคนเดสเซนต์ ขนาด 2000 W เป็นโหลด (Resistive Load) จำนวนโดยใช้ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) 0.9907 ภาษีมูลค่าเพิ่ม (Vat) 10% อ่านค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน(บาท) จากจอแอลซีดี จอคอมพิวเตอร์และ หน่วยการใช้ไฟฟ้าจากกิโลวัตต์อาร์มิตอร์ ทุกๆหนึ่งชั่วโมง บันทึกผลการทดสอบในตารางที่ 4

4. ทำการทดลองซ้ำโดยใช้โหลดอินแคนเดสเซนต์ พัดลม กะทะไฟฟ้ารวมกัน 3000 W (Resistive & Inductive Load) อ่านค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน(บาท) จากจอแอลซีดี จอคอมพิวเตอร์และ หน่วยการใช้ไฟฟ้า

จากกิโลวัตต์อาร์มิตอร์ ทุกๆ หนึ่งชั่วโมงบันทึกผลการทดสอบ ในตารางที่ 5

5.คำนวณค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยโดยใช้เครื่องคำนวณโดยนำจำนวนหน่วยที่อ่านได้จากกิโลวัตต์-อาร์มิตอร์ของการไฟฟ้ามาคำนวณแล้วบันทึกค่าในตารางที่ 2, 3,4,5

4.2 ผลการทดสอบ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบ โหลดโหลดอินแคนเดสเซนต์ 2000W โดยใช้ค่าไฟฟ้าผันแปร(Ft) 0.9907 ภาษีมูลค่าเพิ่ม (Vat) 7%

เวลา (ชม)	หน่วยการใช้ไฟฟ้าที่ได้ (Unit)			จำนวนเงินค่าไฟฟ้าที่ได้ (บาท)		
	กิโลวัตต์ อาร์มิตอร์	จอ แอล ซีดี	จอคอม พิว เตอร์	จอ แอลซีดี	จอคอม พิว เตอร์	เครื่อง คำนวณ
1	2	2	2	10.74	10.74	10.74
2	4	4	4	12.72	12.72	12.72
3	6	6	6	16.15	16.15	16.15
4	8	8	8	21.04	21.04	21.04
5	10	10	10	25.92	25.92	25.92
6	12	12	12	30.81	30.81	30.81
7	14	14	14	35.70	35.70	35.70
8	16	16	16	41.90	41.90	41.90
9	18	18	18	46.07	46.07	46.07
10	20	20	20	51.35	51.35	51.35
11	22	22	22	56.64	56.64	56.64
12	24	24	24	61.93	61.93	61.93
13	26	26	26	69.29	69.29	69.29
14	28	28	28	73.31	73.31	73.31
15	30	30	30	79.13	79.13	79.13
16	32	32	32	84.96	84.96	84.96
17	34	34	34	90.78	90.78	90.78
18	36	36	36	99.53	99.53	99.53
19	38	38	38	103.67	103.67	103.67
20	40	40	40	110.31	110.31	110.31
21	42	42	42	119.89	119.89	119.89
22	44	44	44	126.67	126.67	126.67
23	46	46	46	133.46	133.46	133.46
24	48	48	48	140.24	140.24	140.24

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบโหลดหลอดอินแคนเดสเซนต์
2000W พัดลม กระดาษไฟฟ้ารวมกัน 3000 W โดย
ใช้ค่าไฟฟ้าผันแปร(Ft)0.9907 ภาษีมูลค่าเพิ่ม
(Vat) 7%

