ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

A System for Controlling Electrical Energy Consumption in Buildings

H002121

โดย

นาย ชัยธร ลิมาภรณ์วณิชย์

รหัส 44067099

วัน เดือน ปี 06 ก.พ. 2550
เลขทะเบียน 02121
เลขเรียกหนังสือ วพ. ช386ร 2546
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อหัวข้อ	ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร
นักศึกษา	นาย ชัยธร ลิมาภรณ์วณิชย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าถือเป็นค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนค่อนข้างสูงในการดำเนินงานขององค์กร การนำระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าจะช่วยให้องค์กรลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้า การลดค่าใช้จ่ายทางด้านไฟฟ้าสามารถทำได้ โดยไม่จำเป็นต้องลดการใช้ไฟฟ้า เช่น การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ การลดความสูญเสียของพลังงานไฟฟ้าในระบบ และการเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าจะช่วยทำหน้าที่สอดส่องดูแลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในระบบ และสั่งงานควบคุมการทำงานอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยอาศัยฐานข้อมูลเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการ เพื่อให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	A System for Controlling Electrical Energy Consumption in Buildings
Student	Mr. Chaiyatorn Limapornvanich
Advisor	Dr. Pattarachai Lalitrojwong
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2003

Abstract

The cost of electrical energy consumption is significant expense of organization. The application of an electrical energy consumption control system can decrease the expense for buying electrical energy. There are many techniques, such as periodical controlling for electrical energy consumption, energy loss decrement, and efficiency increment, to be applied to reduce electrical energy expense without electrical energy consumption reduction. An electrical energy consumption control system is an agent to monitor and control the consumption of electrical equipments. The designed system uses a database system as a tool for managing the electrical energy consumption.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของโครงการพัฒนาระบบงานที่ได้จัดทำในเรื่อง ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารนี้ ลำพังเพียงผู้พัฒนาโครงการเพียงคนเดียวคงไม่สามารถดำเนินการครั้งนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หากเพียงแต่มีบุคคลสำคัญที่ให้การสนับสนุนดังนี้

บิดา มารดา และครอบครัว ผู้ที่สนับสนุนการศึกษาตลอดที่ผ่านมา

ดร. ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ อย่างดี

ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน ที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ

ขอบคุณอาจารย์ทุกๆ ท่านที่ให้การศึกษาอบรม ตั้งแต่เยาว์วัยที่ผ่านมาจวบจนปัจจุบัน

ชัยธร ลิมาภรณ์วณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VIII
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนและแผนงานในการพัฒนา	2
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ	3
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้า	5
2.2 รูปแบบอัตราค่าไฟฟ้า	6
2.3 การกำหนดประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	8
2.4 อัตราค่าไฟฟ้า	9
2.5 การคิดค่าไฟฟ้า	10
2.6 แนวทางการลดค่าไฟฟ้าเบื้องต้น	11
2.7 ตัวประกอบโหลดหรือโหลดแฟคเตอร์	11
2.8 ความสัมพันธ์ของค่าไฟฟ้ากับลักษณะการใช้ไฟฟ้า	13
2.9 แนวทางการลดค่าไฟฟ้า	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	17
3.1 การวิเคราะห์หน้าที่การทำงานหลักของระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า	18
3.2 การออกแบบระบบ	20
4. การพัฒนาระบบ	39
4.1 โครงสร้างของระบบที่ทำการพัฒนา	39
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	39
4.3 รายละเอียดของการพัฒนาระบบ	39
4.4 หน้าที่การทำงานของระบบ	42
5. สรุปการพัฒนาระบบ	53
5.1 สรุปการพัฒนาระบบ	53
5.2 ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก	56
ประวัติผู้เขียน	60

