

เครื่องวัดและคำนวณค่าไฟฟ้าในบ้านโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

Electrical billing estimation for a home by using a microcontroller

ธีรนนท์ วงศ์มาเกษ, กิตติพงษ์ ประสมทรัพย์, ธนากร สุนทรวัฒน์*

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ 73170

*E-mail: tsuntornwat@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องวัดและคำนวณค่าไฟฟ้าในบ้านโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า โดยมีปุ่มควบคุมการทำงาน 3 ปุ่ม คือ ปุ่มที่หนึ่งควบคุมการเพิ่มค่าไฟฟ้า ปุ่มที่สองทำหน้าที่เปลี่ยนหน้าจอแสดงผล ปุ่มที่สามควบคุมการลดค่าไฟฟ้า โดยตัวเครื่องจะแสดงผลทางจอ LCD ขนาด 16x4 หน้าจอแสดงผลจะมีทั้งหมด 3 หน้า ประกอบไปด้วยหน้าที่หนึ่ง แสดงการบ่อนค่าไฟฟ้าต่อ 1 หน่วยไฟฟ้า หน้าที่สองแสดงค่าทางไฟฟ้าประกอบไปด้วย แรงดันไฟฟ้าหน่วยเป็นโวลต์ กระแสหน่วยเป็นแอมแปร์ กำลังไฟฟ้าหน่วยเป็นวัตต์และหน้าที่สามแสดงค่าไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้ต่อชั่วโมง ต่อวัน ต่อเดือน ต่อปี จากการทดสอบการวัดและคำนวณของตัวเครื่องนั้นมีผลออกมาเป็นที่น่าพอใจมีความแม่นยำในการวัดและคำนวณคิดเป็น 95% ของความถูกต้อง

คำสำคัญ: เครื่องวัดและคำนวณการใช้ไฟฟ้า, การคำนวณค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ, การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

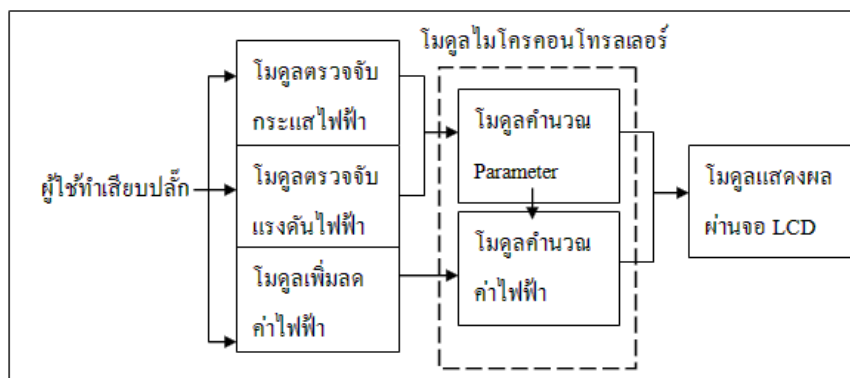
This paper presents a design and development of electrical billing meter for a home by using a microcontroller with measures electric current and voltage. The device consists of three buttons: 1) for increasing electrical billing control 2. for changing display screen. and 3. for decreasing electrical billing control. The display is LCD 16x4 and consists of three screens 1. for showing electrical billing per unit 2. for showing electrical parameters: voltage in volt, current in ampere, power in watt and 3. for showing electrical billing per hour, day, month and year. Finally, the meter was tested with varying electrical equipment and measuring the electrical billing. The result was 95% of accuracy.

