ระบบเฝ้าตรวจการใช้พลังงานไฟฟ้า
ELECTRICAL USAGE MONITORING

ชัยพล ฉันเดร

ปฏิพล เตชชีวพงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

ระบบเฝ้าตรวจการใช้พลังงานไฟฟ้า

ELECTRICAL USAGE MONITORING

ณัฐพล ณ นคร
ปฏิพล เตชชีวพงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2555

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบเฝ้าตรวจพลังงานไฟฟ้า

ELECTRIC USAGE MONITORING

ผู้จัดทำ

1. นายณัฐพล	ณ นคร	รหัสนักศึกษา	55010339
2. นายปฏิพล	เตชชีวพงศ์	รหัสนักศึกษา	55010650

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. วัชระ ฉัตรวิริยะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเฝ้าตรวจการใช้พลังงานไฟฟ้า

นาย ณัฐพล ณ นคร 52010339
นาย ปฏิพล เตชชีวพงศ์ 52010650
ดร. วัชระ ฉัตรวิริยะ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้จัดทำขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน โดยเป็นการพัฒนาระบบสำหรับตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านหรือบริษัท และนำค่าที่ทำการวัดได้นั้นมาทำการแสดงผลในรูปแบบของค่าใช้จ่าย โดยมุ่งเน้นไปที่ส่วนการทำงานของซอร์ฟแวร์สำหรับการอ่านค่า การประมวลผล และการแสดงผลที่จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถตระหนักได้ถึงการใช้พลังงานภายในบ้าน หรือบริษัทของตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL USAGE MONITORING

Mr. Nattaphon Na Nakhon 52010339

Mr. Patiphon Techacheewapong 52010650

Dr. Watchara Chatwiriya Advisor

Academic Year 2012

ABSTRACT

The purpose of this project is to solve the energy usage problem by develop electricity usage measuring system and display the data in term of expense. This project is focused on developing the software that capable of measuring, processing and displaying which provides information for user to analyze the energy usage in their own residence

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จลงได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลายๆบุคคล ซึ่งบุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ ก็คือ ดร. วัชระ ฉัตรวิริยะ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ ช่วยเหลือ และแนะนำเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอบคุณห้องวิจัยอีเอสแอล (ESL) สำหรับสถานที่ทำงานและสถานที่ที่เราใช้ทำปริญญานิพนธ์ รวมไปถึงหนังสือสำหรับให้ความรู้ต่างๆในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ด้วย

สุดท้ายที่จะขาดไม่ได้คือ คุณพ่อ คุณแม่ที่เลี้ยงดูและคอยให้กำลังใจเราอยู่เสมอมา

นาย ณัฐพล ณ นคร

นาย ปฏิพล เตชชีวพงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1

1.3 ความต้องการของระบบ.....1

1.4 ขอบเขตของโครงงาน.....1

1.5 วิธีการดำเนินงาน.....2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในส่วนฮาร์ดแวร์.....4

2.1.1 ระบบเครือข่ายไร้สาย.....4

2.1.2 เทคโนโลยีIEEE 802.15.4.....6

2.1.2.1 นิยามอุปกรณ์ของเทคโนโลยีIEEE 802.15.4.....6

2.1.2.2 ลักษณะการทำงานของZigbee.....6

2.1.3 เทคโนโลยีการเชื่อมต่อ.....7

2.1.3.1 TTL (Transistor-Transistor Logic).....7

2.1.3.2 UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter).....7

2.2 โปรแกรมและภาษาที่ใช้ในการพัฒนา.....8

2.2.1 Visual C# 2010.....8

2.2.2 Microsoft Access.....8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.3 My SQL 9

บทที่3 การออกแบบและพัฒนา.....10
3.1 โครงสร้างของระบบ.....10
3.1.1 โครงสร้างการเชื่อมต่อโดยภาพรวม.....10
3.1.2 โครงสร้างของระบบโดยรวม.....11
3.1.3 โครงสร้างของระบบในชั้นการทำงาน.....11
3.2 การทำงานของส่วนต่างๆในระบบ.....12
3.2.1 การทำงานในส่วนของการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า.....12
3.2.2 การทำงานในส่วนของการรับค่าพลังงานไฟฟ้าและจัดเก็บค่าพลังงานไฟฟ้า.....12
3.2.3 ส่วนประมวลผลและแสดงผลทางจอมอนิเตอร์.....13
3.2.4 ส่วนเซิร์ฟเวอร์หลักสำหรับเก็บและส่งให้ข้อมูลแก่Client 15
3.3 การออกแบบ User Interface บนเว็บไซต์.....15
3.4 การออกแบบฐานข้อมูล 17
3.4.1 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าพลังงานและค่าเงินของผู้ใช้.....17
3.4.1.1 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าพลังงาน.....17
3.4.1.2 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าเงินในช่วงเดือนใหม่ 18
3.4.1.3 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าเงินบนเซิร์ฟเวอร์ 19
3.5 โปรแกรมการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า 19
3.5.1 โปรแกรมคำนวณรูปแบบที่ 1.1 บ้านอยู่อาศัย 21
3.5.2 โปรแกรมคำนวณรูปแบบที่2.1.2กิจการขนาดเล็ก 22
3.5.3 โปรแกรมคำนวณรูปแบบที่3.2.1กิจการขนาดกลาง 22
3.5.4 โปรแกรมคำนวณรูปแบบที่4.2.2 กิจการขนาดใหญ่ 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่4 การทดลองและผลการทดลอง.....23

4.1 ทดสอบการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจากElectrical Meter.....23

4.1.1อุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการ.....23

4.1.2 การทดสอบ.....25

4.2 ทดสอบโปรแกรมคำนวณ.....28

4.3 สรุปผลการทดสอบ 30

บทที่5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....31

5.1 สรุปและวิจารณ์.....31

5.2 ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะ.....31

5.2.1 แนวทางการแก้ไขปัญหา.....31

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ.....32

บรรณานุกรมหรือเอกสารอ้างอิง.....33

ภาคผนวก ก 34

รูปแบบการทำงานของการเชื่อมต่อ 35

ภาคผนวก ข 39

ข้อมูลอ้างอิงอัตราค่าไฟฟ้า.....40

โปรแกรมคำนวณ.....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างแบบ Ad hoc หรือ Peer-to-Peer....5
2.2 โครงสร้างแบบ Client-Server....6
2.3 อุปกรณ์ในเครือข่าย Zigbee....7
2.4 ระดับแรงดันของ TTL....7
3.1 โครงสร้างการเชื่อมต่อโดยภาพรวม....10
3.2 โครงสร้างการเชื่อมต่อของระบบ....11
3.3 ส่วนตรวจตรวจวัดพลังงาน....12
3.4 ส่วนรับค่าพลังงานและจัดเก็บข้อมูล....13
3.5 ส่วนการประมวลผลและแสดงผล....14
3.6 ส่วนเซิร์ฟเวอร์หลักและฐานข้อมูล....15
3.7 หน้า User Interface บนเว็บไซต์ หน้าแรก....16
3.8 หน้า User Interface บนเว็บไซต์ รายงาน....17
3.9 หน้า User Interface บนเว็บไซต์ ติดต่อทีมงาน....17
3.10 ฐานข้อมูล Access สำหรับเก็บค่าพลังงานจากอุปกรณ์....18
3.11 ฐานข้อมูลสำรอง Access สำหรับเก็บค่าเงินในช่วงเดือนใหม่....18
3.12 ฐานข้อมูล MySqlสำหรับเก็บค่าเงินที่คำนวณได้....19
3.13 หน้าจอเมนูหลักของโปรแกรม....19
3.14 หน้าจอ Manual อธิบายตัวเลือกสูตรคำนวณ....20
3.15 หน้าจอโปรแกรมเมื่อทำงาน (ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย รูปแบบที่ 1.1)....21
3.16 หน้าจอโปรแกรมเมื่อทำงาน (ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก รูปแบบที่ 2.1.2)....21
3.17 หน้าจอโปรแกรมเมื่อทำงาน (ประเภทที่ 3กิจการขนาดกลาง รูปแบบที่ 3.2.1)....22
3.18 หน้าจอโปรแกรมเมื่อทำงาน (ประเภทที่ 4กิจการขนาดใหญ่ รูปแบบที่ 4.2.2)....22
4.1 Electrical Meter....23
4.2 ปลั๊กไฟตัวผู้ ตัวเมีย....23
4.3 XBee 2mW Wire Antenna - Series 2(ZB)....24
4.4 Mini Xbee USB Dongle....24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.5 Xbee Breakout board....25

4.6 การติดตั้ง Zigbee เบื้องต้น....25

4.7 การเชื่อมต่อ Zigbee เบื้องต้น....26

4.8 การติดตั้งค่า Zigbee เบื้องต้น....26

4.9 โครงสร้างการต่อ Zigbee และการเดินสายวงจรกับแหล่งจ่ายไฟ....27

4.10 การแสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านจอมอนิเตอร์....27

4.11 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม เลือกรูปแบบการคำนวณ 1.2....28

4.12 แสดงค่าพลังงานที่รับเข้ามา และใช้ในการคำนวณ....28

4.13 หน้าจอแสดงค่าเงิน จากค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1.2....29

4.14 หน้าจอฐานข้อมูลที่เก็บค่าเงินที่คำนวณได้....29

ก.1แสดง OSL Layer ของZigbee....35

ก.2 แสดง ช่องสัญญาณของ Zigbee....36

ก.3 แสดงOSL Layer ของZigbee 2....37

ก.4 แสดงเครือข่ายการเชื่อมต่อของZigbee....38

ก.5 แสดงเครือข่ายการเชื่อมต่อของ Zigbee 2 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันสังคมเริ่มที่จะให้ความสนใจในด้านการใช้พลังงานมากขึ้นจนเริ่มมีการรณรงค์ให้มีการประหยัดพลังงานกันอย่างแพร่หลายจากทั้งองค์กรรัฐและเอกชนเพื่อพยายามลดค่าการใช้พลังงานที่เกินความจำเป็นลงไปโครงการนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาระบบตรวจวัดและแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าออกมาในรูปของค่าใช้จ่ายและสามารถนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่บันทึกไว้ไปวิเคราะห์และปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อใช้ในการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้อยู่ภายในบ้านหรืออาคารบริษัท
2) เพื่อทำให้คนทั่วไปสามารถรับรู้ถึงค่าใช้จ่ายในปัจจุบัน
3) เพื่อทำให้สามารถเข้าใจระดับการใช้พลังงานในปัจจุบันได้โดยง่าย
4) เพื่อทำให้สามารถทำการจัดเตรียมและวางแผนการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

การพัฒนาโครงการนี้เพื่อสร้างระบบสำหรับเฝ้าตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าและแสดงผลเป็นค่าใช้จ่าย จึงมีการดำเนินงานต่างดังนี้

1)มีการรับค่าตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ไหลผ่านภายในอาคารด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดพลังงานแล้วทำการส่งไปยังส่วนคำนวณเพื่อทำการคำนวณและแสดงผลออกมาในรูปแบบค่าใช้จ่ายผ่านทางจอมอนิเตอร์

2) ค่าพลังงานที่ตรวจวัดได้และค่าใช้จ่ายที่คำนวณได้ จะมีการเก็บไปยังไฟล์เก็บข้อมูลบนเครื่อง และฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ผ่านระบบการใช้งานอินเตอร์เน็ต

1.4ความต้องการของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1 FunctionalRequirement

1.4.1.1 Hardware

1) ตัวเซ็นเซอร์อ่านค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปได้

2) เซ็นเซอร์สามารถส่งค่าไปยังตัวซอร์ฟแวร์ได้

3) Board LED สามารถแสดงผลตัวเลขดิจิตอลค่าไฟตามที่ซอร์ฟแวร์ประมวลผลได้

1.4.1.2 Software

1) คำนวณค่าไฟฟ้าและแสดงผลเป็นหน่วยเงินบาท

2) ระบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

3) ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลค่าใช้จ่ายในเดือนต่างๆได้

4) ระบบสามารถเลือกสูตรการคำนวณค่าไฟตามประเภทของผู้ใช้ได้

1.4.2 Non-Functional Requirement

1) ระบบสามารถดูแลรักษาความปลอดภัยระหว่างการส่งข้อมูลในเน็ตเวิร์คและในดาต้าเบส

2)ระบบสามารถใช้งานผ่านระบบเน็ตเวิร์ค

1.5 วิธีการดำเนินงาน

1) กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต ความต้องการของระบบ และภาษาที่ต้องใช้

2) ศึกษาค้นคว้างานหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1) ทำการศึกษาการใช้งานอุปกรณ์เครื่องตรวจจับพลังงานไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบการใช้งานและสามารถนำมาใช้ในการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้อย่างถูกต้องและการรับส่งข้อมูลจากตัวอุปกรณ์ไปยังตัวรับค่าอื่นๆ เพื่อให้สามารถสามารถแปลงค่าที่ส่งไปได้อย่างถูกต้อง

2.2) ศึกษาการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า และรูปแบบการคำนวณแบบต่างๆซึ่งนำมาใช้คำนวณค่าพลังงานที่ได้รับเข้าให้แสดงผลได้อย่างถูกต้อง

2.3) ศึกษาการใช้โปรแกรม Visual Studio 2010 โดยใช้ภาษา C# เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า

2.4) วิเคราะห์รูปแบบการทำงานในแต่ละส่วน และออกแบบโครงสร้างการทำงานเพื่อให้สามารถพัฒนาระบบได้ตามที่ต้องการ และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) ทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการพัฒนาระบบ

4) ทำการพัฒนาโปรแกรมสำหรับคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า และฐานข้อมูลสำหรับรับค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายที่ได้จากการคำนวณรวมไปถึงเว็บเซิร์ฟเวอร์สำหรับแสดงผลค่าการทำงานอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) วิเคราะห์ผลการทำงานของโปรแกรมคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า และการติดต่อกับฐานข้อมูลว่าสามารถคำนวณออกมาได้อย่างถูกต้องและนำค่าที่ได้ไปเก็บไว้ได้หรือไม่นอกจากนี้ในส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์สำหรับเรียกดูค่าข้อมูลการใช้งานว่าสามารถเรียกค่าออกมาได้ถูกต้องหรือไม่จากนั้นทำการแก้ไขข้อผิดพลาด เพื่อให้ระบบสามารถทำงานออกมาได้อย่างสมบูรณ์ที่สุด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ผู้ใช้งานสามารถรับรู้ถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าของตัวเองได้มากขึ้นว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนมากขึ้นหรือน้อยลงกว่าเดิม

2) ผู้ใช้งานสามารถจัดเตรียมแผนการใช้พลังงานล่วงหน้าได้ในเดือนต่อไป

3) ทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างพอเพียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในส่วนฮาร์ดแวร์

2.1.1 ระบบเครือข่ายไร้สาย

ระบบเครือข่ายไร้สาย หรือ ระบบเครือข่ายแบบไวเลสแลน (Wireless LAN) หรือวีแลน (WLAN) เป็นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เป็นเครือข่ายแบบไร้สาย (ไม่จำเป็นต้องเดินสายเคเบิ้ล)
หลักการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สาย

การทำงานจะมีอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ หรือที่เราเรียกว่าแอคเซสพ้อยต์ (Access Point)และมีพีซีการ์ด (PC Card) ที่เป็นการ์ดแลน (LAN card)สำหรับในการเชื่อมกับแอคเซสพ้อยต์การทำงานจะใช้คลื่นวิทยุเป็นการรับส่งสัญญาณ โดยมีให้เลือกใช้ตั้งแต่ 2.4 ถึง 2.4897 Ghzและสามารถเลือกคอนฟิก (config) ในไวเลสแลน (ภายในระบบเครือข่ายไวเลสแลนควรเลือกช่องสัญญาณเดียวกัน)
ระยะทางการเชื่อมต่อของระบบเครื่อข่ายไร้สาย
ภายในอาคาร

