

เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

Electric Power Measurement Instrument

ประสานพันธ์ สายสิญจน์¹ กรรณิกา สายสิญจน์² บุญชัย ไชยอาจ³ พรเพ็ญ วังพิมูล⁴ สวัสดิ์ ยันต์วิเศษ⁵

^{1,3,4,5} สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ² แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สามารถวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารบ้านพักที่อยู่อาศัยขนาด 220 V ได้โดยคณะผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างเครื่องวัดให้มีขนาด 10 cm x 15 cm x 8 cm ภายในประกอบด้วยชุดวงจรที่ออกแบบให้สามารถคำนวณปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้แล้วเก็บข้อมูลลงใน SD Card เพื่อคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้ใช้ในแต่ละวันโดยใช้โปรแกรมประมวลผล Microsoft Excel โดยอาศัยหลักการทำงานของ CT ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าสามารถวัดกระแสได้สูงสุด 30 A ให้แรงดันเอาต์พุต 0-1 V ทำงานร่วมกับไอซี PIC24FJ64GA002 ใช้ไฟ DC 3.3 V ซึ่งจะใช้ Voltage Regulator IC 5 V (LM7805) ในการจ่ายไฟให้ PIC24FJ64GA002 มี Port ใช้งานทั้งหมด 13 Port และ ไอซี RTC DS1307 ที่สามารถเก็บข้อมูล วินาที นาที ชั่วโมง วัน วันที่ เดือน และปีได้ เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าตัวเครื่องจะสร้างไฟล์ Time.txt และ Ft.txt ลงใน SD Card ซึ่งสามารถตั้งวันที่และเวลาที่ต้องการใช้ในไฟล์ Time.txt เช่น ชั่วโมง/นาที/วัน/เดือน/ปี

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า พบว่า เครื่องสามารถวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปจำนวนหน่วยที่ใช้ จำนวนเงินที่ต้องจ่าย (บาท) ค่าบริการรายเดือน ค่า FT และค่าไฟฟ้ารวมที่ต้องจ่ายทั้งหมดในรอบเดือนเมื่อเทียบกับค่าไฟฟ้าของ

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเรียกเก็บมีค่าใกล้เคียง คิดเป็น 99%

คำสำคัญ : เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า, ค่าไฟฟ้า, CT

Abstract

The purpose of this research is to design, construct and find the efficiency of the electrical energy meter. It can measure the electrical energy used in 220 V residential homes. The researcher has designed. Built to measure 10 cm x 15 cm x 8 cm inside, it consists of a series of circuits designed to calculate the amount of electrical energy used to store data on the SD Card. SD Card to calculate the electrical energy used each day by using Microsoft Excel processing program based on the principle of CT, which performs the power monitoring. Can measure the current up to 30A, output voltage 0-1 V work with IC. IC24FJ64GA002 uses a 3.3V power supply which uses a 5 V Voltage Regulator IC (LM7805) to provide power. PIC24FJ64GA002. Includes all 13 Ports and RTC DS1307 that can store seconds, minutes, hours, days, dates, months, and years. When using electricity, the machine generates

Time.txt and Ft.txt files into the SD CARD. It can set the date and time it takes in the Time.txt file, such as hour/minute/day/month/year.

The results of the energy efficiency test showed that the machine can measure the amount of electricity used in the unit. The monthly fee, FT fee, and the total electricity bill paid during the month compared to the PEA's electricity bill are approximately 99%.

Keywords : Electric Power Measurement

Instrument, Electricity price, CT.