Keywords: Electricity consumption meter and computation, Automatic electrical billing computation, Microcontroller application

1. ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากสังคมในปัจจุบันเป็นสังคมที่มีเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนในการใช้ชีวิตของมนุษย์มากขึ้น แต่เทคโนโลยีต่าง ๆ ก็ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งพลังงานไฟฟ้านั้นจะได้มาก็ต่อเมื่อมีการผลิตขึ้น ไม่ว่าจะเป็นพลังงานที่ได้จากน้ำมัน พลังงานที่ได้จากพระอาทิตย์หรืออื่น ๆ อีกมากมายนั้น ซึ่งกระบวนการผลิตนั้นก็ส่งผลกระทบต่อโลก ซึ่งในปัจจุบันปัญหานี้กำลังทำลายโลกของเราไปเรื่อย ๆ ทางกลุ่มจึงมองเห็นว่าจะมีวิธีใดที่ทำให้เราลดการใช้พลังงานให้น้อยลง ถ้าเราเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับงานแล้วจะมีทางใดอีก ทางกลุ่มจึงคิดที่จะสร้างเครื่องวัดและคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เพื่อที่จะได้ทราบค่าว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดใช้พลังงานต่อชั่วโมง ต่อวันหรือต่อเดือน เพื่อที่จะลดการใช้พลังงานไปโดยสูญเปล่า และประหยัดพลังงานหรือเงินที่เราต้องเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ และยังเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนไปด้วยตัวอีกด้วย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเสนอการทำงานของโมดูลวัดกระแสไฟฟ้า โมดูลวัดแรงดันไฟฟ้าและส่งข้อมูลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องวัดและคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้า

2. ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 1 ภาพรวมของเครื่องวัดและคำนวณค่าไฟฟ้า

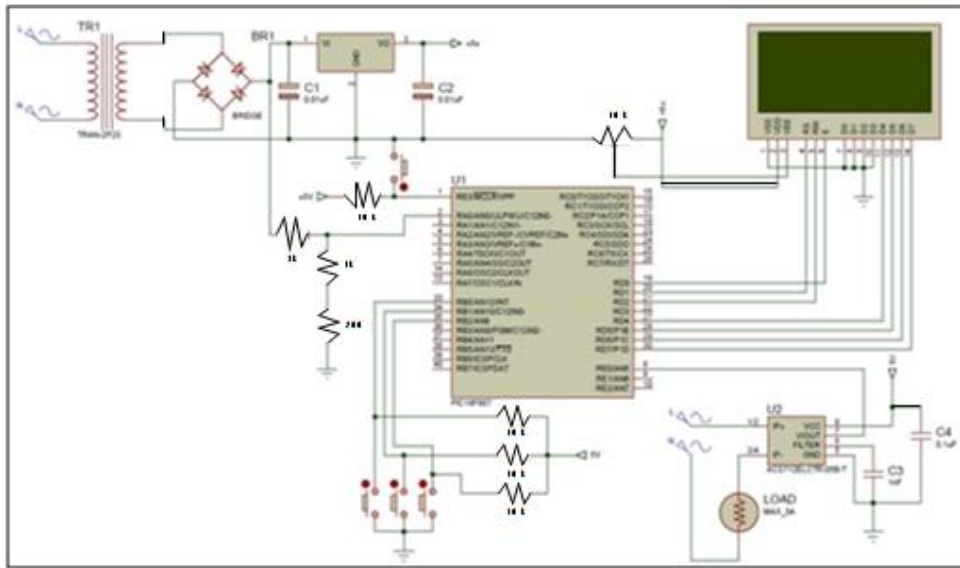
จากรูปที่ 1 เมื่อผู้ใช้เสียบปลั๊กที่อุปกรณ์อุปกรณ์จะทำการวัดค่ากระแส, แรงดันและการลดเพิ่มค่าไฟฟ้าและส่งข้อมูลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการคำนวณค่าไฟฟ้าและแสดงผลที่จอ LCD ต่อไป