1) ระยะ 50 เมตร ได้ความเร็วประมาณ 11 Mbps

2) ระยะ 80 เมตร ได้ความเร็วประมาณ 5.5 Mbps

3) ระยะ 120 เมตร ได้ความเร็วประมาณ 2 Mbps

4)ระยะ 150 เมตร ได้ความเร็วประมาณ 1 Mbps

ภายนอกอาคาร

1)ระยะ 250 เมตร ได้ความเร็วประมาณ 11 Mbps

2)ระยะ 350 เมตร ได้ความเร็วประมาณ 5.5 Mbps

3) ระยะ 400 เมตร ได้ความเร็วประมาณ 2 Mbps

4) ระยะ 500 เมตร ได้ความเร็วประมาณ 1 Mbps

การเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สาย มี 2 ลักษณะ ดังนี้

1) การเชื่อมโยงระบบแบบแอด ฮ็อก(Ad-hoc) (เพียร์ทูเพียร์ (Peer to Peer))

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ... โฆษณาหรือแสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา

โครงสร้างการเชื่อมโยงระบบแบบแอดฮ็อก หรือ เพียร์ทูเพียร์เป็นการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไป โดยที่ไม่มี

ศูนย์กลางควบคุมอุปกรณ์ทุกเครื่องสามารถสื่อสารข้อมูลถึงกันได้เองตัวส่งจะใช้วิธีการแพร่กระจายคลื่นออกไปในทุกทิศทุกทางโดยไม่ทราบจุดหมายปลายทางของตัวรับว่าอยู่ที่ใด ซึ่งตัวรับ จะต้องอยู่ในขอบเขตพื้นที่ให้บริการที่คลื่นสามารถเดินทางมาถึง แล้วคอยเช็คข้อมูลว่าใช่ของตนหรือไม่ ด้วยการตรวจสอบค่าแมคแอดเดรส (Mac Address) ผู้รับปลายทางในเฟรมข้อมูลที่แพร่กระจายออกมา ถ้าใช่ข้อมูลของตนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นไปประมวลผลต่อไป

การเชื่อมโยง เครือข่ายไวร์เลสแลนที่ใช้โครงสร้างการเชื่อมโยงแบบแอด ฮ็อก ไม่เชื่อมโยงเข้าสู่ระบบเครือข่ายอีเธอร์เน็ตได้ เนื่องจากบนระบบไม่มีการใช้สัญญาณจึงไม่สามารถเชื่อมโยงได้

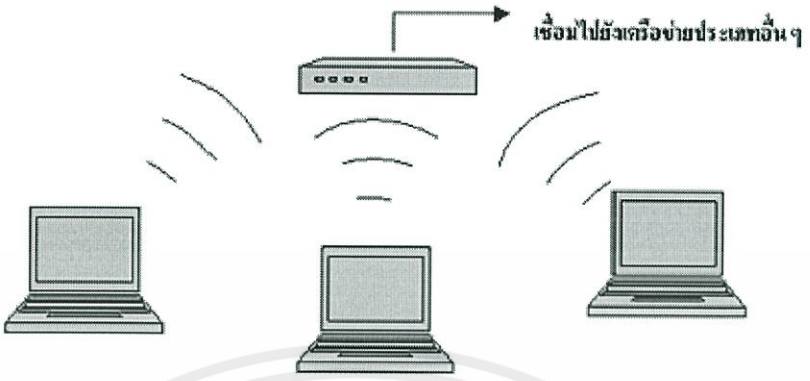
โครงสร้างแบบ Ad hoc หรือ Peer-to-Peer

รูปที่ 2.1 โครงสร้างแบบ แอด ฮ็อกหรือ เพียร์ ทู เพียร์

2) การเชื่อมโยงระบบแบบโครงสร้างของ โครงสร้างพื้นฐาน (ผู้ใช้บริการและเครื่องให้บริการ) (Infrastructure (Client/Server))

โครงสร้างการเชื่อมโยงระบบแบบโครงสร้างพื้นฐาน หรือผู้ใช้บริการและเครื่องให้บริการมีข้อพิเศษกว่าระบบแบบแอด ฮ็อกตรงที่มีแอ็กเซสพ้อยต์เป็นศูนย์กลางการเชื่อมโยง (ทำหน้าที่คล้ายฮับ) และเป็นสะพานเชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายอุปกรณ์ไวร์เลสแลนเข้าสู่เครือข่ายอีเธอร์เน็ตแลนหลัก (Ethernet Backbone) รวมถึงการควบคุมการสื่อสารข้อมูลอุปกรณ์ไวร์เลสแลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างแบบ ผู้ใช้บริการและเครื่องให้บริการ

2.1.2 เทคโนโลยีIEEE 802.15.4

2.1.2.1 นิยามอุปกรณ์ของเทคโนโลยี IEEE 802.15.4

1) อาร์เอฟดี (RFD , Reduced Functionality Device) เป็นอุปกรณ์ที่ลดความสามารถลงใช้หน่วยความจำน้อยการประมวลผลลดลงและใช้พลังงานในการดำเนินการต่างเงื่อนไขคืออาร์เอฟดีสามารถคุยกับเอฟเอฟดีได้เพียงตัวเดียวเท่านั้นในเครือข่ายและไม่สามารถคุยกันเองกับอาร์เอฟดี ได้

2)เอฟเอฟดี (FFD , Full Functionality Device) ต้องการทรัพยากรต่างๆทั้งหน่วยความจำพลังงานความสามารถประมวลผลมากกว่าอาร์เอฟดีมันสามารถสื่อสารกับใครก็ได้และมีความสามารถที่จะเป็นได้ทั้งตัวแม่ (coordinator) หรืออุปกรณ์ปลายทาง (end-device) ของเครือข่าย

2.1.2.2 ลักษณะการทำงานของซิกบี (Zigbee)

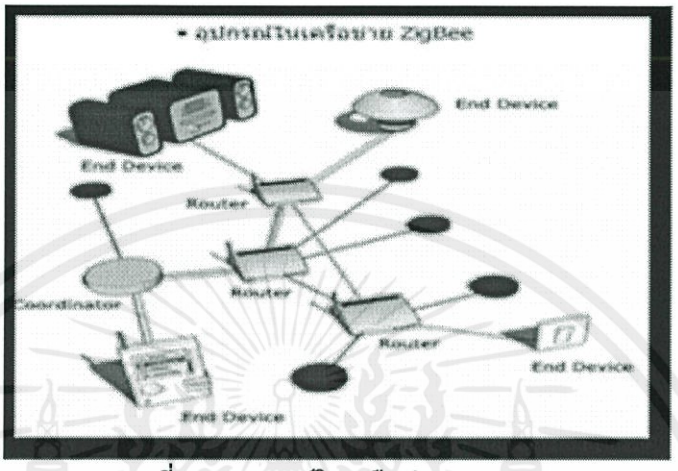
ซิกบีได้แบ่งตามลักษณะการทำงาน 3 แบบ

1) ตัวประสานงาน (Coordinator) มีหน้าที่สร้างการสื่อสาร เชื่อมโยงเครือข่าย ระหว่างอุปกรณ์ปลายทางกับอุปกรณ์จัดเส้นทาง (Router) หรือ ตัวประสานงานกับตัวประสานงานด้วยกัน หรือ ตัวประสานงานกับ อุปกรณ์จัดเส้นทางกำหนดเลขที่อยู่ (address) ให้กับอุปกรณ์ (device) ที่อยู่ในวงเครือข่ายไม่ให้ซ้ำกัน ดูแลจัดการเรื่อง การเราติ้ง (Routing) เส้นทาง ซึ่งเทียบได้กับเอฟเอฟดี

2) อุปกรณ์ปลายทาง เป็นอุปกรณ์ปลายทางสุด ซึ่งจะใช้รับสัญญาณจากตัวรับรู้ (Sensor)ที่ปลายทาง โดยที่ใช้พลังงานต่างๆในการทำงาน เทียบได้กับ อาร์เอฟดี หรือ เอฟเอฟดีบางกรณี ขึ้นอยู่กับตัวรับรู้ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) อุปกรณ์จัดเส้นทางมีหน้าที่ รับส่งข้อมูล ในเส้นทางต่าง ๆ ของเครือข่าย ซึ่งเทียบได้กับเอฟเอฟดี

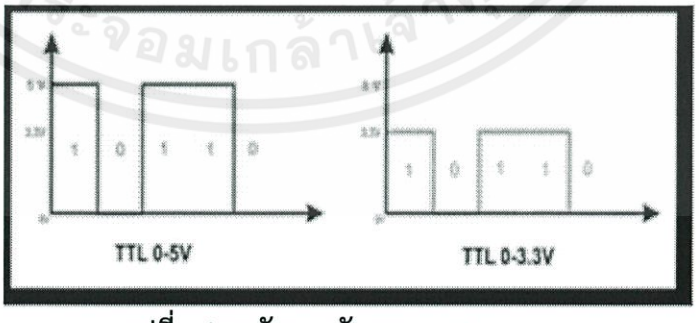


รูปที่2.3 อุปกรณ์ในเครือข่าย Zigbee

2.1.3 เทคโนโลยีการเชื่อมต่อ

2.1.3.1 ทีทีแอล (TTL , Transistor-Transistor Logic)

ทีทีแอลเป็นระดับแรงดันที่ถูกกำหนดขึ้นในยุคแรกๆเพื่อใช้ระหว่าง ทรานซิสเตอร์ (Transistor)กับทรานซิสเตอร์ ภายในวงจรรวม (IC) ดังนั้น ทีทีแอลจะ ใช้ระดับแรงดัน อยู่ที่ 0 – 5 V แต่ในปัจจุบันมีอุปกรณ์หลายเบอร์ที่ทำงานในช่วง 0 – 3.3 V (เรียกแรงดันระดับนี้ว่า LVTTL) ดังนั้น ควรตรวจสอบจากดาต้าชีท (Datasheet) ของอุปกรณ์ที่ใช้เสียก่อนว่าเป็นระดับแรงดันแบบใด เพราะหากใช้ผิดประเภทจะทำให้อุปกรณ์เสียหาย



รูปที่2.4 ระดับแรงดันของ TTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 ยูเออาร์ที(UART , Universal Asynchronous Receiver Transmitter)

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสื่อสารอนุกรม แบบอะซิงโครนัส เป็นการสื่อสารแบบอนุกรมจะแบ่งเป็น 2 แบบ

1) การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส (synchronous)เป็นรูปแบบที่ใช้วิธีส่งข้อมูลโดยใช้สัญญาณนาฬิกา(Clock)มาเป็นตัวกำหนดจังหวะ การรับส่งข้อมูล การ ส่งข้อมูลแบบนี้ เป็นการรับส่งที่ค่อนค่างมีคุณภาพ และส่งได้ที่ความเร็วสูง มีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายระหว่างการส่งน้อย ตัวอย่างการส่งข้อมูลลักษณะนี้เช่น I2C, I2S, SPI ข้อเสียของการส่งข้อมูลแบบนี้คือ ต้องใช้สายสัญญาณมากเพราะว่าต้องส่งนาฬิกาไปด้วย

2) การสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เป็นการส่งข้อมูลที่ไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกามาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูลแต่ ใช้วิธีกำหนด รูปแบบ (Format)การรับส่งข้อมูลขึ้นมาแทน และอาศัยการกำหนด ความเร็วของการรับและส่งที่เท่ากันทั้งฝั่งรับและฝั่งส่ง ข้อดีของการใช้อะซิงโครนัสคือสามารถสื่อสารแบบสื่อสารสองทางเต็มอัตรา (Full Duplex) รับ และ ส่งได้ในเวลาเดียวกัน แต่อะซิงโครนัสมีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายขณะรับส่งข้อมูล หรือ รับส่งข้อมูลผิดพลาดได้มากกว่าแบบซิงโครนัสสรุปคือ ยูเออาร์ทีหมายถึง รูปแบบการส่งข้อมูล ที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้รับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสโดยเริ่มต้นจากบิตเริ่ม (Start Bit) เป็นตรรกะ 0(Logic 0)จากนั้นจะตามด้วยข้อมูล (Data)ที่เราส่ง แล้วจะถูกปิดด้วยบิตหยุด(STOP Bit) เป็นตรรกะ 1(Logic 1)

2.2 โปรแกรมและภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

2.2.1 Visual C# 2010

ทำการพัฒนาโปรแกรมสำหรับประมวลผลด้วยโปรแกรมVisual C# 2010 โดยการเลือกใช้ภาษาC# มาทำการพัฒนาโปรแกรมนั้นเนื่องจาก

1) มีความเสถียรในการทำงานสูง

2) มีการพัฒนาที่ไม่ซับซ้อนและง่ายต่อการนำไปใช้งาน

3) ต้องการศึกษาและนำไปประยุกต์ใช้ต่อในอนาคต

ซึ่งมีการพัฒนาเป็นรูปแบบ C#.net สำหรับ Web-Application เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้มากกว่า

2.2.2Microsoft Access

นำมาใช้สำหรับแนวคิดในการการเป็นฐานข้อมูลขนาดเล็กในรูปแบบของไฟล์สำหรับเก็บค่าที่รับมาจากส่วนการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าโดยสามารถนำไปใช้ติดต่อกับโปรแกรม Visual C# ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตรงและสามารถเรียกใช้งานข้อมูลที่เก็บไว้รวมถึงนำข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้วไปจัดเก็บไว้ภายในฐานข้อมูลโดยง่าย

2.2.3 MySQL

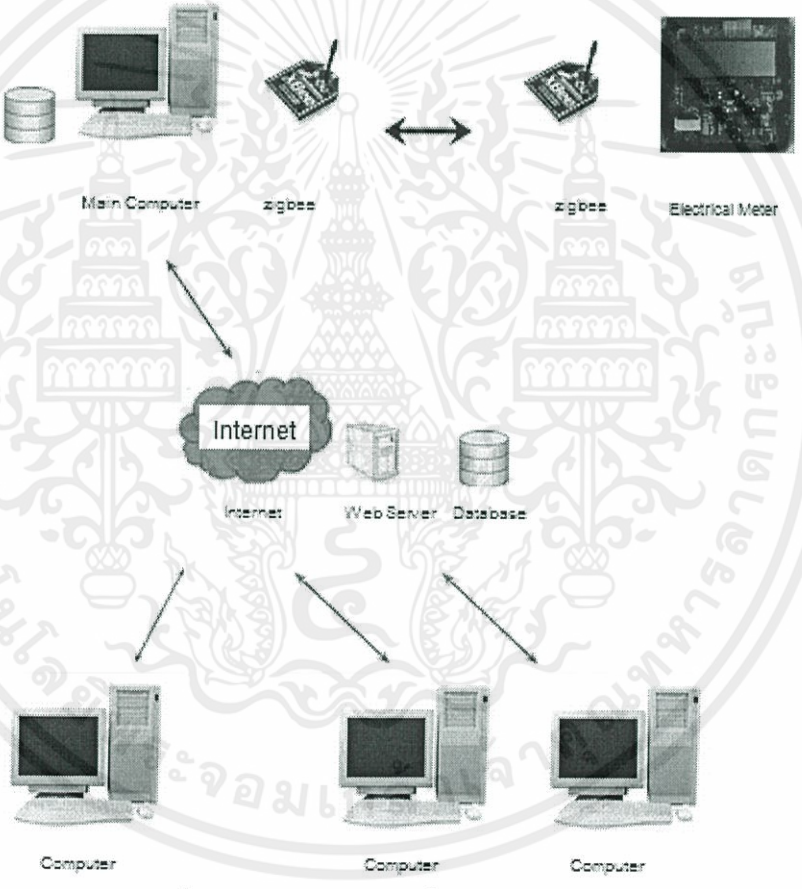
เป็นฐานข้อมูลที่จัดเก็บบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยทำการบันทึกค่าเงินที่ผ่านการคำนวณออกมา และนำมาใช้ในการแสดงผลบนระบบเว็บ รวมไปถึงการนำไปแสดงในส่วนของกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนา

3.1 โครงสร้างของระบบ

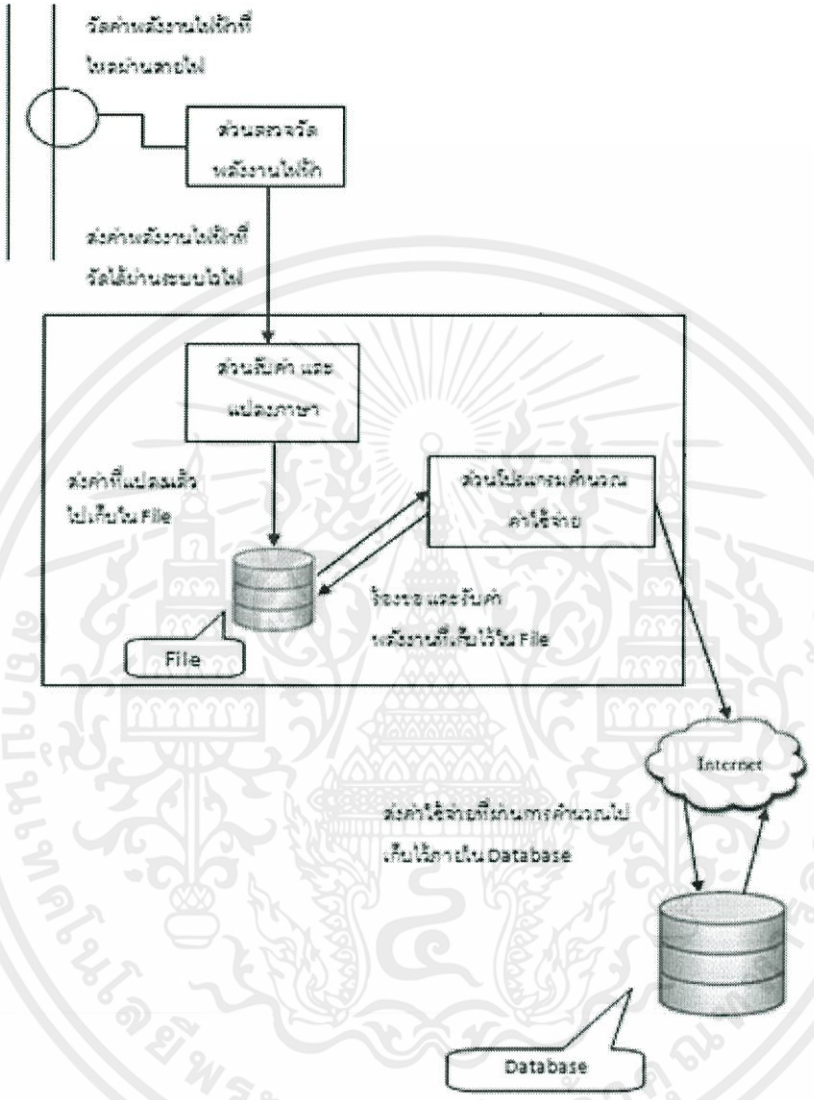
3.1.1 โครงสร้างการเชื่อมต่อโดยภาพรวม



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการเชื่อมต่อโดยภาพรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 โครงสร้างการเชื่อมต่อในรูปแบบการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.2 โครงสร้างการเชื่อมต่อของระบบ

3.1.3 การทำงานของระบบ

1) ในขั้นแรกส่วนของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ส่วนตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าจะทำการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งในส่วนนี้เป็นส่วนหลักในการทำงานของโปรแกรม

2) ตัวอุปกรณ์ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าจะทำงานส่งค่าข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ตรวจสอบได้มาให้กับส่วนCPU สำหรับแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ส่วนCPU ทำการรับค่าที่ส่งมาจากส่วนตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าเข้าไปในส่วนของโปรแกรม

4) ผู้ใช้งานทำการเรียกใช้โปรแกรมการคำนวณจากตัวโปรแกรมโดยทำการเลือกสูตรการคำนวณค่าไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของบ้านหรือบริษัท

5) โปรแกรมทำการอัพเดตสูตรคำนวณจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์โดยผ่านการร้องขอทางระบบเน็ตเวิร์ค

6) โปรแกรมรับค่าสูตรคำนวณจากตัวเซิร์ฟเวอร์มาและทำการเซ็ตค่าการคำนวณจากนั้นจึงทำการคำนวณค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบค่าใช้จ่าย

7) โปรแกรมทำการคำนวณจนได้ค่าใช้จ่ายแล้วแสดงผลออกทางหน้าจอและส่ง ข้อมูลที่ได้ไปเก็บไว้ในไฟล์ข้อมูลภายในตัวเครื่องและDatabase ภายในเซิร์ฟเวอร์

8) Database ทำการรับค่าค่าใช้จ่ายที่คำนวณเสร็จสิ้นจากโปรแกรมมาทำการเก็บไว้

3.2 การทำงานของแต่ละส่วนในระบบ

3.2.1 การทำงานในส่วนของการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า

โดยจะมีการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าที่มีการใช้ ณ ปัจจุบันหลังจากนั้นจะทำการส่งค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้ไปยังส่วนการทำงานอื่นๆเพื่อนำค่าพลังงานไฟฟ้าเหล่านั้นไปคำนวณหาค่าใช้จ่ายอีกทีโดยส่งผ่านอุปกรณ์ Zigbee ในการต่อจะเชื่อม Tx ของ Electrical MeterและRx ของ Electrical Meterกับตัว Zigbee

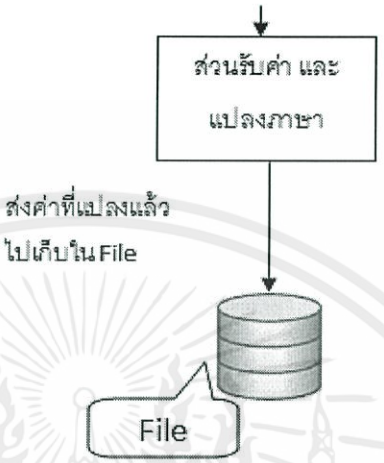
รูปที่ 3.3 ส่วนตรวจตรวจวัดพลังงาน

3.2.2 การทำงานในส่วนของการรับค่าพลังงานไฟฟ้าและจัดเก็บค่าพลังงานไฟฟ้า

โดยจะทำการแปลงค่าที่ส่วนตรวจจับพลังงานส่งค่ามาให้กลายเป็นข้อมูลที่สามารถอ่านค่าได้และนำไปจัดเก็บไว้ในส่วนไฟล์ข้อมูล (ในเครื่องคอมหลัก) เพื่อรอการเรียกใช้งานข้อมูลนอกจากนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่ายต่อ

ไฟล์ข้อมูลจะมีการจัดเก็บข้อมูลที่ทำการคำนวณเสร็จสิ้นแล้วอยู่ด้วยเพื่อให้สามารถเรียกใช้งานใหม่ได้เมื่อเกิดเหตุไม่คาดคิด



รูปที่ 3.4 ส่วนรับค่าพลังงานและจัดเก็บข้อมูล

ขั้นตอนการทำงาน

1)ส่วนการรับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการตรวจวัด

1.1) โปรแกรมรับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ทำการตรวจวัดมา

1.2) นำข้อมูลที่ได้ไปทำการเก็บไว้ในไฟล์เพื่อใช้ในการคำนวณ2) ส่วนไฟล์ข้อมูล(Microsoft Access, PriceData)

2.1) ทำการรอรับข้อมูลที่ทำการตรวจวัดจากอุปกรณ์2.2) ทำการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายที่ทำการคำนวณได้ลงฐานข้อมูล

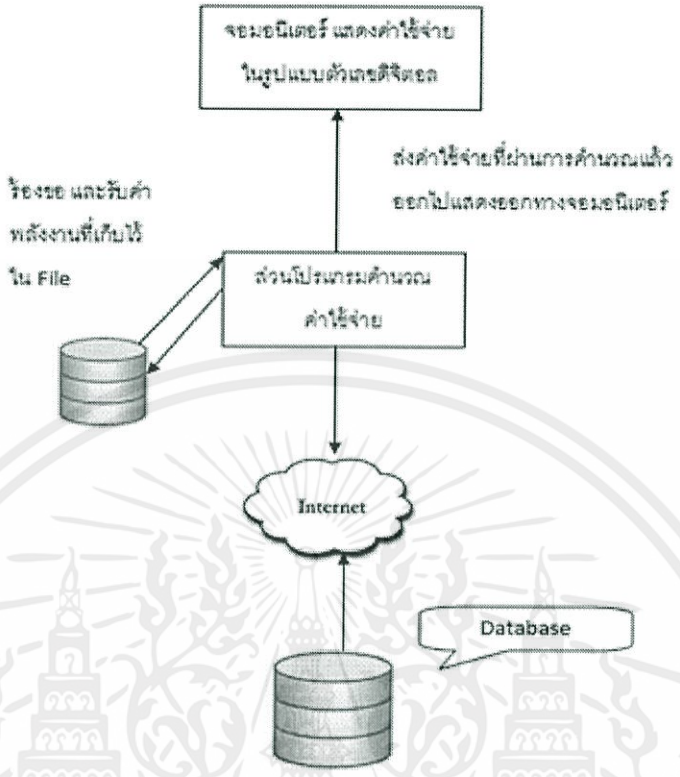
2.3) บันทึกข้อมูลลงไปในฐานข้อมูล

2.4) รอคอยการเรียกใช้งานของข้อมูลที่เก็บบันทึกไว้ในฐานข้อมูล

3.2.3 ส่วนประมวลผลและแสดงผลทางจอมอนิเตอร์

ทำการเลือกรูปแบบการคำนวณที่ใช้ซึ่งการเลือกใช้สูตรการคำนวณต่างๆจะทำได้โดยผู้ใช้งาน เมื่อได้ทำการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าให้เป็นค่าใช้จ่ายเรียบร้อย ข้อมูลเหล่านั้นจะถูกนำมาเก็บไว้ที่ดาต้าเบสย่อยก่อนจากนั้นค่อยทำการส่งข้อมูลทั้งหมดไปเก็บยังดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ส่วนการประมวลผลและแสดงผล

ขั้นตอนการทำงาน

1) เปิดการทำงานของเครื่อง

2) เปิดการทำงานของโปรแกรม

3) เลือกรูปแบบการคำนวณค่าไฟฟ้าที่ใช้

4) โปรแกรมทำการรับค่าพลังงานที่ตรวจวัดได้จากอุปกรณ์

5) โปรแกรมทำการคำนวณค่าใช้เงิน ณ ปัจจุบันจากค่าพลังงานที่รับเข้ามา

6) ทำการคำนวณจนเสร็จสิ้นแล้วแสดงผลออกทางจอมอนิเตอร์

7) ค่าที่คำนวณได้จะทำการส่งไปเก็บไว้ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์

8) เมื่อเสร็จสิ้นของเดือนปัจจุบัน(วันที่1 ของเดือนใหม่เวลา0.00) จะนำค่าเงินที่คำนวณได้ไปเก็บไว้ยังฐานข้อมูลสำรอง(Microsoft Access, Backup)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

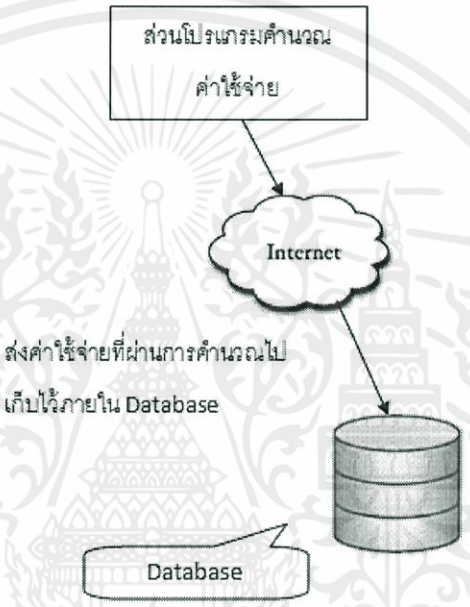
ส่วนเสริม

1) ทำการร้องขอค่าการใช้จ่ายสุดท้ายของเดือนที่แล้วมาแสดงทางจอมอนิเตอร์ส่วนล่าง

2) เมื่อเสร็จสิ้นของเดือนปัจจุบัน(วันที่1 ของเดือนใหม่เวลา0.00) จะนำค่าปัจจุบันไปแสดงผลในจอของเดือนก่อนหน้า

3.2.4 ส่วนเซิร์ฟเวอร์หลักสำหรับเก็บและส่งให้ข้อมูลแก่ส่วนผู้ใช้งาน

ทำการเก็บรวมรวบข้อมูลทุกๆอย่างที่ส่งมาจากส่วนผู้ใช้งานและสูตรการคำนวณต่างๆเพื่อรอการร้องขอจากทางClient และมีบราวเซอร์สำหรับแสดงผลค่าต่างๆให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปดูได้



รูปที่ 3.6 ส่วนเซิร์ฟเวอร์หลักและฐานข้อมูล

ขั้นตอนการทำงานของส่วนDatabase(MySQL)

1) เซิร์ฟเวอร์รอค่าเงินที่จะนำมาจัดเก็บ
2) รับค่าเงินที่ส่งมาจากโปรแกรมคำนวณ
3) รอการเรียกใช้ข้อมูลค่าเงิน เพื่อนำไปทำกราฟแสดงผลต่อไป

3.3 การออกแบบ User Interface บนเว็บไซต์

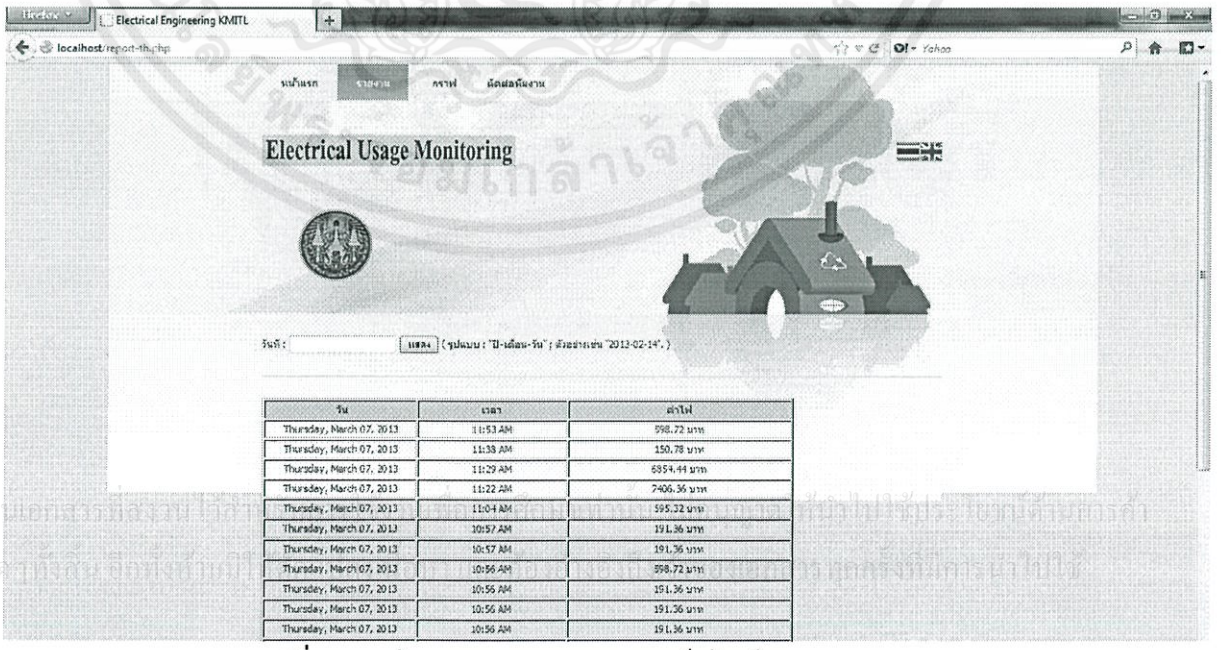
ในส่วนของการออกแบบ User Interface ของเว็บไซต์ จะแบ่งส่วนของ Interface หน้าเว็บออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ หน้าแรก รายงาน กราฟ และติดต่อทีมงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในหน้าแรกจะเป็นส่วนของการแสดงวัตถุประสงค์หลักๆของโครงงาน การแสดงค่าใช้จ่ายของการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ ณ เวลาปัจจุบัน ดังรูปต่อไปนี้

