

การพัฒนาระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า

นายอนุพงศ์ พงษ์สุวรรณ

นายพิทักษ์ ศรีประทุม

นายอัศววัฒน์ อภิโสภณภริมย์

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบจัดการและการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมประกอบ ด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนควบคุม ชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า และส่วนคอมพิวเตอร์ ส่วนควบคุมออกแบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATMEGA8 ในการรับค่าระดับพลังงานไฟฟ้าจากชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าผ่านการสื่อสารแบบอนุกรม RS485 เพื่อจัดเก็บและประมวลผลส่วนคอมพิวเตอร์จะสื่อสารแบบอนุกรม RS232 เพื่อใช้ในการควบคุมในการทดลองใช้หลอดไฟขนาด 100 วัตต์ นำไปต่อเป็นโหลดแทนเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นโหลดที่ใช้พลังงานไฟฟ้าคงที่ โดยทำการบันทึกผลการทดลองทุก ๆ หนึ่งชั่วโมงใช้เวลาในการบันทึกการทดลอง 20 ชั่วโมง ซึ่งผลการทดลองคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเท่ากับ 99.5 เมื่อเทียบกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเท่ากับ 0.5

1. บทนำ

ที่อยู่อาศัยหรือบ้านนับได้ว่ามีสำคัญเป็นอย่างมาก จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องใช้ไฟฟ้าตลอดจนระบบอัตโนมัติต่างๆ ที่นำมาใช้เพื่อให้เกิดความสะดวกสบาย เช่น พัดลม ผู้เขียน ประชูปิดเปิดอัตโนมัติ ระบบแสงสว่าง แต่ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ใดก็ตามล้วนต้องใช้เวลาพลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันมีปริมาณการใช้ที่มากขึ้นทุกวันจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า ให้เป็นไปอย่างประหยัดและมีประโยชน์สูงสุด ถ้าสามารถรู้ได้ว่าปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านมีการใช้ไปเท่าใดแล้ว จะทำให้มีการวางแผนในการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ การเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เป็นตัวเลขแต่ละตัวยังคงต้องใช้การ

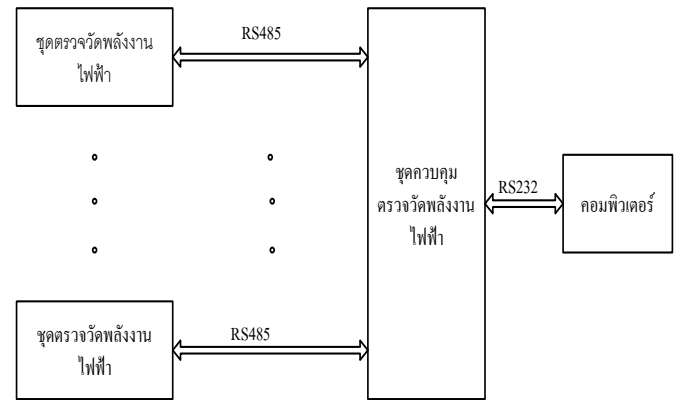
อ่านค่าด้วยสายตาเพื่อทำการจดบันทึกค่านำไปทำการคิดเงินค่าใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อเทียบกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบันวิธีการเช่นนี้ถือว่าไม่สะดวก และมีความผิดพลาดสูง

โครงการนี้ได้ออกแบบการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและคิดค่าใช้จ่าย โดยผู้เก็บข้อมูลไม่ต้องทำการอ่านค่าและจดบันทึกเพียงแต่มีอุปกรณ์เก็บข้อมูลที่สามารติดต่อกับสื่อสารกับเครื่องวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยให้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าส่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ามายังอุปกรณ์เก็บข้อมูลและทำการบันทึกข้อมูลที่รับมาลงในหน่วยความจำของเครื่องได้ทันที ซึ่งเป็นการเพิ่มความสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้งาน โดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมซึ่งถือได้ว่า