3. การออกแบบและการพัฒนา

3.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

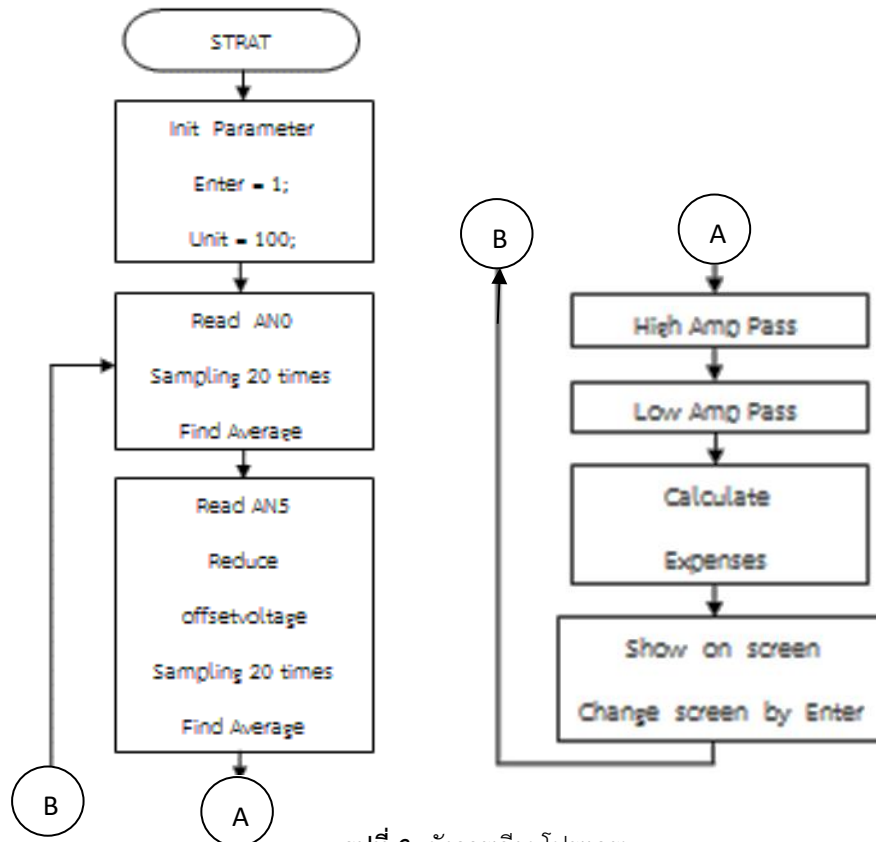
การออกแบบวงจรแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งคือส่วนของการควบคุมการทำงานของเครื่อง โดยจะประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 16F887 เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่อง สวิตช์ควบคุมการเพิ่มลดค่าเงินต่อหน่วย 2 สวิตช์ สวิตช์การเปลี่ยนหน้าจอของเครื่องอีก 1 สวิตช์ และจอ LCD ขนาด 16x4 เพื่อแสดงข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนที่สองคือส่วนของเซนเซอร์ ประกอบไปด้วยเซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า

และเซนเซอร์วัดแรงดันไฟฟ้าโดยทั้งสองส่วนจะทำงานเชื่อมต่อกันและนำค่าที่ได้ไปคำนวณจากนั้นจึงแสดงออกทางจอ LCD



รูปที่ 2 ภาพรวมในการออกแบบวงจร

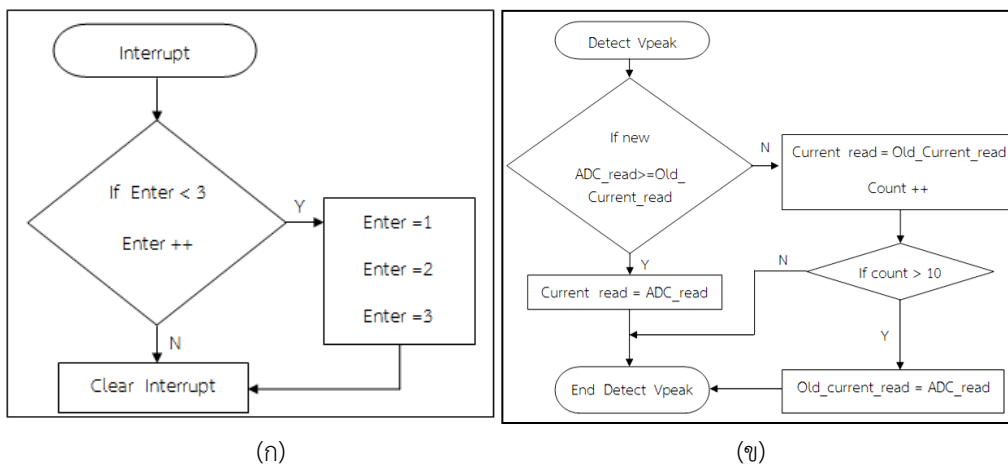
3.2 ผังการเขียนโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3 ผังการเขียนโปรแกรม