รูปที่ 3.7 หน้า User Interface บนเว็บไซต์ หน้าแรก

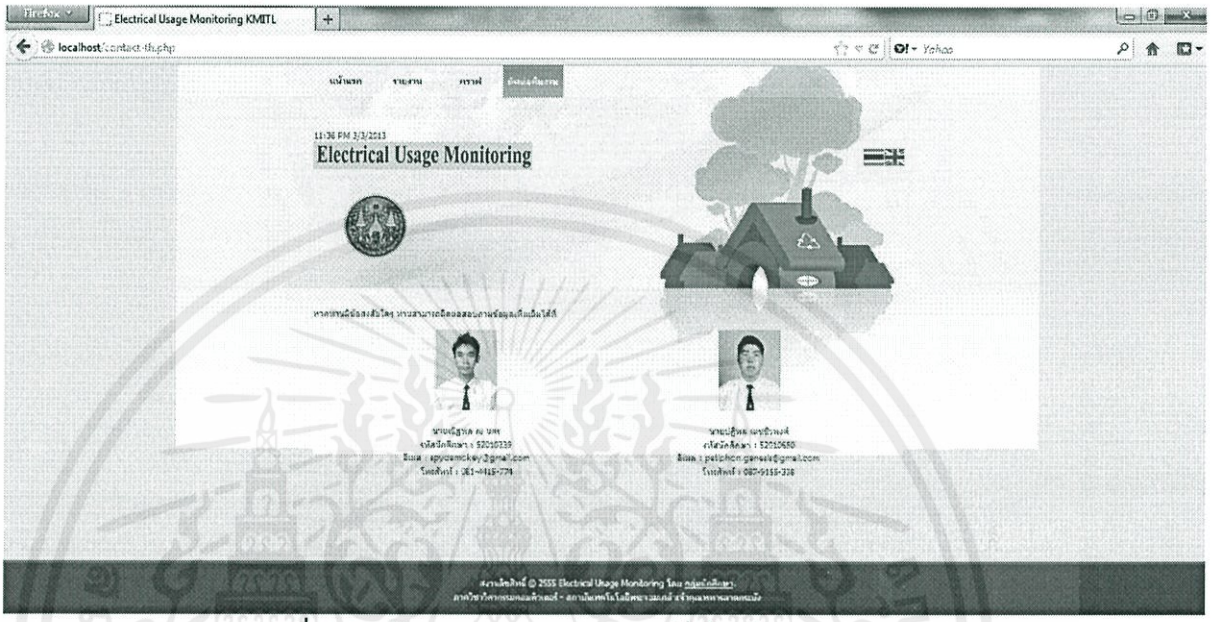
ในส่วนที่สอง หน้ารายงาน จะเป็นส่วนของการแสดงข้อมูลของค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างละเอียด ทั้งระบุวันที่ และเวลาปัจจุบัน โดยมีส่วนของการเรียกช่วงของวันที่ที่ต้องการดูค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ ดังรูปต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

รูปที่ 3.8 หน้า User Interface บนเว็บไซต์ รายงาน

ในส่วนสุดท้าย หน้าติดต่อทีมงาน จะเป็นส่วนของการแสดงข้อมูลของผู้ดำเนินโครงการ ระบุชื่อรายละเอียดต่างๆ ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3.9 หน้า User Interface บนเว็บไซต์ รายงาน

3.4 การออกแบบฐานข้อมูล

ในส่วนของฐานข้อมูลนั้นจะมีการแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ซึ่งจะมีการนำไปใช้ในแต่ละรูปแบบ โดยแบ่งดังนี้

3.4.1 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าพลังงานและค่าเงินของผู้ใช้

ฐานข้อมูลส่วนนี้จะมีการออกแบบขึ้นมา 2 ตาราง สำหรับเก็บค่าข้อมูลพลังงานที่ได้รับมาจากตัวอุปกรณ์ และอีกตารางสำหรับเก็บค่าเงินและเวลาที่ได้หลังผ่านการคำนวณแล้วเป็นดังต่อไปนี้

3.4.1.1 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าพลังงาน

จะมีเพียงฟิลด์เดียวที่เกี่ยวข้อง โดยจะเป็นค่าพลังงานหน่วยที่ได้มาจากเครื่องวัดพลังงาน

1) Elec_Power(Point) ทำการเก็บค่าพลังงานในหน่อย (หน่วย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ElectricData

Num	Elec_Power(Point)
165	1.05303732
166	1.05304464
167	1.05304464
168	1.05305196
169	1.05305196
170	1.05305928
171	1.0530594
172	1.0530666
173	1.05306672
174	1.05307392

รูปที่ 3.10 ฐานข้อมูล Access สำหรับเก็บค่าพลังงานจากอุปกรณ์

3.4.1.2 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าเงินในช่วงเดือนใหม่

ลักษณะเดียวกับ ฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าเงินที่ผ่านการคำนวณ แต่จะเป็นการเก็บค่าเฉพาะในช่วงต้นเดือนเพียงเท่านั้น นั่นคือวันที่ 1 ของทุกเดือน เพื่อเป็นข้อมูลสำรองไว้

Backup

Num	Price(Bath)	PTime	PDate
46	1281.17416556	12:01 PM	01 March, 2013
47	1281.17416556	12:01 PM	01 March, 2013
48	1281.17416556	12:01 PM	01 March, 2013
49	41.12998172	3:19 PM	01 March, 2013
50	41.12998172	3:19 PM	01 March, 2013
51	41.12999311	3:19 PM	01 March, 2013
52	41.12999348	3:19 PM	01 March, 2013
53	41.1300045	3:20 PM	01 March, 2013
54	41.13000487	3:20 PM	01 March, 2013
55	41.1300159	3:20 PM	01 March, 2013
56	41.13001626	3:20 PM	01 March, 2013
57	41.13002766	3:21 PM	01 March, 2013
58	41.13002766	3:21 PM	01 March, 2013
59	41.13003905	3:21 PM	01 March, 2013
60	41.13003905	3:21 PM	01 March, 2013
61	41.13005045	3:22 PM	01 March, 2013

รูปที่ 3.11 ฐานข้อมูลสำรอง Access สำหรับเก็บค่าเงินในช่วงเดือนใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.3 ฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าเงินบนเซิร์ฟเวอร์

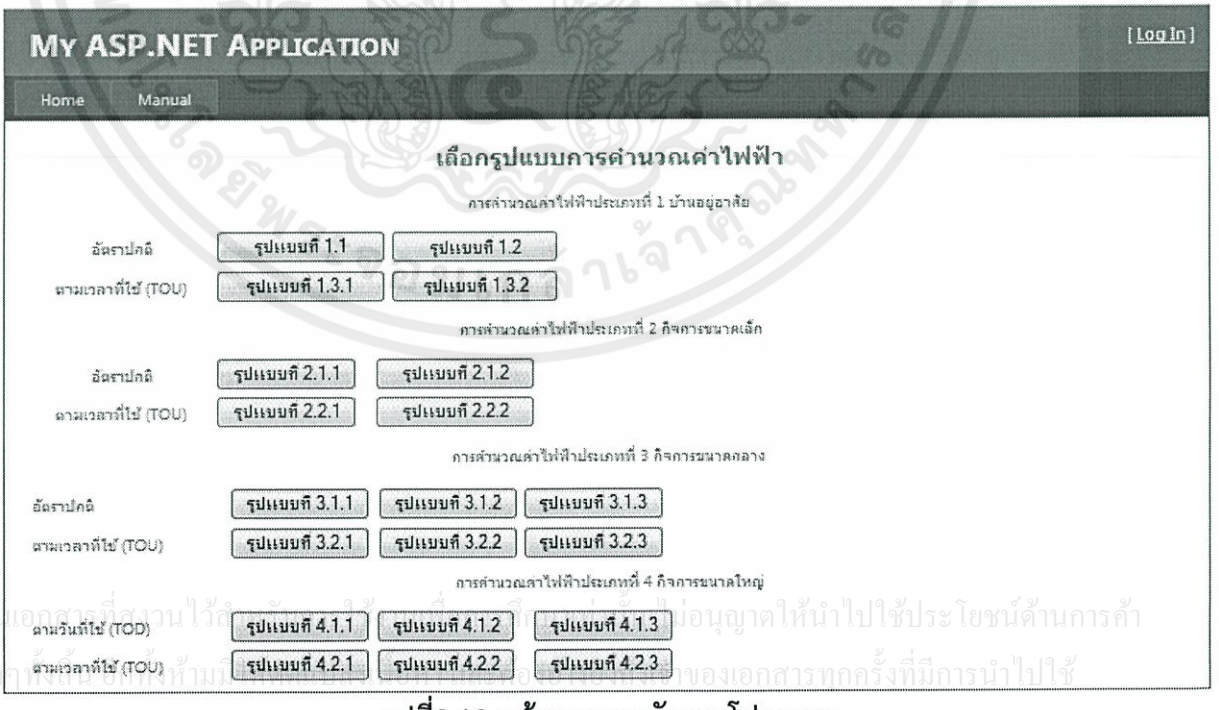
เป็นลักษณะเดียวกับ ฐานข้อมูลสำหรับค่าเงินที่ผ่านการคำนวณ แต่จะทำการนำข้อมูลมาเก็บค่าไว้ที่ฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์เพื่อนำค่าข้อมูลไปใช้งานและแสดงผลในรูปแบบต่อไป

	Num	PriceBath	PTime	PDate
	271	213.25	2:11 PM	Friday, March 08, 2013
	272	213.25	2:11 PM	Friday, March 08, 2013
	273	6153.03	2:11 PM	Friday, March 08, 2013
	274	6153.03	2:12 PM	Friday, March 08, 2013
	275	6153.03	2:12 PM	Friday, March 08, 2013
	276	6153.03	2:13 PM	Friday, March 08, 2013
	277	6153.03	2:13 PM	Friday, March 08, 2013

รูปที่ 3.12 ฐานข้อมูล MySqlสำหรับเก็บค่าเงินที่คำนวณได้

3.5 โปรแกรมการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า

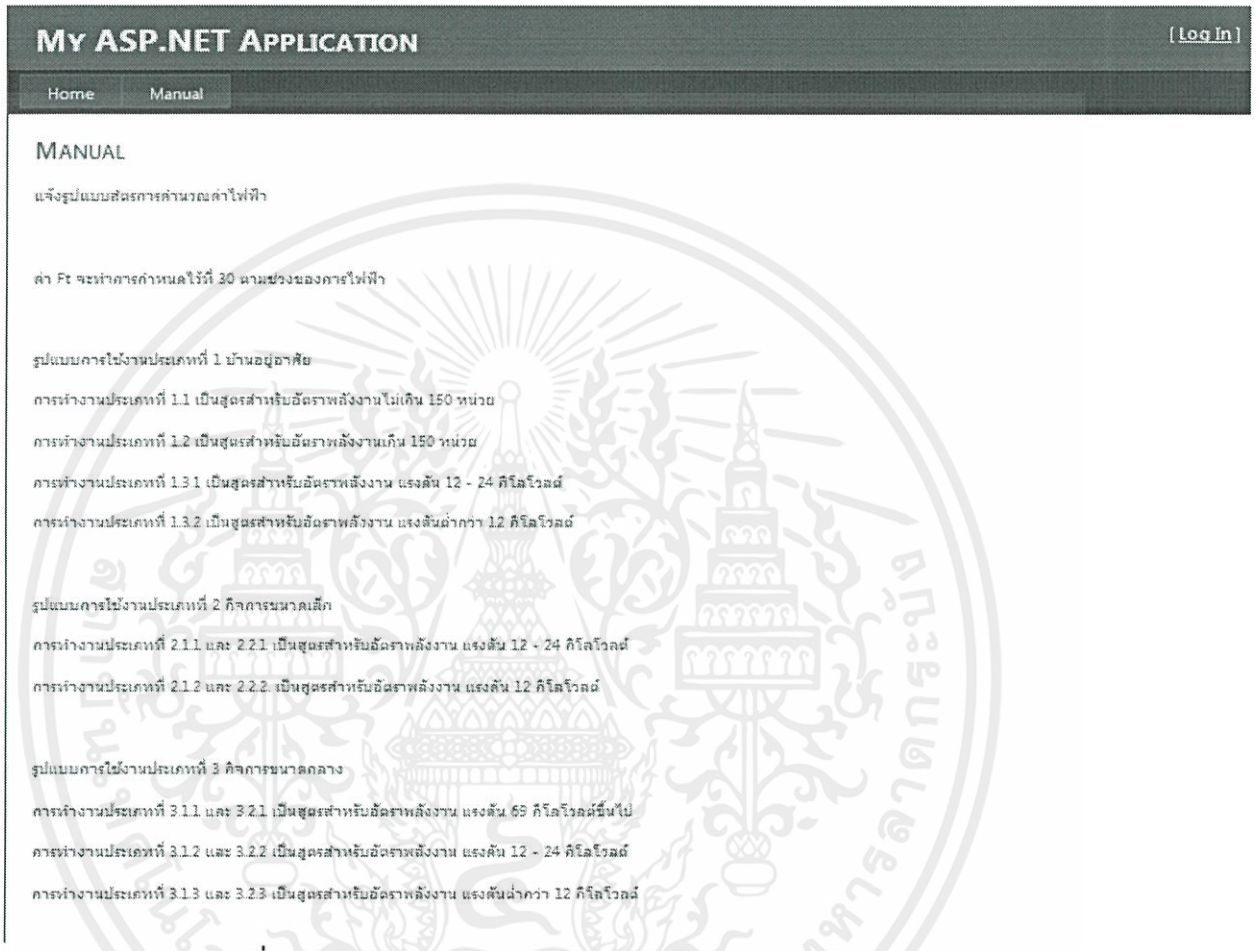
ในส่วนของโปรแกรมจะมีการจัดทำในส่วนของหน้าจอเมนูสำหรับให้ผู้ใช้งานเลือกสูตรคำนวณตามที่ใช้ได้โดยสะดวก โดยจะมีการกำหนดไว้ที่ 4 สูตรหลัก นั่นคือ บ้านอยู่อาศัย, กิจการขนาดเล็ก, กิจการขนาดกลาง และกิจการขนาดใหญ่



รูปที่3.13 หน้าจอเมนูหลักของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในหน้า Manual จะทำการอธิบายรูปแบบการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่แยกออกมาในหน้าจอเมนูหลักของโปรแกรม

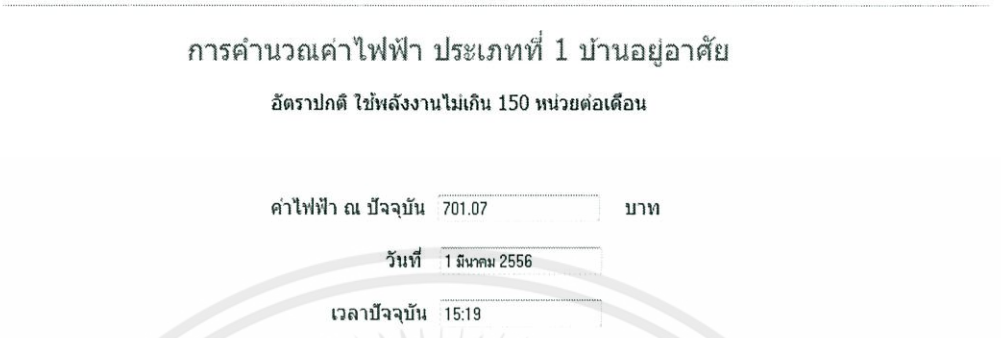


รูปที่ 3.14 หน้าจอ Manual อธิบายตัวเลือกการสูตรคำนวณ

เมื่อทำการกดเข้าไปยังส่วนการคำนวณ โปรแกรมก็จะแสดงค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ผ่านการคำนวณและวันเวลาในปัจจุบันออกมา ซึ่งในส่วนของโปรแกรมจะมีการเรียกหน้าจอทุกๆ 1 วินาที เพื่อทำการรับค่าใหม่และคำนวณใหม่ออกมา นอกจากนี้ในช่วงเวลานั้นจะมีการนำข้อมูลค่าเงินที่ผ่านการคำนวณไปทำการเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลอีกด้วย โดยจะยกตัวอย่างมาจากทั้ง 4 รูปแบบดังนี้