1. บทนำ

ปัจจุบันไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งสำหรับการดำรงชีวิตประจำวันของชนในชาติ รวมไปถึง การสื่อสาร การคมนาคม การให้ความรู้ การศึกษา และการมีส่วนร่วมในกระบวนการประชาธิปไตย ซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญต่อหลักการมนุษยชนจะเกิดขึ้นและมีประสิทธิภาพไม่ได้ถ้าขาด “ไฟฟ้า” ไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่มนุษย์นำมาใช้เป็นพลังงานสำหรับเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ให้สามารถทำงานได้ พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความสำคัญ เพราะเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ในปัจจุบันล้วนต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าในการทำงาน การใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่ใช้ไปกับการดำรงชีวิตโดยผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการอำนวยความสะดวกภายในครัวเรือนซึ่งอาจจะทำให้การใช้ไฟฟ้าของแต่ละเดือนมีค่าไฟฟ้าสูงขึ้นตามมา เนื่องจากไม่รู้ว่าการใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนตอนนี้ใช้ไฟฟ้าไปเท่าใด ปัญหาของค่าไฟฟ้าที่สูงขึ้นทุก ๆ เดือนอาจเป็นเพราะไม่สามารถดูค่าไฟฟ้าได้เองก่อนจะถึงแต่ละเดือนที่ทางกรไฟฟ้าจะมาจ่ายบิลค่าไฟฟ้าให้เราไปชำระเงิน จึงทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าบางรายไม่เข้าใจเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องใช้ไฟฟ้า

ตลอดจนระบบอัตโนมัติต่าง ๆ ที่นำมาใช้เพื่อให้เกิดความสะดวกสบาย เช่น พัดลม ตู้เย็น ประตูเปิด ปิดอัตโนมัติ ระบบแสงสว่างแต่ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ใดก็ตาม ล้วนต้องใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันมีปริมาณการใช้เพิ่มมากขึ้นนั้นถ้าผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า ในบ้านเรือนได้จะเป็นการช่วยให้การใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายได้ รวมไปถึงสามารถวางแผนการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนได้เป็นอย่างดี

จากปัญหาที่กล่าวมาคณะผู้วิจัยมีความสนใจที่จะหาวิธีการสร้างเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบค่าไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือน โดยตัวเครื่องมือสามารถนำไปติดตั้งไว้ภายในบริเวณบ้านซึ่งปริมาณหน่วยการใช้ไฟจะถูกเก็บไว้ใน SD Card และนำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งจะทำให้สามารถทราบค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าในช่วงระยะเวลานั้น ๆ ได้ อันจะนำไปสู่การวางแผนการใช้ไฟฟ้าและ และประหยัดค่าไฟฟ้าที่จะต้องจ่ายในแต่ละเดือนได้

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า และจัดเก็บลงใน SD Card

1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.2.1 ได้เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย

1.2.2 สามารถรู้ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายได้ด้วยตนเอง

1.2.3 เพื่อประมาณการค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายในแต่ละเดือนของบ้านพักอาศัยได้

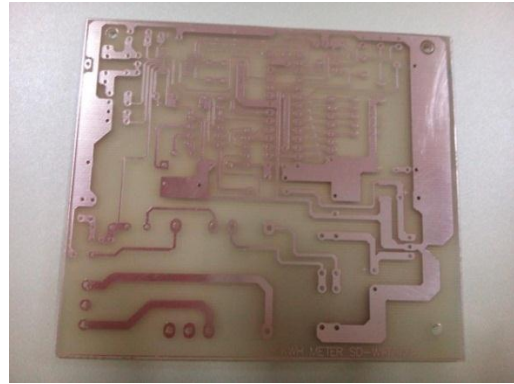
1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 บันทึกข้อมูลโดยใช้ SD Card ขนาด 8 G

1.3.2 ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

1.3.3 นำไปใช้กับการตรวจสอบค่าไฟกับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย

1.3.4 ใช้กับบ้านพักอาศัยที่ใช้กับไฟฟ้า 220 V



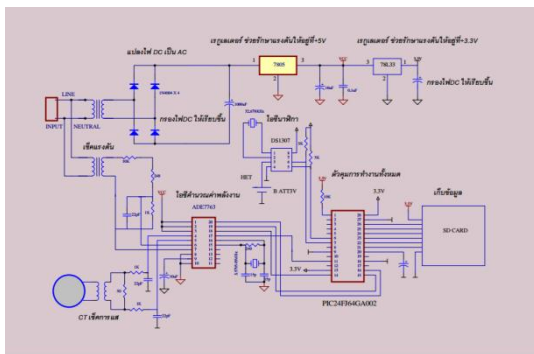
ภาพที่ 2 กัดแผ่นปรินต์เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การออกแบบและสร้างเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