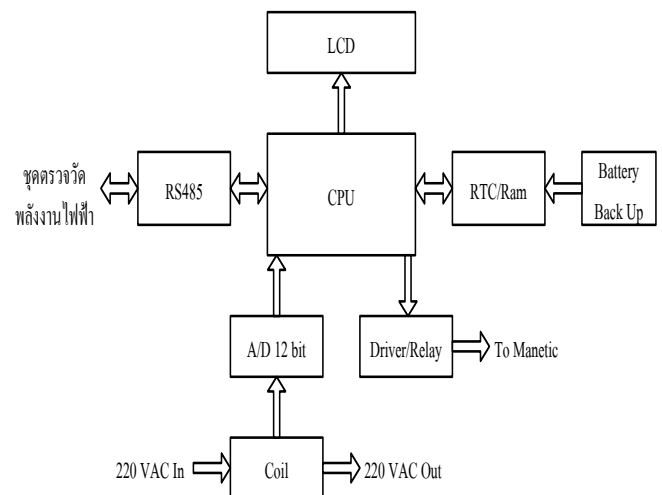
เป็นหัวใจสำคัญในงานทางด้าน การควบคุมและติดต่อสื่อสารรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆเป็นจำนวนมาก จึงทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ปัจจุบันถูกพัฒนาความสามารถเพิ่มขึ้นไปอย่างมาก ซึ่งในโครงการนี้จึงได้เลือกไมโครคอนโทรลเลอร์มาเป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

2. โครงสร้างของระบบ

โครงสร้างโดยรวมของระบบ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า ชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ ในส่วนแรกชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า มีหน้าที่วัดค่า การใช้พลังงานไฟฟ้าและเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าไว้จนกว่าจะมีการเรียกข้อมูลนี้ไป จากนั้นเมื่อมีการเรียกข้อมูลจากชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า จะส่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านระบบการสื่อสารแบบอนุกรม RS485 โดยจะเชื่อมต่อกับระบบชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าซึ่งจะใช้การสื่อสารแบบอนุกรม RS485 ระบบนี้จะสามารถส่งข้อมูลไปได้ในระยะไกล ได้เป็นกิโลเมตร ในส่วนที่สองชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า เป็นส่วนที่ทำการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์กับชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าจะใช้การสื่อสารแบบอนุกรม RS232 สำหรับการสื่อสาร RS232 สามารถต่อสาย สัญญาณได้ไม่ไกลเหมือนกับการสื่อสารแบบอนุกรม RS485 ซึ่งชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้ามีหน้าที่เรียกข้อมูลจากชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าทุกตัว และเป็นตัวควบคุมการการรับส่งข้อมูล ระหว่างชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าหลายๆ ตัว กับชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าก่อนที่จะส่งผ่านไปยังคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ ส่วนที่สาม คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลหลัก ที่ได้จากตัวชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าทุกตัว และควบคุมการทำงานของระบบ

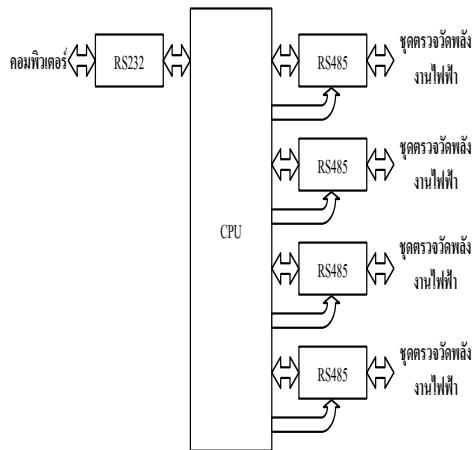


รูปที่ 2.1 โครงสร้างระบบ



รูปที่ 2.2 บล็อกไดอะแกรมชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า

ส่วนแสดงผล LCD มีขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัดซึ่งจะแสดงจำนวนการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหน่วยต่อชั่วโมง (Kw/h) จำนวน 8 หลัก มีจุดทศนิยม 3 ตำแหน่ง แสดงการใช้กระแสไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาเป็นจำนวน 3 หลักมีหน่วยเป็นแอมแปร์ ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ U1 ใช้เบอร์ ATMEGA8-16PC จะเป็นตัวประมวลผลกลางที่รับสัญญาณดิจิทัล จากตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล มาเข้าสู่ตรรกานวนตามที่ โปรแกรมกำหนดไว้และอ้างอิง