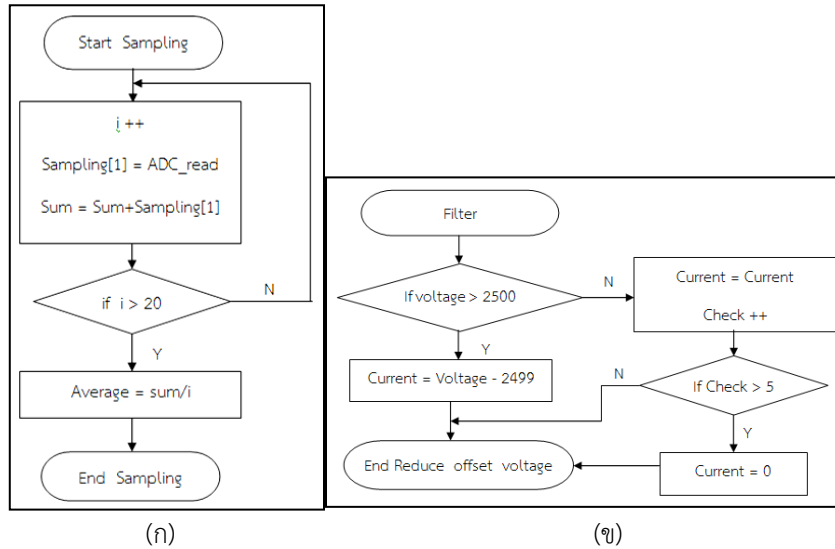
จากรูปที่ 3 โปรแกรมจะเริ่มทำงานที่ Enter=1 หน้าจอขอเครื่องจะอยู่ที่หน้า 1 และ Unit=100 คือค่าของเงินจะเริ่มที่ 1.00 บาทต่อหน่วย จากนั้นโปรแกรมจะทำงานอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าจากขา AN0 แล้วทำการ

เก็บค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นจำนวน 20 ครั้งมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด จากนั้นโปรแกรมจะอ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากขา AN5 แล้วทำการลบค่า offset voltage คือค่าสูญเสียของตัวเซนเซอร์ออกเพื่อให้ได้ค่าที่จะนำมาใช้จริง จากนั้นทำการเก็บค่า 20 ครั้งแล้วทำการหาค่าเฉลี่ย แต่ก่อนที่จะนำค่ากระแสที่วัดได้ไปแสดงผ่านทางหน้าจอจะต้องผ่าน High Amp Pass เพื่อตรวจสอบว่ากระแสที่จะนำไปแสดงนั้นมากหรือเท่ากับค่าเดิมที่วัดได้หรือไม่ ถ้ามากกว่าและเท่ากับค่าเดิมที่วัดได้ให้นำค่านั้นไปใช้ แต่ถ้าค่าน้อยก็จะผ่าน Low Amp Pass เพื่อตรวจสอบว่าค่าที่วัดได้น้อยจริงหรือไม่ถ้าจริงก็ให้นำค่าน้อยนั้นไปใช้ จากนั้นก็นำค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าไปคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าโดยใช้สูตร $P=IV$ และการคำนวณหาค่า $kWhr=kw \times Hr$ จากนั้นก็นำค่าที่ได้ไปแสดงผ่านทางหน้าจอ LCD



รูปที่ 4 (ก) โฟลว์ชาร์ตการทำงานในส่วนของ Interrupt (ข) โฟลว์ชาร์ตการทำงานในส่วนของการเก็บค่าสูงสุดเอามาหาค่าเฉลี่ย