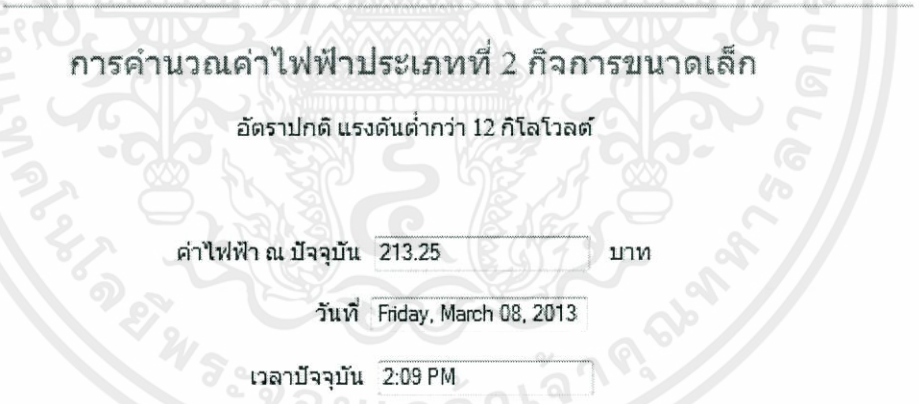
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 โปรแกรมคำนวณรูปแบบที่ 1.1 บ้านอยู่อาศัย



รูปที่ 3.15 หน้าจอโปรแกรมเมื่อทำงาน (ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย รูปแบบที่ 1.1)

3.5.2 โปรแกรมคำนวณรูปแบบที่ 2.1.2 กิจการขนาดเล็ก



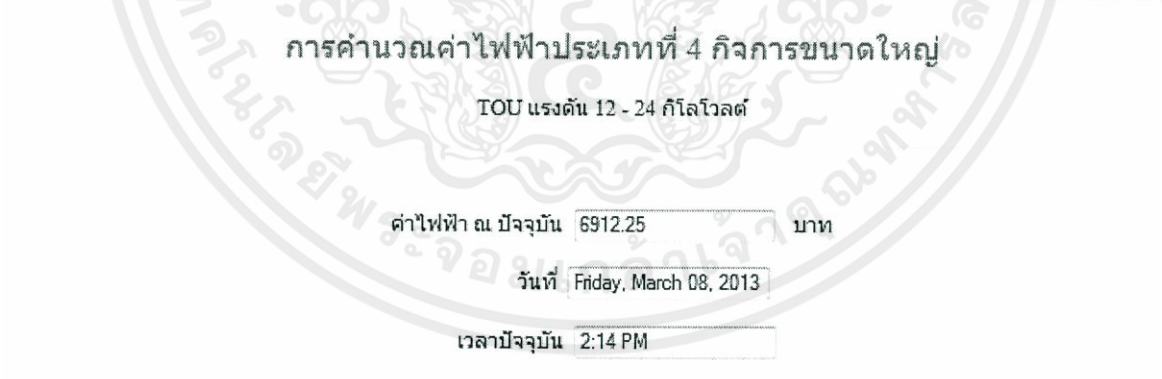
รูปที่ 3.16 หน้าจอโปรแกรมเมื่อทำงาน (ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก รูปแบบที่ 2.1.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 โปรแกรมคำนวณรูปแบบที่ 3.2.1 กิจการขนาดกลาง

รูปที่ 3.17 หน้าจอโปรแกรมเมื่อทำงาน (ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง รูปแบบที่ 3.2.1)

3.5.4 โปรแกรมคำนวณรูปแบบที่ 4.2.2 กิจการขนาดใหญ่



รูปที่ 3.18 หน้าจอโปรแกรมเมื่อทำงาน (ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ รูปแบบที่ 4.2.2

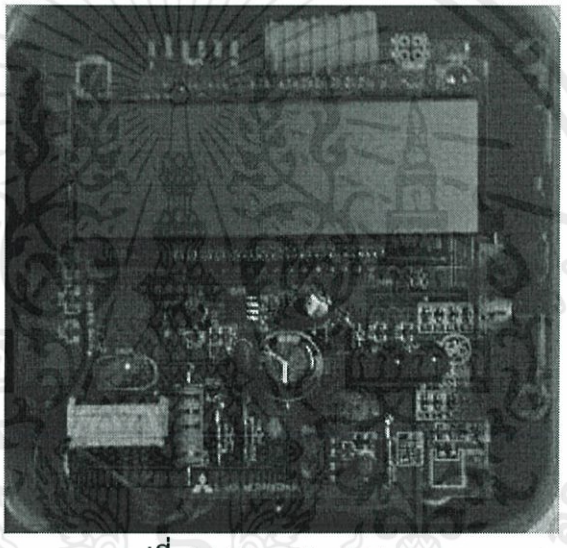
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ทดสอบการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจากElectrical Meter

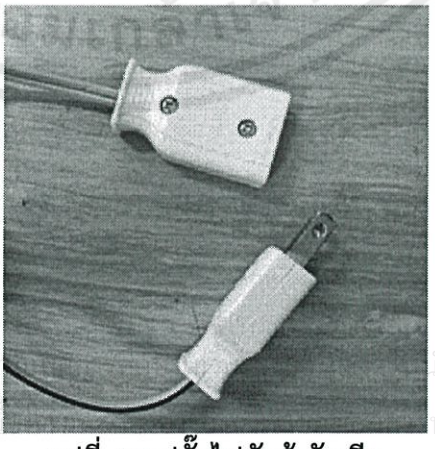
4.1.1อุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการ

1) Electrical Meter



รูปที่ 4.1 Electrical Meter

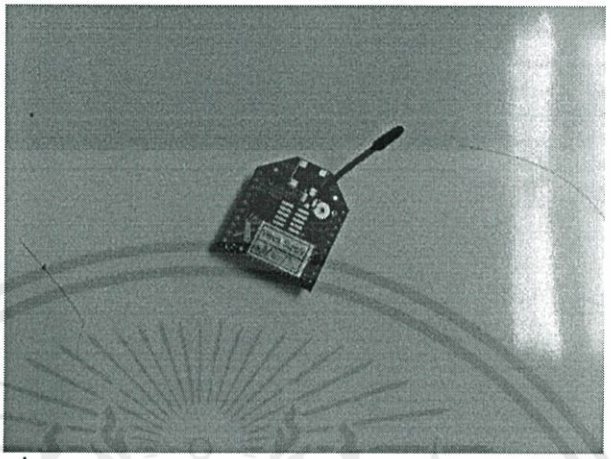
2) ปลั๊กไฟตัวผู้ตัวเมีย (สำหรับรับแหล่งจ่ายไฟและตัวใช้ไฟ)



รูปที่ 4.2 ปลั๊กไฟตัวผู้ ตัวเมีย

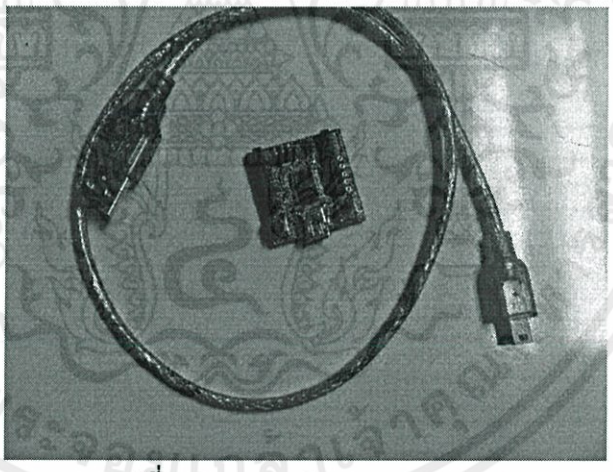
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน ำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้ ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) XBee 2mW Wire Antenna - Series 2 (ZB)



รูปที่ 4.3 XBee 2mW Wire Antenna - Series 2 (ZB)

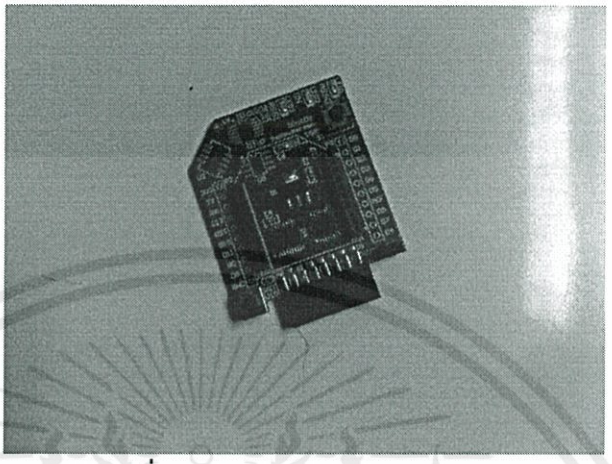
4) Mini Xbee USB Dongle



รูปที่ 4.4 Mini Xbee USB Dongle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

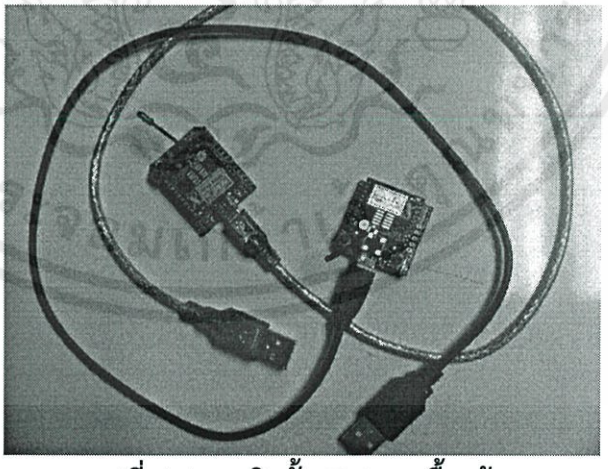
5) Xbee Breakout board



รูปที่ 4.5 Xbee Breakout board

4.1.2 การทดสอบ

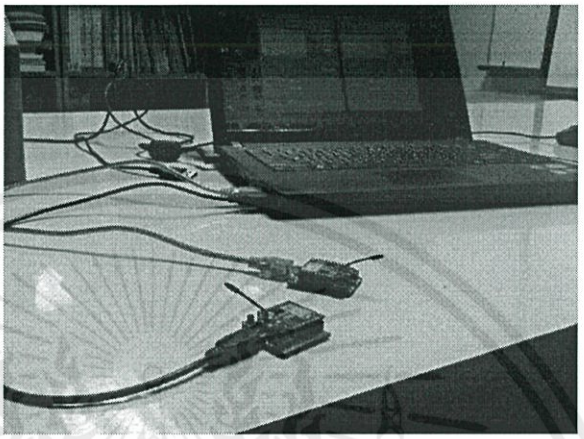
1) ในขั้นตอนแรกจะต้องทำการติดตั้งค่าของตัวอุปกรณ์ Zigbeeให้ทำการเชื่อมต่อกันได้ก่อน โดยทำการนำเอาตัวอุปกรณ์ Zigbeeเชื่อมต่อกับ Mini Xbee USB Dongle เพื่อจะทำการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เพื่อติดตั้งค่าต่างๆ



รูปที่ 4.6 การติดตั้ง Zigbeeเบื้องต้น

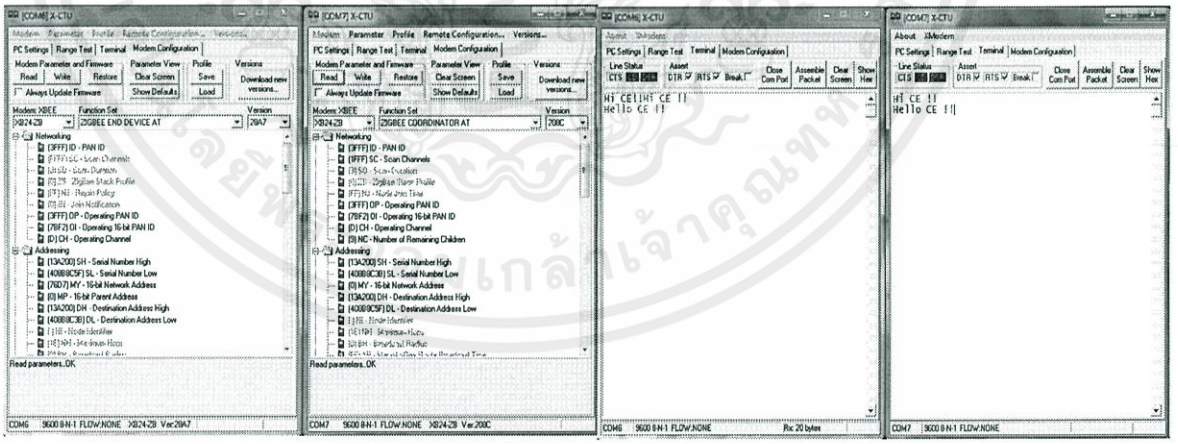
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ทำการเข้าโปรแกรมติดตั้งอุปกรณ์ Zigbee ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป (โปรแกรม X-CTU) แล้วทำการติดตั้งค่าให้ Zigbeeเชื่อมต่อกัน



รูปที่ 4.7 การเชื่อมต่อZigbeeเบื้องต้น

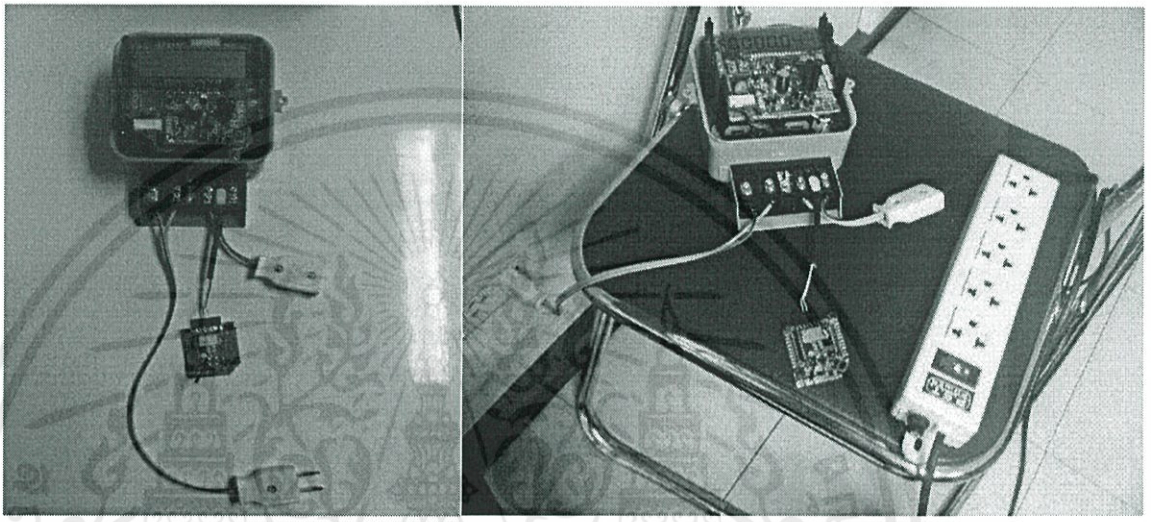
3) ทำการเข้าโปรแกรมติดตั้งอุปกรณ์ Zigbee ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป (โปรแกรม X-CTU) แล้วทำการติดตั้งค่าให้ Zigbeeเชื่อมต่อกันเมื่อทำการติดตั้งค่าเสร็จ ลองทำการสื่อสารกันตามรูปข้างล่าง



รูปที่ 4.8 การติดตั้งค่า Zigbeeเบื้องต้น

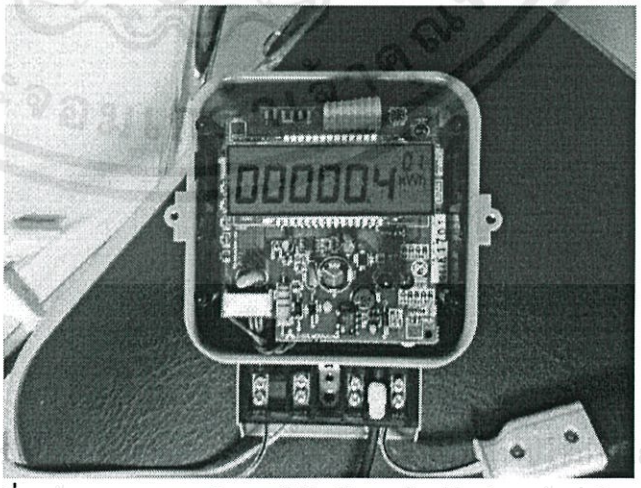
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Zigbee(ที่ติดตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว) กับอุปกรณ์ Electrical Meter โดยทำการต่อเข้า Connection Portของ Electrical Meterและเชื่อมต่อเข้ากับไฟ 220v เชื่อมต่อตัวปลั๊ก 3 ตา เพื่อจะทำเป็นแหล่งจ่ายไฟที่จะทำการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 4.9 โครงสร้างการต่อ Zigbeeและการเดินสายวงจรกับแหล่งจ่ายไฟ