ในการสร้างเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจะต้องใช้หลักการออกแบบให้สัมพันธ์กับสภาพการปฏิบัติงานที่จะสามารถนำไปใช้งานได้จริงและได้ผล ขั้นตอนการสร้างเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้แบ่งออกดังนี้

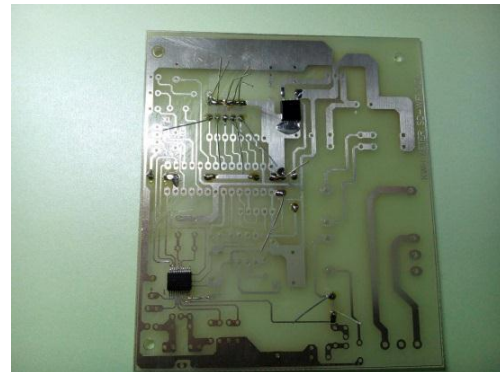
2.1.1 ออกแบบวงจรให้สามารถวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.1.2 ดำเนินการสร้างชุดวงจรโดยเขียนลงในแผ่นปรินต์เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ ดังภาพที่ 2

2.1.3 ดำเนินการประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงในวงจร ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 เชื่อมต่ออุปกรณ์คาปาซิเตอร์

2.1.4 ติดตั้งที่เสียบ SD Card ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ออกแบบและบัดกรี SD Card ตามที่กำหนด

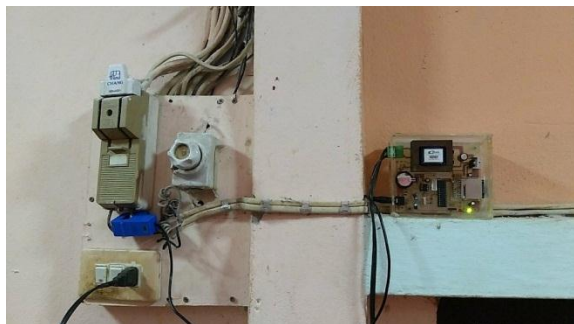
2.1.5 ประกอบเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า
โดยการนำส่วนต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นที่ผ่านการทดสอบแต่ละ
ส่วนแล้ว นำมาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปทำการ
ทดสอบการทำงานและการใช้งานต่อไป ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 อุปกรณ์ที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

2.2 การทดลองหาประสิทธิภาพ

เมื่อดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องวัด
การใช้พลังงานไฟฟ้า พร้อมทั้งได้ดำเนินการทดสอบการ
ทำงานของชิ้นส่วนและอุปกรณ์แต่ละส่วนเรียบร้อยแล้ว
นั้น ได้ดำเนินการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของ
เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยการนำไปทดลองใช้
ในบ้านพักอาศัยโดยนำไปติดตั้ง และทำการทดลองบันทึก
ข้อมูลดังภาพที่ 6

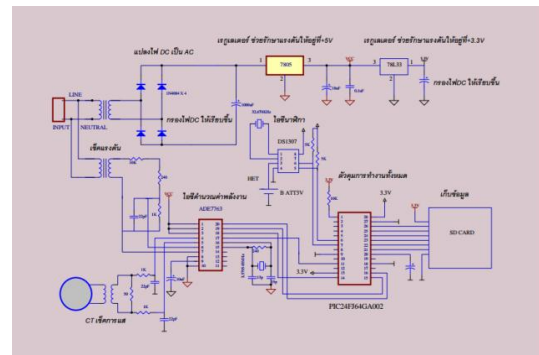


ภาพที่ 6 การทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดการ
ใช้พลังงานไฟฟ้า

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องวัดการใช้ พลังงานไฟฟ้า

จากการออกแบบและสร้างเครื่องวัดการใช้
พลังงานไฟฟ้าได้ดำเนินการออกแบบวงจร ดังภาพที่ 11
ดำเนินการสร้างเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังภาพที่
12 และเพื่อความสะดวกในการใช้งานได้บรรจุในกล่อง
ขนาด 10 cm x 15 cm x 8 cm ดังภาพที่ 7-8