จากรูปที่ 4 (ก) เป็นส่วนการทำงานของ Interrupt จากการกด Switch เพื่อเปลี่ยนไปยังหน้าจออื่น เมื่อ Switch ถูกกดให้เช็คค่าของ Enter ถ้าหาก < 3 ให้เพิ่ม Enter++ แต่ถ้า Enter>3 ให้ Enter กลับไปที่ 0 รูปที่ 4 (ข) การทำงานในส่วนของการเก็บค่าสูงสุดเอามาหาค่าเฉลี่ย หากการ Detect ค่า Vpeak ในที่นี้เราจะขอเรียกว่า High pass filter เพราะหลักการทำงานคือ ยอมให้ค่าสูงผ่าน การทำงานจะเริ่มจากการอ่านค่า ADC ถ้าหากอ่านได้ค่าที่ >= ค่าเก่าจึงยอมให้ใช้ค่านั้น แต่ถ้าค่าที่อ่านใหม่ได้น้อยกว่า จะให้ใช้ค่าเก่าไปก่อนและเริ่มนับเวลาไปเรื่อยๆจนกว่าจะถึงเวลาที่กำหนดจึงยอมให้ใช้ค่าใหม่ที่ต่ำกว่าค่าเก่าจากรูปที่ 5 (ก) การทำงานในส่วนของการนำค่าที่ได้มาเก็บหาค่าเฉลี่ย ให้ i เพิ่มค่าที่ละ 1 ให้อ่าน ADC แล้วเก็บไว้ที่ Sampling[i] โดยที่ i เพิ่มค่าไปครั้งละ 1 จะเท่ากับว่า Sampling[1] ถึง Sampling[20] เมื่ออ่านค่าแล้วนำค่าที่ได้มาบวกรวมกัน เมื่อ i เพิ่มค่าจนถึง 20 แล้วให้นำค่าที่รวมกัน 20 ครั้งมาหาร i ซึ่ง i = 20 จึงได้ค่าเฉลี่ยมาจากรูปที่ 5 (ข) การทำงานในส่วนของการนำค่ามาใช้ ถ้าค่าใหม่สูงกว่าค่าเก่าให้ใช้ค่าใหม่ ถ้าค่าใหม่ต่ำกว่าค่าเก่าให้ใช้ค่าเก่าไปแล้วเริ่มนับ ถ้ายังต่ำกว่าอยู่ให้นับต่อ นับจนถึงจำนวนที่กำหนดไว้แล้วแสดงว่าค่าต่ำจริง ๆ จึงยอมใช้ค่าใหม่ที่ต่ำกว่า และค่าที่เป็น 0 ให้นับเหมือนกัน เมื่อนับจนถึงที่กำหนดไว้ จึงยอมให้ค่า 0 ผ่าน



รูปที่ 5 (ก) โพล์ชาร์ตการทำงานในส่วนของการนำค่าที่เก็บมาหาค่าเฉลี่ย (ข) โพล์ชาร์ตการทำงานในส่วนของการนำค่ามาใช้

4. ผลการทดลอง

เครื่องวัดและคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าจัดทำขึ้นเพื่อวัดค่าทางไฟฟ้า และคำนวณค่าทางไฟฟ้าที่ได้ออกมาเป็นจำนวนเงินที่เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดใช้พลังงานในการทำงานของตัวเครื่อง

4.1 ผลจากการเปรียบเทียบ

ในการวัดและตรวจสอบว่าตัวเครื่องสามารถวัดค่าได้ตรงตามที่ควรจะเป็นหรือไม่ได้วัดเปรียบเทียบค่ากับ AC CLAMP METER ว่าสามารถวัดได้ตรงหรือใกล้เคียงจาก METER เพียงใด ซึ่งผลการทดลองจะได้แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การตรวจสอบการวัดของเครื่อง

4.2 ผลจากการทดลองวัดเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ

แสดงได้ดังตารางที่ 1 – 2

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าตัวเครื่องได้ทำการวัดและคำนวณออกมาได้ผลที่น่าพอใจ เพราะสามารถวัดได้ตรงและใกล้เคียงกับ Meter และคำนวณออกมาได้ค่าใกล้เคียงกับค่าที่ระบุไว้ข้างกล่องของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งผลที่ได้เป็นที่พึงพอใจ