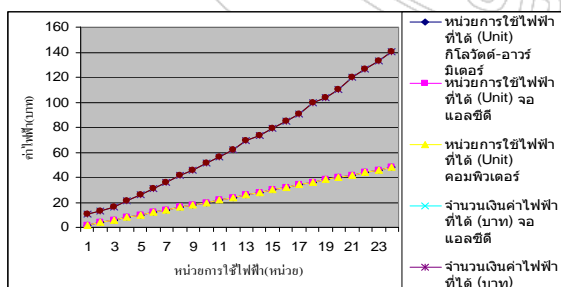
เวลา (ชม)	หน่วยการใช้ไฟฟ้าที่ได้ (Unit)			จำนวนเงินค่าไฟฟ้าที่ได้(บาท)		
	มิเตอร์ อวาร์มิเตอร์	จอ แอลซีดี	จอคอม พิวเตอร์	จอ แอลซีดี	จอคอม พิวเตอร์	เครื่อง คำนวณ
1	3	3	3	11.94	11.94	11.94
2	6	6	6	16.57	16.57	16.57
3	9	9	9	24.11	24.11	24.11
4	12	12	12	31.65	31.65	31.65
5	15	15	15	39.19	39.19	39.19
6	18	18	18	47.32	47.32	47.32
7	21	21	21	55.46	55.46	55.46
8	24	24	24	63.60	63.60	63.60
9	27	27	27	72.28	72.28	72.28
10	30	30	30	81.23	81.23	81.23
11	33	33	33	90.17	90.17	90.17
12	36	36	36	99.53	99.53	99.53
13	39	39	39	109.71	109.71	109.71
14	42	42	42	119.89	119.89	119.89
15	45	45	45	130.06	130.06	130.06
16	48	48	48	140.24	140.24	140.24
17	51	51	51	150.42	150.42	150.42
18	54	54	54	160.60	160.60	160.60
21	63	63	63	191.13	191.13	191.13
22	66	66	66	201.31	201.31	201.31
23	69	69	69	211.49	211.49	211.49
24	72	72	72	221.67	221.67	221.67

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบโหลดหลอดอินแคนเดสเซนต์
2000W ใช้ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) 0.9
ภาษีมูลค่าเพิ่ม (Vat) 7%

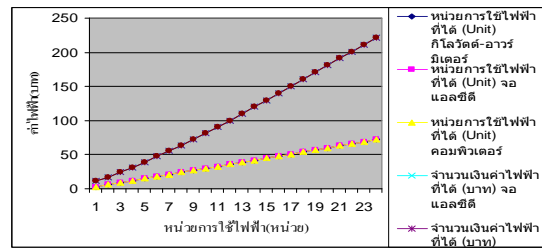
เวลา (ชม)	หน่วยการใช้ไฟฟ้าที่ได้ (Unit)			จำนวนเงินค่าไฟฟ้าที่ได้(บาท)		
	มิเตอร์ อวาร์มิเตอร์	จอ แอลซีดี	จอคอม พิวเตอร์	จอ แอลซีดี	จอคอม พิวเตอร์	เครื่อง คำนวณ
1	2	2	2	10.68	10.68	10.68
2	4	4	4	12.61	12.61	12.61
3	6	6	6	15.99	15.99	15.99
4	8	8	8	20.82	20.82	20.82
5	10	10	10	25.65	25.65	25.65
6	12	12	12	30.48	30.48	30.48
7	14	14	14	35.31	35.31	35.31
8	16	16	16	40.35	40.35	40.35
9	18	18	18	45.58	45.58	45.58
10	20	20	20	50.81	50.81	50.81
11	22	22	22	56.04	56.04	56.04
12	24	24	24	61.27	61.27	61.27
13	26	26	26	66.77	66.77	66.77
14	28	28	28	72.54	72.54	72.54
15	30	30	30	78.31	78.31	78.31
16	32	32	32	84.08	84.08	84.08
17	34	34	34	89.86	89.86	89.86
18	36	36	36	96.04	96.04	96.04
19	38	38	38	102.63	102.63	102.63
20	40	40	40	109.22	109.22	109.22
21	42	42	42	115.81	115.81	115.81
22	44	44	44	122.40	122.40	122.40
23	46	46	46	128.99	128.99	128.99
24	48	48	48	135.58	135.58	135.58

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบโหลดหอดคินแคนเดสเซนต์
2000Wพัลคม กะทะไฟฟ้ารวมกัน 3000 Wโดย
ใช้ค่าไฟฟ้าผันแปร(Ft) 0.9 ภาษีมูลค่าเพิ่ม
(Vat)7%