ภาพที่ 7 วงจรเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า



ภาพที่ 8 ตัวกล่องเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

3.2 ผลการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์และ โปรแกรมประมวลผล

3.2.1 ผลการทดสอบการทำงานของ
PIC24FJ64GA002 ได้ผลดังนี้

3.2.1.1 PIC24FJ64GA002 ใช้กับ

ไฟฟ้า DC 3.3 V ซึ่งจะใช้ Voltage Regulator IC 5V (LM780) ในการจ่ายไฟให้ PIC24FJ64GA002

3.2.1.2 PIC24FJ64GA002 มี Port ใช้งานทั้งหมด 13 Port ซึ่งผลการทดสอบสามารถใช้งานได้ตามปกติ

3.2.2 ผลการทดสอบการทำงานของ CT เช็กระแสไฟฟ้า ผลการทดสอบพบว่า สามารถวัดกระแสได้สูงสุด 30 A ให้แรงดันเอาต์พุต 1-0 V ในการวัดกระแสไฟฟ้า ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การใช้งาน CT เช็กระแสไฟฟ้า

3.2.3 ผลการทดสอบการทำงานของไอซี RTC DS1307

3.2.3.1 ผลการทดสอบการทำงานของ ไอซี RTC DS1307 พบว่า เพื่อความแม่นยำในการตั้ง เวลาที่จะใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ใช้ต่อไฟเลี้ยง +5 V

3.2.3.2 ฐานเวลาของ DS1307 สามารถเก็บข้อมูลได้ในรูปวินาที นาที ชั่วโมง วัน วันที่ เดือน และปีได้ และรายละเอียดต่าง ๆ มีดังนี้

- 1) VCC : ใช้ต่อไฟเลี้ยง +5 V
- 2) GND : ใช้ต่อกราวด์
- 3) VBAT : ใช้ต่อกับแบตเตอรี่ 3 V เพื่อรักษาการทำงาน ในกรณีที่ไม่มีไฟเลี้ยงจ่ายให้
- 4) SDA : ขารับส่งข้อมูลด้วย

ระบบบัส I2C

5) SCL : ขาสัญญาณนาฬิกา สำหรับการรับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I2C

6) SQW/OUT : ขาเอาต์พุต สัญญาณ Square Wave สามารถเลือกความถี่ได้

7) X1, X2 : ใช้ต่อกับคริสตัล ความถี่มาตรฐาน 32.768 kHz เพื่อสร้างฐานเวลาจริงให้กับ IC

3.2.3.3 การเริ่มทำงานของ ไอซี RTC DS1307 ดังภาพที่ 10

ตารางการไฟฟ้า							
	A	B	C	D	E	F	G
1	Volt	current	Watt	ใช้ไฟฟ้า(	ค่าไฟฟ้า(	Time	Date
2	221	3.138	553.13	0.533	0	20:55	21/02/18
3	227	3.161	556.41	0.869	0	20:55	21/02/18
4	227	3.134	550.74	0.120	0	20:56	21/02/18
5	223	3.15	554.92	0.153	0	20:56	21/02/18
6	224	3.153	554.32	0.187	0	20:56	21/02/18
7	226	3.112	548.35	0.221	0	20:57	21/02/18
8	222	2.582	481.79	0.255	0	20:57	21/02/18
9	224	2.578	481.19	0.284	0	20:57	21/02/18
10	221	2.566	479.7	0.313	0	20:58	21/02/18
11	223	2.589	482.68	0.342	0	20:58	21/02/18
12	224	2.523	471.34	0.371	0	20:58	21/02/18
13	226	2.549	476.41	0.400	0	20:59	21/02/18
14	225	2.572	481.49	0.429	0	20:59	21/02/18
15	226	2.57	480.29	0.459	0	20:59	21/02/18
16	227	2.598	484.77	0.488	0	21:00	21/02/18
17	222	2.562	477.31	0.517	0	21:00	21/02/18
18	222	2.552	477.1	0.546	0	21:00	21/02/18
19	224	2.517	469.55	0.575	0	21:01	21/02/18
20	225	2.553	475.52	0.605	0	21:01	21/02/18
21	225	2.542	473.13	0.634	0	21:01	21/02/18
22	222	2.577	479.7	0.663	0	21:02	21/02/18
23	222	2.51	468.65	0.692	0	21:02	21/02/18
24	225	2.534	470.74	0.721	0	21:02	21/02/18
25	223	2.789	515.52	0.752	0	21:03	21/02/18