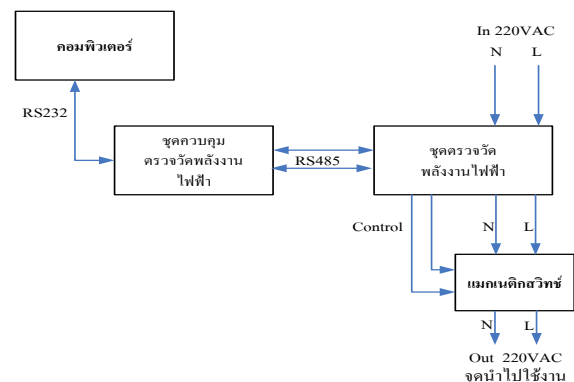


รูปที่ 2.3 บล็อกไดอะแกรมชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า

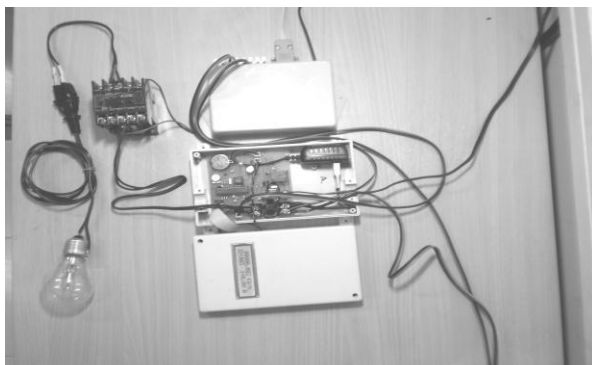
เริ่มจากคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ร้องขอหรือส่งคำสั่งว่าต้องการติดต่อกับ วงจรชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าหรือ ชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าผ่านการสื่อสารแบบอนุกรม RS232 โดยมี U1 เป็นไอซีแปลงสัญญาณใช้เบอร์ MAX232 สัญญาณเข้าที่ขา 8 และออกที่ขา 9 จากนั้นสัญญาณจะส่งเข้าที่ขา 2 ของ U2 ซึ่งเป็นขารับสัญญาณ (RXD) และตัวชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า จะถอดรหัสคำสั่งว่าตรงกันหรือไม่ถ้าตรงกันก็จะทำคำสั่งถัดไป ถ้าไม่ตรงกันก็จะตัดคำสั่งนั้นทิ้งไปสัญญาณอีกส่วนจะถูกส่งไปยังไอ ซีแปลงสัญญาณเป็นแบบอนุกรม RS485 ซึ่งมี U3, U4, U5, U6 ทำหน้าที่สัญญาณเข้าที่ขา 4 ของทุกตัวซึ่ง U3, U4, U5, U6 จะทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลหรือคำสั่งต่างๆอยู่ตลอดเวลา จนกว่าสัญญาณที่ขาคอนโทรล (CONTROL) ขาที่ 2, 3 ของ U3, U4, U5, U6 จะมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไป ถ้าขา 2, 3 มีสัญญาณเป็นศูนย์ (Low Signal) ซึ่งจะถูควบคุมจากชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าอีกทีหนึ่งดังนั้นสัญญาณข้อมูลที่ส่งก็จะถูกส่งไปยังตัว ชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า ทุกตัวเช่นกัน หลังจากนั้นตัวชุดตรวจจับพลังงานไฟฟ้า จะทำการถอดรหัส คำสั่งว่าตรงกันหรือไม่ถ้าตรงกันก็จะทำคำสั่งถัดไป ถ้าไม่ตรงกันก็จะตัดคำสั่งนั้นทิ้งไป

2.4 โปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า

เริ่มต้นการทำงาน (Start) โปรแกรมจะรีเซ็ตค่าต่างๆ (Initial port) จากนั้นจะถอดรหัสตำแหน่งจากฐานข้อมูล แล้วทำการทดสอบช่องสัญญาณทีละช่อง เริ่มจากช่องที่ 1 ก่อน ถ้าไม่สามารถติดต่อสื่อสารได้ (NO) จะทำการแสดงสถานะว่าไม่สามารถติดต่อสื่อสาร (Disconnect) และบันทึกสถานะไว้ (Store) และวนไปรีเซ็ตระบบอีกครั้งหนึ่ง ถ้าทดสอบผ่าน (Yes) จะไปทดสอบช่องสัญญาณที่ 2,3 และ 4 ถ้าผ่านทั้งหมดก็จะส่งข้อมูลไปยังตัวชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า (Slave meter) จากนั้นระบบจะทำการเลือกช่องสัญญาณ ว่าช่องไหน ให้เป็นตัวรับ (Receive) โดยจะสามารถเลือกได้ที่ละช่องสัญญาณ จากช่องที่ 1-4 (Port 1-4) และจะให้หลอดไฟแสดงการติดต่อสื่อสาร (Show LED = ON) ขณะมีการติดต่อสื่อสารและรอการตอบสนองอีก 10 มิลลิเซ็ก (10 ms) และถ้าเลือกช่องสัญญาณน้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ ก็จะวนไปเลือก ช่องสัญญาณให้เป็นตัวรับ (Receive) จนครบ 4 ช่องสัญญาณ จากนั้นจะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ (Send data to PC) แล้วเคลียร์บัฟเฟอร์ (Clear Buffer_Rx) พร้อมกับกำหนดค่าสัญญาณให้เป็นโหมดส่งสัญญาณ (Set Mode=Tx) แล้วให้หลอดไฟดับเพื่อแสดงการติดต่อสื่อสารสิ้นสุดและจบโปรแกรมการทำงาน