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การแบ่งช่วงเวลาสำหรับการคิดค่าไฟฟ้าตามอัตรา TOU	9
2.2	อัตราค่าไฟฟ้าตามอัตรา TOU	10
2.3	ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยตามอัตรา TOU	14
3.1	รายการเอนติตีในระดับบริหาร	20
3.2	รายการกระแสข้อมูลในระดับบริหาร	21
3.3	รายการหน่วยเก็บข้อมูลระดับ 0	22
3.4	รายการกระบวนการระดับ 0	22
3.5	รายการกระแสข้อมูลระดับ 0	22
3.6	รายละเอียดของเอนติตี	30
3.8	รายละเอียดข้อมูลผู้ใช้	31
3.9	รายละเอียดข้อมูลระดับผู้ใช้งาน	32
3.10	รายละเอียดข้อมูลเหตุการณ์ในระบบ	32
3.11	รายละเอียดข้อมูลประเภทของงาน	32
3.12	รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	32
3.13	รายละเอียดข้อมูลของระบบ	33
3.14	รายละเอียดข้อมูลของระบบที่เปลี่ยนแปลงไป	33
3.15	รายละเอียดข้อมูลมิเตอร์	33
3.16	รายละเอียดข้อมูลมิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป	34
3.17	รายละเอียดข้อมูลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า	34
3.18	รายละเอียดข้อมูลโหลด	35
3.19	รายละเอียดข้อมูลโหลดที่เปลี่ยนแปลงไป	36
3.20	รายละเอียดข้อมูลโหมดการทำงาน	36
3.21	รายละเอียดข้อมูลการ ตัด-ต่อ โหลด	36
3.22	รายละเอียดข้อมูลตารางการทำงาน	37
3.23	รายละเอียดข้อมูลรายงานที่จัดพิมพ์	37
3.24	รายละเอียดข้อมูลประเภทรายงาน	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

4.1 หน้าที่การทำงานของเมนู 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 ตัวอย่างรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า 12

2.2 กรอบรูปแบบการใช้ไฟฟ้าตามอัตรา TOU 13

3.1 ขั้นตอนการทำงานของ SDLC 17

3.2 แผนภาพบริหารของระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า 20

3.3 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 ของระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า 21

3.4 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนแสดงค่าพารามิเตอร์ 24

3.5 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนแสดงกราฟพลังงานไฟฟ้า 25

3.6 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนควบคุมโหลด 25

3.7 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนควบคุมโหลดอัตโนมัติ 26

3.8 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนพิมพ์รายงาน 27

3.9 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนเปิดรายงาน 28

3.10 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนจัดเก็บพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของระบบ 28

3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง 29

4.1 รูปแบบเมนูสั่งงาน 43

4.2 รูปแบบปุ่มสั่งงาน 43

4.3 หน้าจอการยืนยันสิทธิ์การใช้งาน 44

4.4 หน้าจอแสดงข้อมูลค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าในรูปแบบตาราง 45

4.5 หน้าจอแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบกราฟ 45

4.6 หน้าจอการแจ้งเตือนหากไม่มีการระบุรูปแบบกราฟที่จะแสดง 46

4.7 หน้าจอควบคุมการทำงานโหลด 46

4.8 ลักษณะของปุ่มสวิตช์โยกที่ใช้ในการตัดต่อโหลด 47

4.9 หน้าจอถามยืนยันการ ตัด-ต่อ โหลด 47

4.10 หน้าจอถามยืนยันการ ตัด-ต่อ โหลด 47

4.11 หน้าจอการปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ 48

4.12 หน้าจอการปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ 48

4.13 หน้าจอการปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.14 หน้าจอการปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ 49
4.15 หน้าจอการจัดพิมพ์รายงานการใช้พลังงานไฟฟ้า 50
4.16 หน้าจอการจัดพิมพ์รายงานรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ 51
4.17 หน้าจอการจัดพิมพ์รายงานรายละเอียดการ ตัด-ต่อ โหลด 51
4.18 หน้าจอแจ้งเตือนความผิดพลาดในเรื่องของเวลา 52
4.19 หน้าจอการแสดงข้อมูลที่เคยได้รับการจัดพิมพ์ 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าถือเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ แหล่งพลังงานที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้ามีอยู่หลายประเภท โดยสามารถแบ่งแหล่งพลังงานได้เป็น 2 แหล่งใหญ่ คือ แหล่งพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น กับแหล่งพลังงานที่ได้จากการแปลงพลังงานจากรูปแบบอื่น เช่น พลังน้ำ พลังลม และพลังแสงอาทิตย์ เป็นต้น โดยส่วนใหญ่พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นมาใช้จะได้มาจากแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นมนุษย์จึงต้องเรียนรู้วิธีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด เพื่อให้มีเวลาเพียงพอสำหรับการวางแผนในอนาคต และจัดหาแหล่งพลังงานอย่างอื่นมาใช้ทดแทน ก่อนที่แหล่งพลังงานจะถูกใช้หมดไป