ภาพที่ 10 ไอซี RTC DS1307 แสดงผลการเริ่มทำงาน

3.2.4 ทดสอบการทำงานของโค้ดโปรแกรม

การทดสอบการทำงานของโค้ดโปรแกรม โดยการติดตั้งเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า และตั้งเวลา โดยเขียนโค้ดเวลา ระยะเวลาการทดสอบ 4 สัปดาห์ โดยดำเนินการต่อสายไฟ 220V เข้าที่ขั้ว 3 ขา ให้ถูกต้อง จากนั้นต่อขั้ว CT แล้วนำไปคล้องสายไฟหลัก (Main) ดังนี้

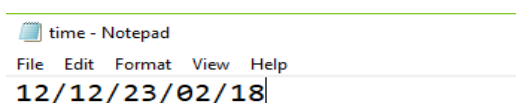
3.2.4.1 ผลการทดสอบการทำงานเมื่อมี SD Card โดยเมื่อป้อนไฟฟ้า 220V แล้วไฟสีเขียวและสีแดงจะกระพริบ (สถานะที่ยังไม่มี SD Card) เมื่อใส่ SD Card แล้วไฟสีแดงจะดับ แล้วไฟสีเขียวจะติดค้างไว้

ทั้ง 2 ดวง และเมื่อมีการบันทึกลง SD Card ไฟล์เขียวจะกระพริบ

3.2.4.2 ผลการทดสอบการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยเมื่อไฟสีแดง และเขียวกระพริบ ให้เปิดใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า ผลการทดสอบ พบว่า ถ้ามีการใช้ไฟฟ้าหลอดไฟฟ้าจะกระพริบเตือน และจะหยุดการบันทึกข้อมูลลงใน SD Card

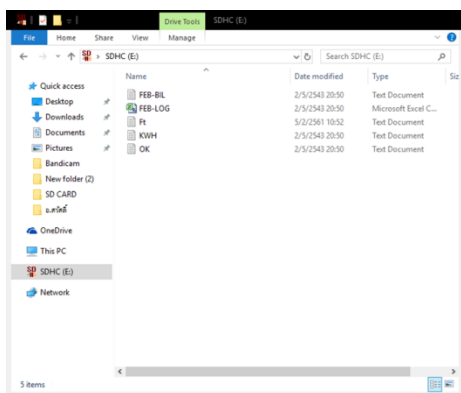
3.2.4.3 สร้างไฟล์ Time.txt และ Ft.txt ลงใน SD Card

3.2.4.4 ตั้งวันที่และเวลาที่ต้องการใช้ในไฟล์ Time.txt เช่น ชั่วโมง/นาฬิกา/วัน/เดือน/ปี ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ตั้งวันที่และเวลา

3.2.4.5 กรอกข้อมูลค่า Ft ลงในไฟล์ Ft.txt เช่น 0.1590 เพื่อทดสอบการประมวลผลดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ไฟล์ที่ได้หลังจากทำการทดลอง

3.3 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพ

ในการหาประสิทธิภาพโดยพิจารณาจากค่า

การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยคิดในรูปจำนวนหน่วย และจำนวนเงิน (บาท) Ft ค่าไฟฟ้ารวม และยอดรวมที่ต้องชำระทั้งหมด เปรียบเทียบระหว่างจากเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าและจากบิลค่าไฟฟ้าที่ได้รับแจ้งจากการไฟฟ้า แสดงผลได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยคิดในรูปจำนวนหน่วย และจำนวนเงิน (บาท) Ft