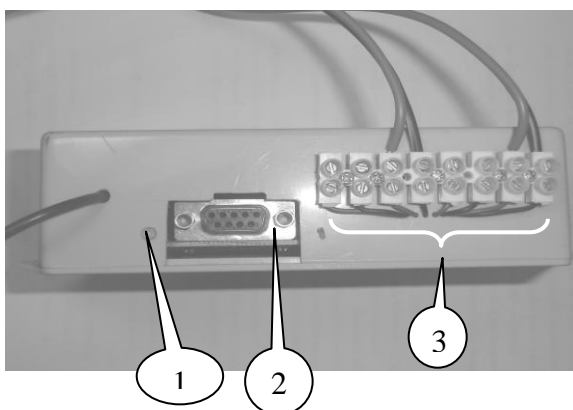
รูปที่ 2.5 วงจรการต่อใช้งาน



2.9 การออกแบบฐานข้อมูลไมโครซอฟต์แอคเซส

ฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลของผู้เช่าหรือลูกค้าโดยใช้โปรแกรมแอคเซสในการบันทึกข้อมูลเมื่อคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์เรียกข้อมูลจากชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าที่จะถูกบันทึกลงในตารางฐานข้อมูลเช่นกันและถ้ามีการแก้ไขรายละเอียดผู้เช่าหรือลูกค้าจะถูกบันทึกลงในตารางฐานข้อมูล

รูปที่ 2.6 แสดงการต่อใช้งาน

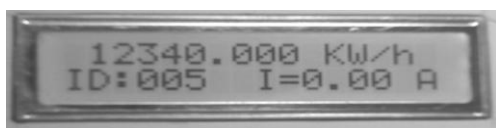


รูปที่ 2.7 ใช้สายสัญญาณที่เชื่อมต่อชุดควบคุมและชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 1 เมตร เชื่อม ต่อ RS485 ที่พอร์ต 2

หมายเลข 1 แบตเตอรี่ ขนาด 3 โวลต์

หมายเลข 2 พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณของชุดควบคุมตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า

หมายเลข 3 คอนเนคเตอร์สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ RS485 ระหว่างชุดควบคุมกับชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 2.8 แอลซีดี แสดงผลของชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า

3. ผลการทดลอง

การทดลองเพื่อที่จะจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าใช้ไป และค่าความผิดพลาด โดยผู้เก็บข้อมูลไม่ต้องทำการอ่านค่าและจดบันทึก เพียงแต่มีอุปกรณ์เก็บข้อมูลที่สามารถติดต่อสื่อสารกับเครื่องวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยให้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าส่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ามายังอุปกรณ์เก็บข้อมูลและทำการบันทึกข้อมูลที่ได้รับมาลงในหน่วยความจำของเครื่องได้ทันที ซึ่งเป็นการเพิ่มความสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้งาน

เพื่อศึกษารวบรวมข้อมูล ออกแบบระบบวางแผน สามารถจัดการและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ลดภาระการจดบันทึกและจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถเข้าใจการรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1 ผลการทดลองจากบันทึกผลในการทดลอง

ชั่วโมง	แอมป์มิเตอร์ มาตรฐาน (Kw/h)	ชุด ตรวจวัด พลังงาน ไฟฟ้า (Kw/h)	ค่าความ ผิดพลาด
1	0.10	0.10	0
2	0.20	0.20	0
3	0.30	0.30	0
4	0.40	0.40	0
5	0.50	0.50	0
6	0.60	0.60	0
7	0.70	0.70	0
8	0.80	0.80	0
9	0.90	0.90	0
10	1.00	1.00	0
11	1.10	1.10	0.01
12	1.20	1.21	0.01
13	1.30	1.31	0.01
14	1.40	1.41	0.01
15	1.50	1.51	0.01
16	1.60	1.61	0.01
17	1.70	1.71	0.01
18	1.80	1.81	0.01
19	1.90	1.91	0.01
20	2.10	2.11	0.01

3.2 การคำนวณ

$$\text{จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้} = \frac{W_{\text{Device}} \times H}{1000 \text{ W}}$$

เมื่อ

W_{Device} หมายถึง จำนวนวัตต์
ของเครื่องใช้ไฟฟ้า (หน่วยเป็นวัตต์)

H หมายถึง จำนวนชั่วโมงใช้งาน

เมื่อหลอดไฟ 100 วัตต์ ใช้งานไป 1
ชั่วโมง ใช้พลังงานไป 1 กิโลวัตต์

$$\text{แทนค่า} = \frac{100 \times 1}{1000}$$

$$= 0.1$$

หลอดไฟขนาด 100 วัตต์ 1 ชั่วโมงใช้ไฟ
ไป 0.1 กิโลวัตต์ (Kwh)