ตารางที่ 1 (ก) แสดงค่าไฟฟ้าจากการวัดของตัวเครื่องมีหน่วยเป็นบาทต่อชั่วโมง (Unit = 1.86 บาท) (ข) แสดงค่าไฟฟ้าจากการวัดของตัวเครื่องมีหน่วยเป็นบาทต่อวัน (Unit = 1.86 บาท)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า จากการ คำนวณ (บาท)	ค่า ไฟฟ้า (บาท)	% ความ แตกต ง
พัดลม Hatari HT7611 เบอร์ 3	0.09	0.08	11
Adapter Notebook Acer Aspire4920	0.07	0.06	14
Adapter Ipad 3	0.02	0.02	0
หัวแร้ง	0.04	0.04	0
TV LCD Toshiba 32PB10T	0.09	0.08	11
คอมไฟ Hopar PL 24"	0.10	0.10	0
เตารีด Panasonic NI-317T เบอร์ 2	1.50	1.48	1
Notebook Acer Aspire4920	0.15	0.14	7

(ก)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า จากการ คำนวณ (บาท)	ค่า ไฟฟ้า (บาท)	% ความ แตกต ง
พัดลม Hatari HT7611 เบอร์ 3	2.16	1.92	11
Adapter Notebook Acer Aspire4920	1.68	1.44	14
Adapter Ipad 3	0.48	0.48	0
หัวแร้ง	0.96	0.96	0
TV LCD Toshiba 32PB10T	2.16	1.92	11
คอมไฟ Hopar PL 24"	2.40	2.40	0
เตารีด Panasonic NI-317T เบอร์ 2	36	35.52	1
Notebook Acer Aspire4920	3.6	3.36	7

(ข)

ตารางที่ 2 (ก) แสดงค่าไฟฟ้าจากการวัดของตัวเครื่องมีหน่วยเป็นบาทต่อเดือน (Unit = 1.86 บาท) (ข) แสดงค่าไฟฟ้าจากการวัดของตัวเครื่องมีหน่วยเป็นบาทต่อปี (Unit = 1.86 บาท)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า จากการ คำนวณ (บาท)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	% ความ แตกต ง
พัดลม Hatari HT7611 เบอร์ 3	64.8	57.6	11
Adapter Notebook Acer Aspire4920	50.4	43.2	14
Adapter Ipad 3	14.4	14.4	0
หัวแร้ง	28.8	28.8	0
TV LCD Toshiba 32PB10T	64.8	57.6	11
คอมไฟ Hopar PL 24"	72	72	0
เตารีด Panasonic NI-317T เบอร์ 2	1080	1065.6	1
Notebook Acer Aspire4920	108	100.8	7

(ก)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า จากการ คำนวณ (บาท)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	% ความ แตกต ง
พัดลม Hatari HT7611 เบอร์ 3	777	691	11
Adapter Notebook Acer Aspire4920	604	518	14
Adapter Ipad 3	172	172	0
หัวแร้ง	345	345	0
TV LCD Toshiba 32PB10T	777	691	11
คอมไฟ Hopar PL 24"	864	864	0
เตารีด Panasonic NI-317T เบอร์ 2	12960	12787	1
Notebook Acer Aspire4920	1296	1209	7

(ข)

6. บรรณานุกรม

- [1] ดอนสัน ปงผาบและทิพวัลย์ คำน้ำนอง, ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุกต์ใช้งาน, กรุงเทพฯ, บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2537.
- [2] วชิรินทร์ เคารพ, เรียนรู้และเข้าใจสถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887, บริษัท อีทีที จำกัด, 2546.
- [3] อรพิน ประวัตินิธิ, คู่มือเรียนภาษาซี ฉบับปรับปรุงใหม่, บริษัทโปรวิชั่น จำกัด, 2552.