5) เมื่อเริ่มทำการตรวจจับพลังงานไฟฟ้า ตัวอุปกรณ์ Electrical Meter จะแสดงค่าการใช้พลังงานในขณะเวลานั้นๆ ออกมาทางจอมอนิเตอร์ของตัวอุปกรณ์ Electrical Meter และทำการส่งค่าพลังงานที่ตรวจจับได้ผ่านอุปกรณ์ Zigbee ส่งไปยังตัวโปรแกรมในส่วนต่อไป



รูปที่ 4.10 การแสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านจอมอนิเตอร์

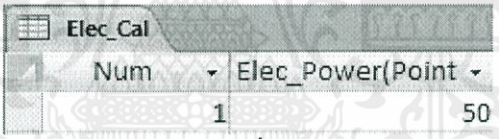
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ ขชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบโปรแกรมคำนวณ

1) ทำการเปิดโปรแกรมการคำนวณ และเลือกรูปแบบการคำนวณที่ 1.2

ภาพที่ 4.11 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม เลือกรูปแบบการคำนวณ 1.2

2) ค่าพลังงานที่รับเข้ามามีค่า



Elec_Cal

Num	Elec_Power(Point
1	50

ภาพที่ 4.12 แสดงค่าพลังงานที่รับเข้า และใช้ในการคำนวณ

3) ทำการคำนวณตามค่าพลังงานไฟฟ้า สูตรการคำนวณที่ 1.2

3.1) 2.1.2 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์ จะมีการคิดค่าไฟฟ้า (บาท/หน่วย) ดังนี้

150 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 - 150) 2.7628

250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 - 400) 3.7362

เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป) 3.9631

คิดค่าบริการอีก 46.16 บาท

มีการนำไปคิดจากค่า Ft และ ภาษีอีก 7%

3.2) จากค่าพลังงานที่เราหยิบมาทำการคำนวณ นั่นคือ ค่าพลังงานอีก 50 หน่วย เข้าการคำนวณ 150 หน่วยแรกใน กิโลโวลต์ชั่วโมงแรก จะได้

50 x 2.7628 = 138.14 บาท

จากนั้นนำไปคิดค่าบวกเพิ่มกับค่าบริการ 46.16 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

138.14 + 46.16 = 184.3 บาท

3.3) แล้วนำไปบวกเพิ่มกับค่าพลังงาน Ft ที่มีหน่วยเป็นสตางค์ คูณกับค่าพลังงาน (หน่วย)

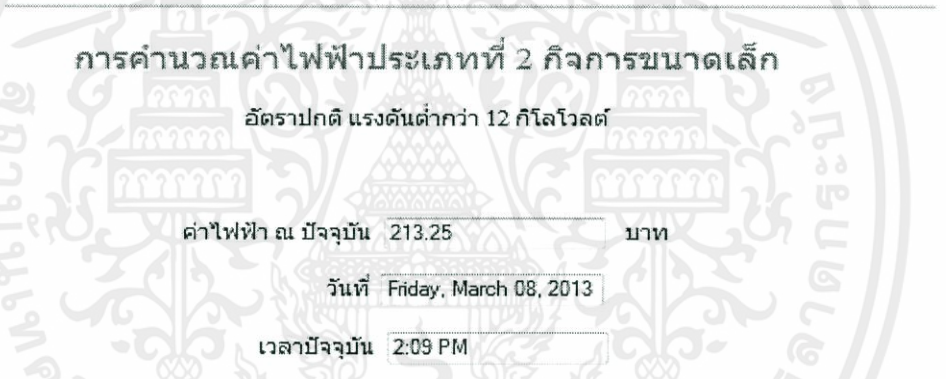
Ft = 30 / 100 = 0.3 บาท

184.3 + (50 x 0.3) = 199.3 บาท

และสุดท้าย คือ คิดค่าภาษีมูลค่าเพิ่มอีก 7%

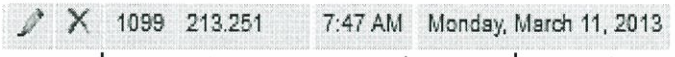
199.3 + ((199.3 x 7) / 100) = 213.251 บาท

4) แสดงผลลัพธ์ออกทางหน้าจอแสดงผล



ภาพที่ 4.13 หน้าจอแสดงค่าพลังเงิน จากค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1.2

5) แสดงค่าเงินที่นำไปเก็บยังฐานข้อมูล



ภาพที่ 4.14 หน้าจอฐานข้อมูลเก็บค่าเงินที่คำนวณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สรุปผลการทดสอบ

ในส่วนของตัวอุปกรณ์เมื่อทำการทดสอบข้างต้น มีการส่งข้อมูลออกมาจากอุปกรณ์ Electrical Meter ผ่านจาก Zigbee การเชื่อมต่อ Zigbeeกับ Zigbeeและการเชื่อมต่อ Zigbeeเข้าโปรแกรม สามารถส่งข้อมูลกันได้ในระดับหนึ่ง ในบางช่วงเวลาตัวอุปกรณ์ Electrical Meter จะมีการส่งค่าข้อมูลไม่เท่ากัน ซึ่งแสดงว่าความเสถียรของตัวอุปกรณ์ Electrical Meter ยังไม่ดีเท่าที่ควร

โปรแกรมสามารถนำค่าพลังงานที่ตรวจวัดมาคำนวณตามสูตรที่ทำไว้ได้อย่างถูกต้อง ตรงกับสูตรการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และแสดงผลออกมาทางหน้าจอได้เป็นผลสำเร็จ และสามารถที่จะนำค่าพลังงานที่ตรวจวัดได้กับค่าใช้จ่ายที่ผ่านการคำนวณไปเก็บบนฐานข้อมูลในMicrosoftAccess และ MySQL ได้สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป และวิเคราะห์

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงานทั้งหมดในทั้งสองเทอมนี้ หลังจากได้มีการออกแบบตัวระบบการทำงานทั้งหมดในเทอมที่แล้วว่าต้องมีส่วนใด และทำงานอย่างไรบ้าง ในเทอมนี้มีการดำเนินงานพัฒนาซอร์ฟแวร์สำหรับทำการประมวลผลทั้งหมดของระบบ โดยจะแยกออกเป็นสูตรในการคำนวณทั้งสิ้น 4 สูตร (จาก 8 สูตร) เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าใช้จ่ายจากค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับมาจากในส่วนของตัวอุปกรณ์ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า และทำการส่งค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้ผ่านโครงสร้างของระบบ Zigbee ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกันได้ อีกทั้งมีการนำเอาค่าใช้จ่ายของพลังงานไฟฟ้าที่คำนวณได้ส่งเข้าเก็บในฐานข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต สามารถเรียกดูค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละเดือนได้ ในรูปแบบของตาราง และรูปแบบของกราฟเปรียบเทียบได้ผ่านทางหน้าเว็บไซด์

5.2 ปัญหา, อุปสรรคและข้อเสนอแนะ

ปัญหาและอุปสรรคที่พบเจอมีดังต่อไปนี้

1) ตัวระบบที่ออกแบบในครั้งแรกมีจุดผิดพลาดอยู่หลายจุดจึงต้องทำการออกแบบใหม่อยู่หลายครั้ง

2) การพัฒนาโปรแกรมเบื้องต้น มีการใช้งานคำสั่งที่ต้องศึกษานอกเหนือจากตำราทั่วไป และทำการค้นหารูปแบบได้ยาก

3) ตัวเครื่องที่ทำการพัฒนาโปรแกรมนั้นบางครั้งก็ใช้งานได้ไม่เต็มที่ ทำให้ระหว่างการพัฒนาเกิดความผิดพลาดอยู่หลายครั้ง

4) ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Zigbee กับตัวอุปกรณ์ Electrical Meter มีการส่งค่าข้อมูลออกมาได้ไม่เสถียรเท่าที่ควร ในบางเวลาตัวอุปกรณ์ Electrical Meter ไม่ส่งค่าอะไรออกมาเลย

5) ในการแสดงค่าของพลังงานไฟฟ้าบนเว็บไซด์ในรูปแบบของกราฟเปรียบเทียบ มีการแสดงค่าบนกราฟได้ไม่ตรงกับค่าของฐานข้อมูลในบางช่วง

5.2.1 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1) ทำการพิจารณาระบบโดยภาพรวมก่อนว่าจำเป็นต้องมีอะไรบ้าง และค่อย ๆ เชื่อมต่อการทำงานในแต่ละส่วนเพื่อให้ได้เป็นระบบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ทำการค้นหาคำสั่งการทำงานจากแหล่งอื่นๆนอกเหนือจากตำราทั่วไป และพิจารณาการเอามาใช้กับตัวโปรแกรม เพื่อให้สามารถทำงานได้ดีที่สุด

3) ทำการติดตั้งโปรแกรมสำหรับพัฒนาไว้ที่คอมพิวเตอร์ตัวอื่นๆเผื่อไว้ และทำการพัฒนาโปรแกรมที่คอมพิวเตอร์เครื่องนั้นเป็นหลัก และนำไฟล์ข้อมูลมาทำการอัพเดตในเครื่องที่ต้องใช้จริงในภายหลัง

5.3แนวทางการพัฒนาต่อ

ในช่วงเทอมหน้า มีการวางแผนการพัฒนาโครงงานต่อดังต่อไปนี้

1) ทำการโปรแกรมสูตรการคำนวณจากรูปแบบทั้ง 8 ประเภทของ อัตราการคำนวณค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง ให้สามารถทำการแสดงผลออกมาได้

2) ทำการออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูล

3) ทำการเพิ่มเติมระบบในส่วนของเครือข่ายมือถือ โปรแกรมแอปพลิเคชั่น

4) ทำการเพิ่มการรับสัญญาณข้อมูลจาก Zigbee มากกว่าหนึ่งตัว

5) ทดสอบการทำงานของทั้งระบบ ว่าสามารถดำเนินการได้ถูกต้องหรือไม่

6) ทำการพัฒนาส่วนเสริมอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Eduzones .“ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN)” [Online].Available: http://edunews.eduzones.com/banny/3481.2007.

ThaiEasyElec.“UART/TTL/RS232/MAX3232” [Online]. Available : http://www.thaieasyelec.com/electronics-in-chapter/UART-TTL-RS232-MAX232-MAX3232.html .2010.

ThaiEasyElec .“ IntrodutionZigbee and Xbee Basic ”[Online] . Available : http://www.thaieasyelec.com/Review-Product-Article/zigbee-and-xbee-basic.html. 2010 .

ThaiEasyElec .“ การใช้งานXbeeเบื้องต้น ” [Online] . Available : http://www.thaieasyelec.com/Review-Product-Article/step-by-step-to-use-xbee-from-digi.html . 2010 .

การไฟฟ้านครหลวง . “ อัตราค่าไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ” [Online] . Available : http://mea.or.th/profile/index.php?l=th&tid=3&mid=111&pid=109 . มิถุนายน2555.

กลุ่มงานค่าไฟฟ้า (คฟฟ-ผ.) ฝ่ายเศรษฐกิจพลังงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย . “ ค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft) ”[Online] . Available :http://www2.egat.co.th/ft/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

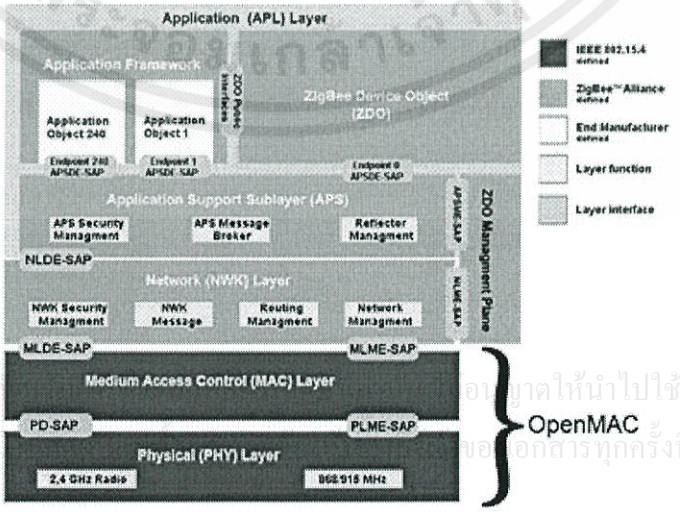
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
รูปแบบการทำงานของการเชื่อมต่อ

1. Introdution Zigbee and Xbee Basic

ระบบสื่อสารไร้สาย (Wireless Telecommunication) มีมากมายหลายรูปแบบ เช่น GSM , CDMA, วิทยุย่าน 27 Mhzและ 433 Mhz , wireless lan , Wifi , WiMaxและอื่นๆ สำหรับในสมัยก่อน การจะทำเครื่องส่งเครื่องรับ ต้องมีความรู้ทางด้าน RF Engineer ซึ่งจะสามารถออกแบบวงจรเครื่องส่ง เครื่องรับ มีหน้าที่ทำการ Matching สายอากาศ การออกแบบสายอากาศสำหรับย่านความถี่ แต่ในปัจจุบัน มี IC RF ที่ Integrated รวมเอาภาคการออกแบบของ RF Engineer เข้าไปหลายส่วน ทำให้ง่ายในระดับที่ไม่ต้องมีความรู้ทางด้าน RF Engineer ก็สามารถสร้างวงจรส่งและรับได้

งานทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีความเกี่ยวข้องกับการสื่อสารทั้งสิ้น เช่น การสร้างเครือข่ายของระบบหนึ่ง การติดต่อสื่อสารใช้งานอุปกรณ์ RF Moduleและการสื่อสารเพื่อใช้งานติดต่อกับอุปกรณ์อื่น ผ่าน Interface เช่น RS232(UART) , SPI , I2C , CAN , RS485 , Ethernet , LAN , TCP/IP, USB เป็นต้น สำหรับการอธิบายในเชิงทฤษฎีนั้น การสื่อสารแต่ละแบบควรที่จะอธิบายอ้างอิงกับ OSI Layerได้ ยกตัวอย่าง ระบบเครือข่าย LAN จะใช้โปรโตคอล TCP/IP ซึ่งสามารถที่จะแยกได้ว่า ขั้นตอนไหนจัดอยู่ในลำดับชั้น OSI Layer ไหน สำหรับการสื่อสารไร้สาย ก็จะสามารถอ้างอิงได้ว่าเป็นภาคทางด้าน Physical Layer หรือชั้นที่สูงขึ้น แยกแยะได้ตาม OSI Layer เช่นกัน แต่ในทางการปฏิบัติใช้งานจริงถ้าทราบทฤษฎีเพียงเล็กน้อย ก็พอที่จะสามารถนำไปพัฒนางานได้



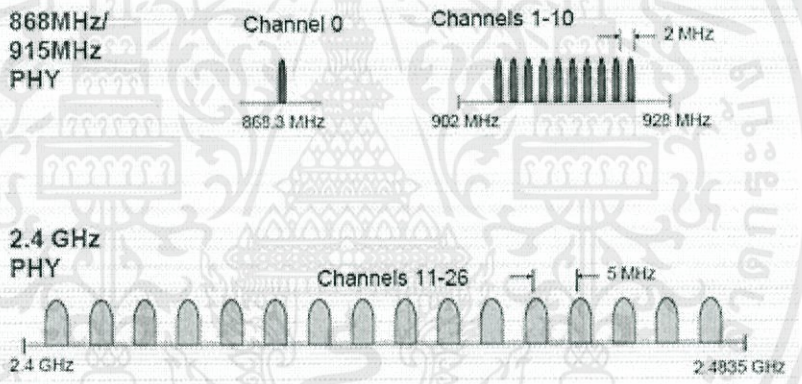
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 แสดง OSL Layer ของZigbee

2. Zigbee Basic

ZigBeeมาตรฐานสากล กำหนดโดยZigBee Allianceเป็นการสื่อสารแบบไร้สายที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำราคาถูก จุดประสงค์ก็เพื่อให้สามารถสร้างระบบที่เรียกว่า Wireless Sensor Network ได้ ซึ่งระบบนี้ จะสามารถทำงาน ในร่ม กลางแจ้ง ทนแดด ทนฝนและอยู่ได้ด้วยแบตเตอรี่ก้อนเล็กในระยะเวลาที่ยาวนาน เหมาะสมใช้งานกับพวก Monitoring