ค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 0.005

ค่าความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ 0.5

ดังนั้นค่าความถูกต้องคิดเป็น $100 - 0.5 = 99.5$

4. สรุปผลการทดลอง

โครงการนี้เป็นเรื่องการพัฒนากระบวนการ
การใช้พลังงานไฟฟ้า วัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ
ระบบจัดการและการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน
ไฟฟ้า โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุม เช่น การ
วัดค่าเครื่องใช้ไฟฟ้าภายใน บ้าน พัดลม ตู้เย็น ประตู
เปิดปิดอัตโนมัติ ระบบแสงสว่าง

การทดลองนี้ทำโดยวิธีการต่อโหลด โดยใช้
หลอดไฟขนาด 100 วัตต์ เป็นโหลดของระบบ
เพื่อวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป เพื่อเปรียบเทียบ
ความแม่นยำของชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้ากับ
แอมป์มิเตอร์ของการไฟฟ้า โดยการบันทึกค่าลงใน
ตารางบันทึกข้อมูลการใช้งานทุกๆ 1 ชั่วโมง
จำนวน 20 ครั้ง เพื่อที่จะวัดค่าความผิดพลาด ค่าที่
ได้จะแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์กับ
ไมโครคอนโทรลเลอร์ และจัดเก็บข้อมูลการใช้

พลังงานไฟฟ้าบันทึกค่าที่ได้ไว้ในคอมพิวเตอร์ โดย
การใช้สายสัญญาณเชื่อมต่อชุดควบคุมและชุด
ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อทำการใช้
หลอดไฟขนาด 100 วัตต์ เป็น โหลดที่ใช้พลังงาน
ไฟฟ้าคงที่ โดยทำการบันทึกผลการทดลองทุกๆ
หนึ่งชั่วโมง ใช้เวลาเก็บผลการทดลอง 20 ชั่วโมง
เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละความถูกต้อง
เท่ากับ 99.5 เมื่อเทียบกับเครื่องวัดกระแสมาตรฐาน
ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย สาเหตุที่
ทำให้ค่าผิดพลาดน้อย มีผลมาจากสภาพแวดล้อม
ของห้องที่ใช้ทำการทดลองถูกกำหนดขึ้นเอง จึง
สามารถลดความผิดที่เกิดขึ้นให้น้อยลงได้
ปัจจัยที่มีผลกระทบ เช่น มีสัญญาณรบกวนต่อ
ไฟฟ้ามีเสถียรภาพ และ โหลดที่นำมาต่อในการ
ทดลองเป็นโหลดที่ใช้กระแสไฟฟ้าคงที่ ทำให้
สามารถวัดค่าผลลัพธ์ที่ออกมาได้อย่างถูกต้อง

5. ข้อเสนอแนะ

แนวทางการพัฒนาระบบควบคุมการใช้พลังงาน
ไฟฟ้า

5.3.1 ชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าต้องตัด
กระแสไฟฟ้าเมื่อมีการใช้กระแสไฟฟ้าเกินขีดจำกัด
ของชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า

5.3.2 พัฒนาระบบการติดต่อสื่อสาร
ระหว่างชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้ากับชุดควบคุม ให้
ใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น ให้สามารถต่อชุด
ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้ามากกว่า 100 ชุด

5.3.3 พัฒนาระบบควบคุมการใช้พลังงาน
ไฟฟ้า ให้ชุดตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าสามารถเชื่อม
ต่อกับคอมพิวเตอร์โดยตรง

6. กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นปริญญาานิพนธ์ซึ่ง
ได้ถูกจัดทำขึ้น อย่างเต็มความรู้ความสามารถของ
ผู้จัดทำ ซึ่งก็ได้ใช้เวลาในการติดตั้ง อุปกรณ์ การ
ค้นคว้า ชักถาม หาข้อมูล และรวบรวมข้อมูล ทำ
ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลและหลักการต่าง ๆ ที่
เกี่ยวข้องกัปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี
ด้วยความกรุณาของท่าน อาจารย์วิรัช จิตประสงศ์
อาจารย์อภิชาติ หาจตุรัส และอาจารย์ สัมพันธ์
แหล่งป่าหมื่น อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยี
อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ
ตลอดจนแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์
รวมทั้งการเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้วย
ความเอาใจใส่ด้วยดีมาตลอดมา พร้อมทั้งให้ความ
อนุเคราะห์ ในด้านเครื่องมือที่เป็นจำเป็นต่างๆ
ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงมาก ณ โอกาสนี้