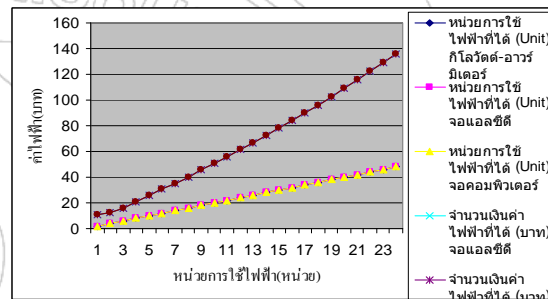
เวลา (ชม)	หน่วยการใช้ไฟฟ้าที่ได้ (Unit)			จำนวนเงินค่าไฟฟ้าที่ได้ (บาท)		
	กิโวลต์- อาร์ท มิเตอร์	จอ แอลซีดี	จอคอม พิวเตอร์	จอ แอลซีดี	จอคอม พิวเตอร์	เครื่อง คำนวณ
1	3	3	3	11.65	11.65	11.65
2	6	6	6	15.99	15.99	15.99
3	9	9	9	23.24	23.24	23.24
4	12	12	12	30.48	30.48	30.48
5	15	15	15	37.73	37.73	37.73
6	18	18	18	45.58	45.58	45.58
7	21	21	21	53.42	53.42	53.42
8	24	24	24	61.27	61.27	61.27
9	27	27	27	69.66	69.66	69.66
10	30	30	30	78.31	78.31	78.31
11	33	33	33	86.97	86.97	86.97
12	36	36	36	96.04	96.04	96.04
13	39	39	39	105.92	105.92	105.92
14	42	42	42	115.81	115.81	115.81
15	45	45	45	125.70	125.70	125.70
16	48	48	48	135.58	135.58	135.58
17	51	51	51	145.47	145.47	145.47
18	54	54	54	155.36	155.36	155.36
19	57	57	57	165.24	165.24	165.24
20	60	60	60	175.13	175.13	175.13
21	63	63	63	185.02	185.02	185.02
22	66	66	66	194.91	194.91	194.91
23	69	69	69	204.79	204.79	204.79
24	72	72	72	214.68	214.68	214.68



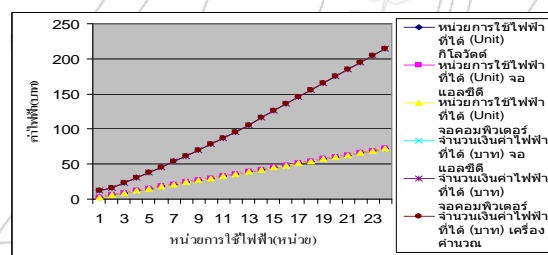
รูปที่ 10 กราฟแสดงผลการทดสอบโหลดหอดคินแคนเดสเซนต์ 2000 W โดยใช้ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) 0.9907 ภาษีมูลค่าเพิ่ม (Vat) 7%



รูปที่ 11 กราฟแสดงผลการทดสอบโหลดหอดคินแคนเดสเซนต์ 2000 W พัลคม กะทะไฟฟ้ารวมกัน 3000 W โดยใช้ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) 0.9907 ภาษีมูลค่าเพิ่ม (Vat) 7%



รูปที่ 12 กราฟแสดงผลการทดสอบโหลดหอดคินแคนเดสเซนต์ 2000 W โดยใช้ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) 0.9 ภาษีมูลค่าเพิ่ม (Vat) 7%



รูปที่ 13 กราฟแสดงผลการทดสอบโหลดหอดคินแคนเดสเซนต์ 2000 W พัลคม กะทะไฟฟ้ารวมกัน 3000 W โดยใช้ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) 0.9 ภาษีมูลค่าเพิ่ม (Vat) 7%

5. สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบใช้ชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบจาก กิโวลต์-อาร์ท มิเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ ออกแบบสร้างขึ้นนั้น ทำการทดสอบกรณีที่ 1 โดยใช้