Zigbeeกำหนดย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานไว้ 3 ย่านความถี่คือ ย่าน 2.4 Ghz , ย่าน 915 Mhzและย่าน 868 Mhzโดยแต่ละย่านจะมีช่องสัญญาณ 16 ช่อง , 10 ช่อง และ 1 ช่อง ตามลำดับ ส่วน อัตรารับส่งข้อมูล (ทางอากาศ) จะอยู่ที่ 250 Kbps , 40 Kbps , 20 Kbps ตามลำดับเช่นกัน



รูปที่ ก.2 แสดง ช่องสัญญาณของ Zigbee

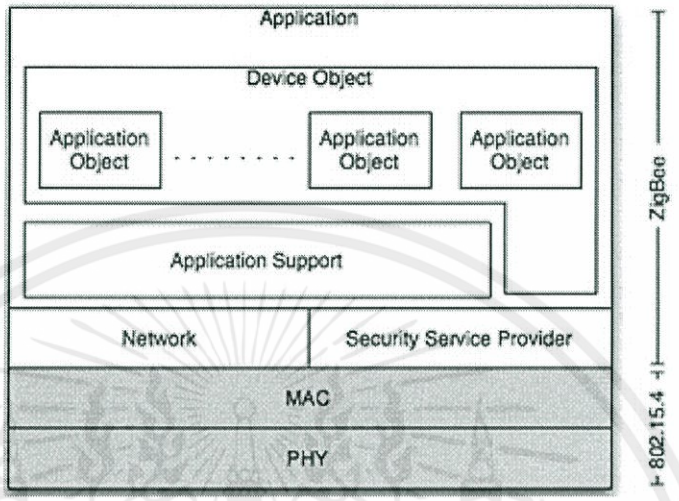
1. ย่านความถี่ 2.4 Ghzมี 16 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 250 Kbps
2. ย่านความถี่ 915 Ghzมี 10 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 40 Kbps
3. ย่านความถี่ 868 Ghzมี 1 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 20 Kbps

อาจมีความสับสนกันระหว่าง Zigbeeกับ Wifiจะมีคำถามว่า Zigbeeกับ Wifi (หรือ โมดูล 2.4 Ghz) นั้น ย่านความถี่เหมือนกันจะสามารถสื่อสารกันได้ แต่ในความเป็นจริงสื่อสารกันไม่ได้ เพราะทางกายภาพถึงแม้จะเป็นย่านความถี่เดียวกัน แต่ Protocol ที่ใช้สื่อสารกันนั้นไม่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZigBeeนำ Physical Layer และ MAC Layer ของ IEEE 802.15.4ซึ่งเป็นมาตรฐานการกำหนดการสื่อสารไร้สายแบบ WPAN (Wireless Personal Area Network) มาทำงานใน Layer ที่

ต่ำกว่า (2 Layer ล่างสุด) เช่น เรื่องของ ระดับกำลังสัญญาณ , Link Quality , Access control , Security ฯลฯ แต่ใน Layer ถัดไปจะเป็นรูปแบบของ Zigbee



รูปที่ ก.3 แสดงOSL Layer ของZigbee 2

ZigBeeจะสามารถสร้างเป็นเครือข่ายได้เพราะอิงมาตรฐานตาม IEEE 802.15.4 และมีการจัดการในแบบของ Zigbeeใน Layer ถัดไป ทั้งนี้ IEEE 802.15.4 แบ่งชนิดอุปกรณ์ในเครือข่ายออกเป็น 2 ประเภท คือ FFD (Full Function Device) ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ทุกอย่างในเครือข่าย และ RFD (Reduce Function Device) ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่ถูกลดความสามารถการทำงานในเครือข่าย

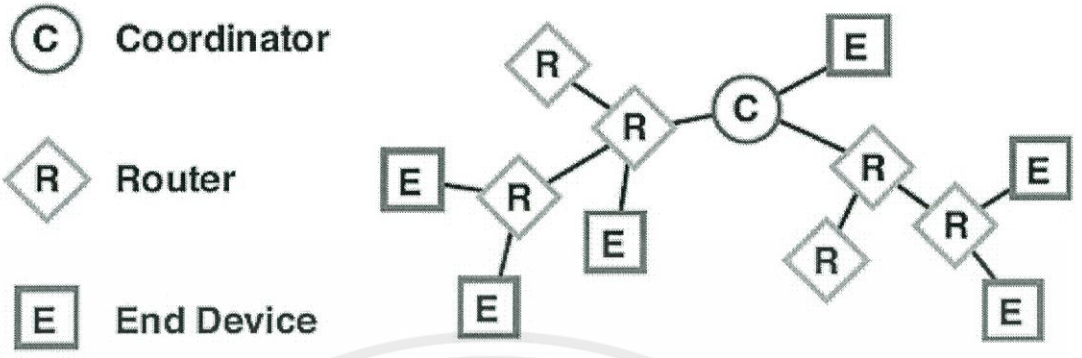
ZigBeeได้แบ่งตามลักษณะการทำงาน 3 แบบคือ

1.Coordinator มีหน้าที่สร้างการสื่อสารเชื่อมโยงเครือข่ายระหว่างEnd Device กับRouter หรือ Coordinator กับCoordinator ด้วยกันหรือCoordinator กับRouter กำหนดaddress ให้กับ device ที่อยู่ในวงเครือข่ายไม่ให้ซ้ำกันดูแลจัดการเรื่องการRouting เส้นทางซึ่งเทียบได้กับFFD

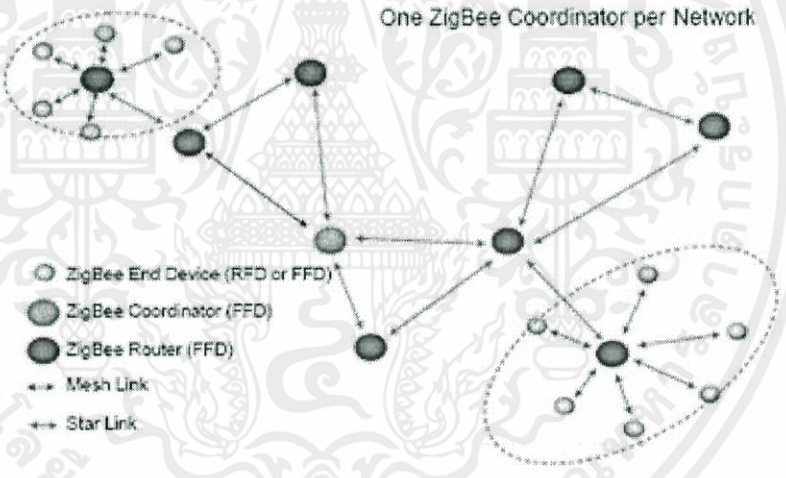
2. End Device เป็นอุปกรณ์ปลายทางสุดซึ่งจะใช้รับสัญญาณจากSensor ที่ปลายทางโดยที่ใช้พลังงานต่ำในการทำงานเทียบได้กับRFD หรือFFD บางกรณีขึ้นอยู่กับusensor ที่ใช้

3. Routerมีหน้าที่รับส่งข้อมูลในเส้นทางต่างๆของเครือข่าย ซึ่งเทียบได้กับFFD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.4 แสดงเครือข่ายการเชื่อมต่อของ Zigbee



รูปที่ ก.5 แสดงเครือข่ายการเชื่อมต่อของ Zigbee 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
อัตราค่าไฟฟ้า

อ้างอิงสูตรการคำนวณอัตราค่าไฟฟ้าจากอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงเดือนกรกฎาคม2554 ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด8 ประเภทคือ

1) บ้านอยู่อาศัย
2) กิจการขนาดเล็ก
3) กิจการขนาดกลาง
4) กิจการขนาดใหญ่
5) กิจการเฉพาะอย่าง
6) องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร
7) กิจกรรมการสูบน้ำเพื่อการเกษตร
8) ผู้ใช้ไฟฟ้าชั่วคราว

1. ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่าง ๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

1.1 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

อัตรารายเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า

15 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่1 – 15)	หน่วยละ	1.8632	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	หน่วยละ	2.5026	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 – 35)	หน่วยละ	2.7549	บาท
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 – 100)	หน่วยละ	3.1381	บาท
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 – 150)	หน่วยละ	3.2315	บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 – 400)	หน่วยละ	3.7362	บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	3.9361	บาท
ค่าบริการ (บาท/เดือน) :	8.19		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า150 หน่วยต่อเดือน

อัตรารายเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า

150 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่1 – 150)	หน่วยละ	2.7628	บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่151 – 400)	หน่วยละ	3.7362	บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	3.9361	บาท
ค่าบริการ (บาท/เดือน) :	38.22		

1.3อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	
1.3.1 แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลต์	4.5827	2.1495	312.24
1.3.2 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	5.2674	2.1827	38.22

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ และวันแรงงานแห่งชาติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชยและวันพืชมงคล)

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดไม่เกิน 5 แอมแปร์ 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย จะถูกจัดให้อยู่ในอัตราข้อ 1.1 แต่ถ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ติดต่อกัน 3 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในอัตราข้อ 1.2 และถ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน ติดต่อกัน 3 เดือนในเดือนถัดไป จะจัดเข้าอยู่ในอัตราข้อ 1.1 ตามเดิม

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดเกินกว่า 5 แอมแปร์ 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย จะถูกจัดให้อยู่ในอัตราข้อ 1.2 ตลอดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถเลือกใช้อัตราข้อ 1.3 ได้ โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน และจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU หรือ ค่าบริการด้านเครื่องวัดฯ TOU เพิ่มขึ้นจากค่าบริการปกติ และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน จะขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราเดิมอีกก็ได้

4. สถานที่ที่ใช้ประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องสามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6 ได้

5. ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบริการรายเดือน ถึงแม้จะไม่มีการใช้ไฟฟ้า

6. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 1.1 (ประเภทที่ 1 อัตราข้อ 1.1) ซึ่งติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดไม่เกิน 5 แอมแปร์ และใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 90 หน่วยต่อเดือน ได้รับค่าไฟฟ้าฟรีทั้งหมดในเดือนนั้น

2. ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจหรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.1 อัตราปกติ

อัตรารายเดือน	ค่าไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
2.1.1 แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์	3.423	312.24
2.1.2 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์		46.16
150 หน่วย(กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก(หน่วยที่1 - 150)	2.7628	
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่151 - 400)	3.7362	
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	3.9631	

2.2 อัตราตามช่วงเวลาที่ใช้

อัตรารายเดือน	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	on Peak	off Peak	
2.2.1 แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์	4.5827	2.1495	312.24
2.2.2 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	5.2674	2.1827	46.16

On Peak :	เวลา 09.00 - 22.00 น.	วันจันทร์ - ศุกร์ และวันพืชมงคล
Off Peak :	เวลา 22.00 - 09.00 น.	วันจันทร์ - ศุกร์ และวันพืชมงคล
	เวลา 00.00 - 24.00 น.	วันเสาร์ - อาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติและวันแรงงานแห่งชาติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

เอกสารนี้เป็นผลงานที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 2 นี้ หากในรอบเดือนใดมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่

30 กิโลวัตต์ขึ้นไป จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 อัตราข้อ 3.2 ประเภทที่ 4 อัตราข้อ 4.2 หรือประเภทที่ 5

อัตราข้อ 5.2 แล้วแต่กรณี และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 2 อีก

ต่อเมื่อความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าวลดลงต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ2.1 สามารถเลือกใช้อัตราข้อ 2.2 ได้

โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อนและจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU หรือ

ค่าบริการด้านเครื่องวัดฯ TOU เพิ่มขึ้นจากค่าบริการปกติ และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน

จะขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราข้อ 2.1 ตามเดิมอีกได้

3. ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบริการรายเดือน ถึงแม้จะไม่มีการใช้ไฟฟ้า

3. ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 ถึง 999 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว 3.1 อัตราปกติ

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
3.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	175.70	2.7441	312.24
3.1.2 แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	196.26	2.7815	312.24
3.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	221.50	2.8095	312.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สาหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้า รีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 56.07 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ ให้ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์3.2

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
3.2.1 แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	74.14	0	3.6917	2.2507	312.24
3.2.2 แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	132.93	0	3.7731	2.2695	312.24
3.2.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	210.00	0	3.9189	2.3027	312.24

On Peak	: เวลา 09.00 - 22.00 น.	วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล
Off Peak	: เวลา 22.00 - 09.00 น.	วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล
	: เวลา 00.00 - 24.00 น.	วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ และวันแรงงานแห่งชาติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชยและวันพืชมงคล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สาหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้า รีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 56.07 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ ให้ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในอัตราข้อ 3.1 ซึ่งใช้ไฟฟ้าก่อนเดือนตุลาคม 2543 จะยังคงถูกจัดอยู่ในอัตราข้อ 3.1 สาหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่จัดเข้า อยู่ในประเภทที่ 3 ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2543 จะถูกจัดเข้าอยู่ในอัตราข้อ 3.2 ในเดือนถัดไป หลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU แล้ว
2. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 หากมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไปในเดือนใด หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน จะถูกจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 อัตราข้อ 4.2 ในเดือนถัดไปหลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU แล้ว
3. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 3.1 สามารถเลือกใช้อัตราข้อ 3.2 ได้ โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้า นครหลวงก่อน และจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้
4. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 และจะจัดเข้ามาอยู่ในอัตราข้อ 3.2 เมื่อมีความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าวตั้งแต่ 30 ถึง 999 กิโลวัตต์
5. ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบริการรายเดือน เพิ่มจากค่าไฟฟ้าต่ำสุดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทาการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือ มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว 4.1

อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff : TOD Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)			ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Partial Peak	Off Peak	ทุกช่วงเวลา	
4.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	224.30	29.91	0	2.7441	312.24
4.1.2 แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์	285.05	58.88	0	2.7815	312.24
4.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	332.71	68.22	0	2.8095	312.24

On Peak : เวลา 18.30-21.30 น. ของทุกวัน

Partial Peak : เวลา 08.00-18.30 น. ของทุกวัน คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่เกินจากช่วง On Peak

Off Peak : เวลา 21.30-08.00 น. ของทุกวัน ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak และช่วงเวลา Partial Peak เฉพาะส่วนที่เกินจากช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้า รีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่า

เอกสารนี้เป็น ไม่ว่ากรณี

เพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 56.07 บาท สาหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ ให้ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

4.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
4.2.1 แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	74.14	0	3.6917	2.2507	312.24
4.2.2 แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	132.93	0	3.7731	2.2695	312.24
4.2.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	210.00	0	3.9189	2.3027	312.24

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ และวันแรงงานแห่งชาติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชยและวันพืชมงคล)

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สาหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้า รีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 56.07 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ ให้ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในอัตราข้อ 4.1 ซึ่งใช้ไฟฟ้าก่อนเดือนตุลาคม 2543 จะยังคงถูกจัดอยู่ในอัตราข้อ 4.1 สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2543 จะถูกจัดเข้าอยู่ในอัตราข้อ 4.2 ในเดือนถัดไปหลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU แล้ว
2. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 4.1 สามารถเลือกใช้อัตราข้อ 4.2 ได้ โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน และจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้
3. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2
4. ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบริการรายเดือน เพิ่มจากค่าไฟฟ้าต่ำสุดด้วย

5. ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการโรงแรมและกิจการให้เช่าพักอาศัยตลอดจนบริเวณที่ เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว 5.1 อัตราปกติ

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
5.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	220.56	2.7441	312.24
5.1.2 แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลต์	256.07	2.7815	312.24
5.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	276.64	2.8095	312.24

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สาหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้า รีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวน ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 56.07 บาท สาหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ ให้ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์5.2

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
5.2.1 แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	74.14	0	3.6917	2.2507	312.24
5.2.2 แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	132.93	0	3.7731	2.2695	312.24
5.2.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	210.00	0	3.9189	2.3027	312.24

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ และวันแรงงานแห่งชาติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชยและวันพืชมงคล)