รายการ(ค่าใช้จ่าย)	เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า	บิลแจ้งค่าไฟฟ้า	ส่วนต่าง
ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า/หน่วย	156 หน่วย	154 หน่วย	2 หน่วย
ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า/บาท	510.71 บาท	504.16 บาท	6.55 บาท
ค่าบริการรายเดือน	38.22 บาท	38.22 บาท	0 บาท
ค่า (Ft)	-24.80 บาท	-24.49 บาท	-0.31 บาท
ค่าไฟฟ้ารวม	524.13 บาท	517.89 บาท	6.24 บาท
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% (VAT)	36.69 บาท	36.25 บาท	0.44 บาท
ยอดที่ต้องชำระ	560.82 บาท	554.14 บาท	6.68 บาท

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า การเปรียบเทียบผลจากการใช้เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า และจากใบแจ้งค่าไฟฟ้าที่ได้รับแจ้งจากการไฟฟ้า ในด้านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปจำนวนหน่วยแตกต่างกัน 1 หน่วย คิดเป็นเงินแตกต่างกัน 3.27 บาท ค่า Ft แตกต่างกัน 0.17 บาท ค่าไฟฟ้ารวมแตกต่างกัน 2.90 บาท และยอดรวมที่ต้องชำระทั้งหมดแตกต่างกัน 3.55 บาท

4. สรุปผล

จากการออกแบบสร้างเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีขนาด 10 cm x 15 cm x 8 cm ภายในประกอบด้วยชุดวงจรที่ออกแบบให้สามารถคำนวณปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้แล้วเก็บข้อมูลลงใน SD Card เพื่อคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละวันโดยใช้โปรแกรมประมวลผล Microsoft Excel โดยอาศัย

หลักการทำงานของ CT ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบกระแสไฟฟ้า สามารถวัดกระแสได้สูงสุด 30 A ให้แรงดันเอาต์พุต 0-1 V ทำงานร่วมกับไอซี PIC24FJ64GA002 ใช้ไฟ DC 3.3 V ซึ่งจะใช้ Voltage Regulator IC 5 V (LM7805) ในการจ่ายไฟให้ PIC24FJ64GA002 มี Port ใช้งานทั้งหมด 13 Port และ ไอซี RTC DS1307 ที่สามารถเก็บข้อมูล วินาที, นาฬิกา, ชั่วโมง, วัน, วันที่, เดือน และปี ได้ เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าตัวเครื่องจะสร้างไฟล์ Time.txt และ Ft.txt ลงใน SD Card ซึ่งสามารถตั้งวันที่และเวลาที่ต้องการใช้ในไฟล์ Time.txt เช่น ชั่วโมง/นาฬิกา/วัน/เดือน/ปี

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า พบว่า เครื่องสามารถวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปจำนวนหน่วยที่ใช้ จำนวนเงินที่ต้องจ่าย (บาท) ค่าบริการรายเดือน ค่า FT และค่าไฟฟ้ารวมที่ต้องจ่ายทั้งหมดในรอบเดือนเมื่อเทียบกับค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเรียกเก็บมีค่าใกล้เคียง 99%

5. ข้อเสนอแนะ

5.1 พัฒนาเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้สามารถวัดได้กับไฟฟ้ามากกว่า 1 เฟส

5.2 พัฒนาเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้สามารถแสดงผลและคำนวณจำนวนหน่วยและจำนวนเงินได้โดยไม่ต้องใช้ร่วมกับโปรแกรมประมวลผล

5.3 พัฒนาเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้สามารถวัดได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยตรง

บรรณานุกรม

- [1] ไชยชาญ หินเก็ก. (2541). เครื่องกลไฟฟ้า 2. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

- [2] พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตยพงศ์ และคณะ. (2546). เครื่องวัดไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- [3] บุญธรรม ภัทราจารกุล. (2559). งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น บมจ.
- [4] สิทธิชัย ประสานวงศ์. (2556). การใช้โปรแกรมตารางงาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ซอฟต์แวร์เพลส
- [5] พนิดา พานิชกุล. (2547). เทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เคทีพี.
- [6] เอกชัย มะการ. (2556). เรียนรู้เข้าใจ ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์.