หลอดอินแคนเดสเซนต์ขนาด 2000 วัตต์ ซึ่งเป็นโหลดประเภทความต้านทาน และกรณีที่ 2 ใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ร่วมกับพัดลม กะทะไฟฟ้า รวมกัน 3000 วัตต์ ซึ่งเป็นโหลดประเภทความต้านทานร่วมกับโหลดความเหนี่ยวนำ(Resistive & Inductive Load) โดยทำการเก็บผลการทดสอบทุกๆ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ได้นำผลการทดสอบที่ได้จากชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบจากกิโวลต์-อาร์ทมิเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวัดรอบโดยใช้มิเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ปรากฏว่าจำนวนหน่วยการใช้ไฟฟ้ามีจำนวนหน่วยเท่ากันดังตารางที่ 2,3 และรูปที่ 10,11 ค่าใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน(บาท)ที่ได้จากชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบจากกิโวลต์-อาร์ทมิเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงที่จอแอลซีดีและจอคอมพิวเตอร์ เปรียบเทียบกับการคำนวณค่าใช้ไฟฟ้าโดยอาศัยวิธีการคำนวณของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตามตารางที่ 1 ซึ่งการคำนวณนี้ได้ใช้ค่าไฟฟ้าผันแปรที่ 0.9907 ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% ได้ผลค่าใช้ไฟฟ้าจำนวนเงิน(บาท)เท่ากัน ดังตารางที่ 2,3 และรูปที่ 10,11 การทดสอบกรณีที่ 3 ทำการทดสอบโดยเปลี่ยนค่าไฟฟ้าผันแปร ทดสอบโดยใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ขนาด 2000 วัตต์ ซึ่งเป็นโหลดประเภทความต้านทาน และใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ร่วมกับพัดลม กะทะไฟฟ้า รวมกัน 3000 วัตต์ ซึ่งเป็นโหลดประเภทความต้านทานร่วมกับโหลดความเหนี่ยวนำ(Resistive & Inductive Load) นำจำนวนหน่วยการใช้ไฟฟ้าที่ได้มาคำนวณค่าใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน(บาท)โดยเปลี่ยนแปลงค่าไฟฟ้าผันแปร(F)จากเดิม 0.9907 เป็น 0.9 ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% เท่าเดิม ค่าใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน(บาท)ที่ได้จากชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบจากกิโวลต์-อาร์ทมิเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงที่หน้าจอแอลซีดีและจอคอมพิวเตอร์ เปรียบเทียบกับการคำนวณค่าใช้ไฟฟ้าโดยอาศัยวิธีการคำนวณของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตามตารางที่ 1 ได้ผลค่าใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน(บาท)เท่ากันดังตารางที่ 4,5 และรูปที่ 12,13

จากผลการทดสอบพบว่าชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบจากกิโวลต์-อาร์ทมิเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ออกแบบสร้างขึ้นนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยสามารถใช้กับโหลดที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และสามารถเปลี่ยนแปลงค่าไฟฟ้าผันแปร (F) ได้จริงตามที่การไฟฟ้ากำหนด โดยผู้ใช้สามารถทราบจำนวนหน่วยการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าที่ใช้เป็นจำนวนเงิน (บาท) โดยไม่ต้องรอบิลเรียกเก็บเงินจากการไฟฟ้า ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถวางแผนการจัดการควบคุมการใช้ปริมาณไฟฟ้าเพื่อลดค่าไฟฟ้าได้ด้วยตนเอง ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิผล ชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบจากกิโวลต์-อาร์ทมิเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ออกแบบนี้ สามารถแสดงให้เห็นถึงจำนวนหน่วยยูนิตไฟฟ้าที่ใช้และคิดเป็นจำนวนเงินที่ต้องจ่ายสุทธิซึ่งได้คำนวณร่วมกับค่าไฟฟ้าผันแปรและภาษีมูลค่าเพิ่ม

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] จิระศักดิ์ สิ้นสุขอุดมชัย, ประภาพรรณ เคลือบวันฉัตรณ์ “ชุดแสดงค่าไฟฟ้าวัดรอบจากกิโวลต์-อาร์ทมิเตอร์”, วารสารวิศวกรรมสารเอเชียอาคเนย์, ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มิถุนายน-พฤศจิกายน 2553
- [2] ประภาพรรณ เคลือบวันฉัตรณ์, จิระศักดิ์ สิ้นสุขอุดมชัย, “กิโวลต์-อาร์ทมิเตอร์ กับ การวัดรอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์”, วารสาร Electrical & Control, ปีที่ 9 ฉบับที่ 52 พฤศจิกายน-ธันวาคม 2553
- [3] พรจิต ประทุมสุวรรณ, เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร, 2541
- [4] ฉัฐพล วงศ์สุนทรชัย, ชัยวัฒน์ ลิ้มบรรจิดวิไล, เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877, กรุงเทพมหานคร: อินโนเวตีฟอิเล็กทรอนิกส์ เพอร์ซิเมนต์ จำกัด, 2542
- [5] WWW.PEA.CO.TH
- [6] WWW.WENSHING.COM