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 56.07 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ ให้ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 5 จะจัดเข้าอยู่ในอัตราข้อ 5.2 เท่านั้น ในช่วงที่ยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU อนุโลมให้คิดค่าไฟฟ้าในอัตราข้อ 5.1 ไปพลางก่อน
2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 และจะจัดเข้ามาอยู่ในอัตราข้อ 5.2 เมื่อมีความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าว ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป
3. ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบริการรายเดือน เพิ่มจากค่าไฟฟ้าต่ำสุดด้วย

6. ประเภทที่ 6 องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าขององค์กรที่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทน รวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่รวมถึงหน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

6.1 อัตราปกติ

อัตรารายเดือน

	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
6.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	3.0493	312.24
6.1.2 แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลต์	3.2193	312.24
6.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์		312.24
10 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1-10)	2.4357	
เกินกว่า 10 หน่วย (หน่วยที่ 11 เป็นต้นไป)	3.5263	

6.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
6.2.1 แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	74.14	0	3.6917	2.2507	312.24
6.2.2 แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	132.93	0	3.7731	2.2695	312.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	210.00	0	3.9189	2.3027	312.24
On Peak	: เวลา 09.00 - 22.00 น.	วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล			
Off Peak	: เวลา 22.00 - 09.00 น.	วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล			
	: เวลา 00.00 - 24.00 น.	วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ และวันแรงงานแห่งชาติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชยและวันพืชมงคล)			

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 6.1 สามารถเลือกใช้อัตราข้อ 6.2 ได้ โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้า นครหลวงก่อน และจะต้องชาระค่าเครื่องวัดฯ TOU และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน จะขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราข้อ 6.1 ตามเดิม อีกก็ได้
2. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 6.1 จะต้องชำระค่าบริการรายเดือน ถึงแม้จะไม่มีการใช้ไฟฟ้า
ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 6.2 จะต้องชำระค่าบริการรายเดือน เพิ่มจากค่าไฟฟ้าต่ำสุดด้วย
3. สำหรับการใช้ไฟฟ้าของหน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง อนุโลมให้จัดอยู่ประเภทที่ 6 จนถึงเดือนกันยายน 2555 หากผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที สูงสุดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยย้อนหลัง 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 อัตราข้อ 4.2 ในเดือนถัดไปหลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU แล้ว และตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจาเดือนตุลาคม 2555 เป็นต้นไป จะจัดเข้าในประเภทที่ 2 หรือประเภทที่ 3 อัตราข้อ 3.2 หรือ ประเภทที่ 4 อัตราข้อ 4.2 แล้วแต่กรณี ตามลักษณะการใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ประเภทที่ 7 กิจการสูบน้ำเพื่อการเกษตร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของหน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการรับรอง หรือสหกรณ์เพื่อการเกษตร โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

7.1 อัตราปกติ

อัตรารายเดือน

	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)
100 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1-100)	1.6033
เกินกว่า 100 หน่วย (หน่วยที่ 101 เป็นต้นไป)	2.7549

ค่าบริการ (บาท/เดือน) : 115.16

7.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
7.2.1 แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	132.93	0	3.6531	2.1495	228.17
7.2.2 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	210.00	0	3.7989	2.1827	228.17

On Peak	: เวลา 09.00 - 22.00 น.	วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล
Off Peak	: เวลา 22.00 - 09.00 น.	วันจันทร์ - วันศุกร์ และวันพืชมงคล
	: เวลา 00.00 - 24.00 น.	วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ และวันแรงงานแห่งชาติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชยและวันพืชมงคล)

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

เอกสารนี้เป็น... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด...

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องมีแรงม้าของเครื่องสูบน้ำ รวมกันไม่ต่ำกว่า 25 แรงม้า และต้องทำสัญญากับ การไฟฟ้านครหลวงก่อน
2. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราข้อ 7.1 สามารถเลือกใช้อัตราข้อ 7.2 ได้ โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับ การไฟฟ้านครหลวงก่อน และจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU และเมื่อใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน จะเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราข้อ 7.1 ตามเดิมอีกก็ได้
3. ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบริการรายเดือน เพิ่มจากค่าไฟฟ้าต่ำสุดด้วย

8. ประเภทที่ 8 ผู้ใช้ไฟฟ้าชั่วคราว

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าชั่วคราวเพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารทั่วไปหรือสิ่งปลูกสร้าง การจัดงานขึ้นเป็นกรณีพิเศษชั่วคราว หรือการใช้ในกรณีต่างๆ เป็นการชั่วคราว โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า (ทุกระดับแรงดัน)	หน่วยละ	6.4369 บาท

หมายเหตุ

ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ใช้อัตราประเภทนี้ หากประสงค์จะขอเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้าเป็นอย่างอื่น หรือการไฟฟ้านครหลวงตรวจพบว่าได้เปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้าเป็นอย่างอื่นแล้ว เช่น เพื่อประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม บ้านอยู่อาศัย ฯลฯ จะต้องยื่นคำร้องขอใช้ไฟฟ้าถาวรที่การไฟฟ้านครหลวงเขต พร้อมกับเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ภายในให้ถูกต้องตามมาตรฐานที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนด และชำระเงินค่าธรรมเนียมการใช้ไฟฟ้าแบบถาวรให้ครบถ้วน ตามหลักเกณฑ์ของการไฟฟ้านครหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมคำนวณ

1. โปรแกรมสำหรับการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า

1) ค่า w คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า (กิโลโวลต์)

2) ค่า p คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า (หน่วย)

3) ค่า f คือ ค่า Ft จากการไฟฟ้า (มีการกำหนดตามช่วงของปี)

1.1 การคำนวณค่าไฟฟ้ารูปแบบที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

โปรแกรมที่ 1.1 รูปแบบที่ 1 อัตราปกติ ใช้พลังงานไม่เกิน 150 หน่วย

```
class CalV1
        {
public double KWC(double w, double p, double f)
            {
double KW = 0, p1 = 0;
              f = f / 100;

          if (p >= 0 && p <= 15)
              {
                  KW = (p * 1.8632) + 8.19 + (p * (f));
              }
               else
              {
                  KW = 15 * 1.8632;

          if (p <= 25)
                  {
                      p = p - 15;
                      KW = KW + (p * 2.5026);
                  }
               else
                   {
                       KW = KW + (10 * 2.5026);

          if (p <= 35)
                      {
                          p1 = p - 25;
                          KW = KW + (p1 * 2.7549);
                      }
                   else
                      {
                          KW = KW + (10 * 2.7549);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if (p <= 100)
                    {
                         p1 = p - 35;
                         KW = KW + (p1 * 3.1381);
                    }
                  else
                       {
                         KW = KW + (65 * 3.1381);

                  if (p <= 150)
                        {
                             p1 = p - 100;
                             KW = KW + (p1 * 3.2315);
                        }
                  else
                        {
                             KW = KW + (50 * 3.2315);

                  if (p <= 400)
                       {
                         p1 = p - 150;
                         KW = KW + (p1 * 3.7362);
                       }
                  else
                       {
                         KW = KW + (50 * 3.7362);
                         p1 = p - 400;
                         KW = KW + (p1 * 3.9361);
                                }
                            }
                        }
                      }
                    KW = KW + 8.19 + (p * (f));
                  }
                  return KW;
              }
          }
```

โปรแกรมที่ 1.2 รูปแบบที่ 1 อัตราปกติ ใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 150 หน่วย

```
class CalV2
        {
public double KWC(double w, double p, double f)
            {
double Bath = 0, p1 = 0;
                f = f / 100;

if (p >= 0 && p <= 150)
                {
                    Bath = p * 2.7628;
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if (p >= 151)
                {
                    Bath = 150 * 2.7628;

if (p >= 0 && p <= 400)
                    {
                        p1 = p - 150;
                        Bath = Bath + (p1 * 3.7362);
                    }
else
                    {
                        Bath = Bath + (250 * 3.7362);

                        p1 = p - 400;

                        Bath = Bath + (p1 * 3.9631);
                    }
                }
                Bath = Bath + 38.22 + (p * (f));
return Bath;
            }
        }
```

1.2 การคำนวณค่าไฟฟ้ารูปแบบที่ 1 บ้านอยู่อาศัย อัตราตามเวลาที่ใช้

จะมีการคำนวณ 2 แบบตามช่วงเวลาที่ทำการใช้งาน ซึ่งในแต่ละช่วงเวลาจะใช้ค่าในการ คำนวณที่แตกต่างกัน ทั้งสองแบบ มีการแบ่งต่อไปนี้

1.2.1 CalV3 สำหรับช่วงเวลา OnPeak 09.00 – 22.00 น.

1.2.2 CalV4 สำหรับช่วงเวลา Off Peak 22.00 – 09.00 น. และช่วงวันหยุดตามรายการ ด้านบน

โปรแกรมที่ 1.3 รูปแบบที่ 1 ตามเวลาที่ใช้ แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลต์

```
class CalV3
        {
public double KWC(double v, double p, double ft)
            {
double Bath = 0;
ft = ft / 100;

                Bath = (p * 4.5827) + 38.22;

                Bath = Bath + (p * ft);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
class CalV4
        {
public double KWC(double v, double p, double ft)
            {
double Bath = 0;
ft = ft / 100;

                Bath = (p * 2.1495) + 312.24;

                Bath = Bath + (p * ft);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

โปรแกรมที่ 1.4 รูปแบบที่ 1ตามเวลาที่ใช้ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์

```
class CalV3
        {
public double KWC(double v, double p, double ft)
            {
double Bath = 0;
ft = ft / 100;

                Bath = (p * 5.2674) + 38.22;
                Bath = Bath + (p * ft);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV4
        {
public double KWC(double v, double p, double ft)
            {
double Bath = 0;
ft = ft / 100;

                Bath = (p * 2.1827) + 38.22;
                Bath = Bath + (p * ft);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การคำนวณค่าไฟฟ้ารูปแบบที่ 2 กิจการขนาดเล็ก อัตราปกติ

โปรแกรมที่ 1.5 รูปแบบที่ 2 อัตราปกติ แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลต์

```
class CalV1
        {
public double KWC(double w, double p, double f)
            {
double KW = 0;
                f = f / 100;

if (w >= 12 && w <= 24)
                {
                KW = (p * 3.423) + 312.24 + (p * (f));
                }
                KW = KW + 46.16 + (p * (f));
                KW = KW + ((KW * 7) / 100);
return KW;
            }
        }
```

โปรแกรมที่ 1.6 รูปแบบที่ 2 อัตราปกติ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์

```
class CalV1
        {
public double KWC(double w, double p, double f)
            {
double KW = 0, p1 = 0, p2 = 0;
                f = f / 100;

if (p >= 0 && p <= 150)
                {
                    KW = p * 2.7628;
                }
else if (p >= 151)
                {
                    KW = 150 * 2.7628;

if (p >= 0 && p <= 400)
                    {
                        p1 = p - 150;
                        KW = KW + (p1 * 3.7362);
                    }
else
                    {
                        KW = KW + (250 * 3.7362);

                        p2 = p - 400;

                        KW = KW + (p2 * 3.9631);
                    }
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                KW = KW + 46.16 + (p * (f));
                KW = KW + ((KW * 7) / 100);
return KW;
            }
        }
```

1.4 การคำนวณค่าไฟฟ้ารูปแบบที่ 2 กิจการขนาดเล็ก อัตราตามเวลาที่ใช้ รูปแบบเป็นไปในทางเดียวกับในส่วนที่ 1.3

โปรแกรมที่ 1.7 รูปแบบที่ 2 อัตราตามเวลาที่ใช้ แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลต์

```
class CalV2
        {
public double KWC(double v, double p, double ft)
            {
double Bath = 0;
ft = ft / 100;


                Bath = (p * 4.5827) + 312.24;
                Bath = Bath + (p * ft);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV3
        {
public double KWC(double v, double p, double ft)
            {
double Bath = 0;
ft = ft / 100;

                Bath = (p * 2.1495) + 312.24;
                Bath = Bath + (p * ft);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

โปรแกรมที่ 1.8 รูปแบบที่ 2 อัตราตามเวลาที่ใช้ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์

```
class CalV2
        {
public double KWC(double v, double p, double ft)
            {
double Bath = 0;
ft = ft / 100;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Bath = (p * 5.2674) + 46.16;
                Bath = Bath + (p * ft);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV3
        {
public double KWC(double v, double p, double ft)
            {
double Bath = 0;
ft = ft / 100;

                Bath = (p * 2.1827) + 46.16;
                Bath = Bath + (p * ft);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

1.5 การคำนวณค่าไฟฟ้ารูปแบบที่3 กิจการขนาดกลาง อัตราปกติ

1) ค่า V คือ ค่าพลังงาน (กิโลวาร์)

โปรแกรมที่ 1.9 รูปแบบที่ 3 อัตราปกติ แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป

```
class CalV1
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 175.70) + (p * 2.7441) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ 1.10 รูปแบบที่ 3 อัตราปกติ แรงดัน 12 – 24กิโลโวลต์

```
class CalV1
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
```

```
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 175.70) + (p * 2.7441) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

โปรแกรมที่ 1.11 รูปแบบที่ 3 อัตราปกติ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์

```
class CalV1
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 221.50) + (p * 2.8095) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

1.6 การคำนวณค่าไฟฟ้ารูปแบบที่3 กิจการขนาดกลาง อัตราตามเวลาที่ใช้

โปรแกรมที่ 1.12 รูปแบบที่ 3 อัตราตามเวลาที่ใช้ แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป

```
class CalV2
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 74.14) + (p * 3.6917) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV3
        {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (p * 2.2507) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

โปรแกรมที่ 1.13 รูปแบบที่ 3 อัตราเวลาที่ใช้ แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลต์

```
class CalV2
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 132.93) + (p * 2.6925) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV3
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (p * 2.2695) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

โปรแกรมที่ 1.14 รูปแบบที่ 3 อัตราตามเวลาที่ใช้ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์

เอกสารนี้เป็น ... ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ... ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
class CalV2
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
```

```
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 210) + (p * 2.3027) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV3
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (p * 2.3027) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

1.7 การคำนวณค่าไฟฟ้ารูปแบบที่4 กิจการขนาดใหญ่ อัตราตามวันที่ใช้

โปรแกรมที่ 1.15 รูปแบบที่ 4 อัตราตามวันที่ใช้ แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป

```
class CalV1
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 224.30) + (p * 2.7441) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV2
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                f = f / 100;

                Bath = (w * 29.91) + (p * 2.7441) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV3
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (p * 2.7441) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

โปรแกรมที่ 1.16 รูปแบบที่ 4 อัตราตามวันที่ใช้ แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์

```
class CalV1
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 285.05) + (p * 2.7815) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV2
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 58.88) + (p * 2.7815) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV3
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (p * 2.7815) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

โปรแกรมที่ 1.17 รูปแบบที่ 4 อัตราตามวันที่ใช้ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์

```
class CalV1
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 332.71) + (p * 2.8095) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV2
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 68.22) + (p * 2.8095) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
class CalV3
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (p * 2.8095) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

1.8 การคำนวณค่าไฟฟ้ารูปแบบที่4 กิจการขนาดใหญ่ อัตราตามเวลาที่ใช้

โปรแกรมที่ 1.18 รูปแบบที่ 4 อัตราตามเวลาที่ใช้ แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป

```
class CalV4
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 74.14) + (p * 3.6917) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV5
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (p * 2.2507) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ 1.19 รูปแบบที่ 4 อัตราตามเวลาที่ใช้ แรงดัน 12 – 24 กิโลโวลต์

```
class CalV4
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (w * 132.93) + (p * 3.7731) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }



class CalV5
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (p * 2.6925) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

โปรแกรมที่ 1.20 รูปแบบที่ 4 อัตราตามเวลาที่ใช้ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์

```
class CalV4
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;
                Bath = (w * 210) + (p * 3.9189) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }

class CalV5
        {
public double KWC(double w, double p, double v, double f)
            {
double Bath = 0;
                f = f / 100;

                Bath = (p * 2.3027) + 312.24;
                Bath = Bath + ((v - (w * 0.6197)) * 56.07);
                Bath = Bath + (p * f);
                Bath = Bath + ((Bath * 7) / 100);
return Bath;
            }
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้