เนื่องจากแหล่งพลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้ามีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจึงสูงตามไปด้วย เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการดำเนินงานของหน่วยงานหรือองค์กร จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้ามีสัดส่วนค่อนข้างมาก หากพิจารณาการเรียกเก็บค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้า ซึ่งมีการคำนึงถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า ดังนั้นการบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ โดยทำการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสม จะช่วยให้ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าของหน่วยงานหรือองค์กรลดลง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ในการจัดทำโครงการนี้เพื่อที่จะทำการออกแบบและพัฒนาระบบที่นำมาใช้ในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารและเพื่อให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. ระบบสามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดรูปแบบการควบคุมการใช้ได้ทั้งแบบอัตโนมัติ และแบบผู้ใช้ควบคุมเอง

2. ระบบสามารถครอบคลุมการใช้งานของผู้ใช้ โดยสามารถตอบสนองการทำงานของผู้ใช้ได้อย่างครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นการแสดงข้อมูลการใช้ไฟฟ้า การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อกับระบบ รวมถึงการสรุปข้อมูลออกมาเป็นรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระบบมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูล เพื่อที่ระบบจะสามารถจัดเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวก ตลอดจนเป็นประโยชน์ทางด้านอื่น เช่น การจัดทำรายงาน การรายงานข้อมูลด้านต่างๆ เป็นต้น

4. ระบบมีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายต่อผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้ทุกระดับสามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยง่ายและสามารถเรียกใช้ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ระบบที่ทำการพัฒนาในโครงการนี้ จะเป็นการพัฒนาระบบในส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ อุปกรณ์วัด และอุปกรณ์ควบคุม โดยระบบจะทำหน้าที่ในการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นเพื่อนำมาใช้ในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร โดยมีขอบเขตดังต่อไปนี้

1. ออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบให้สามารถครอบคลุมการใช้งานของผู้ใช้ เพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองการทำงานของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ออกแบบกระบวนการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อให้ระบบสามารถทำหน้าที่ในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ออกแบบฐานข้อมูล โดยทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวก ตลอดจนเป็นประโยชน์ทางด้านอื่น เช่น การจัดทำรายงาน เป็นต้น

4. ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในรูปแบบกราฟิก เพื่อให้ผู้ใช้ทุกระดับสามารถใช้งานได้อย่างสะดวก โดยผู้ใช้สามารถเรียกแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ทั้งในแบบข้อมูลตัวเลขและข้อมูลกราฟ สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อกับระบบ รวมถึงสามารถออกรายงานที่เกี่ยวข้องได้

1.4 ขั้นตอนและแผนงานในการพัฒนา

จากที่ได้ศึกษาวิธีการพัฒนาระบบ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาระบบตามโครงการที่เสนอมานี้ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility Study) เพื่อให้เห็นภาพรวมของความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ โดยมีด้านที่ต้องทำการศึกษาดังต่อไปนี้
   - 1.1 ศึกษากระบวนการลดค่าไฟฟ้าโดยการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า
   - 1.2 ศึกษาขั้นตอนการทำงานปัจจุบันของผู้ใช้ในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า
2. การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) เป็นการวิเคราะห์ถึงความต้องการ ดังนี้
   - 2.1 วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานปัจจุบันว่ามีการทำงานเป็นอย่างไร เพื่อเป็นประโยชน์ในการทำความเข้าใจระบบงานก่อนที่จะทำการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ศึกษาความต้องการใหม่ๆของผู้ใช้ เพื่อให้ระบบที่ได้รับการพัฒนาสามารถครอบคลุมการทำงานของผู้ใช้

2.3 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับขั้นตอนการทำงานปัจจุบัน และศึกษาแนวทางแก้ปัญหาเพื่อให้ระบบที่ได้รับการพัฒนาทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การออกแบบระบบ (System Design) เป็นการนำเอาผลจากการวิเคราะห์มาออกแบบซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการออกแบบดังนี้

3.1 การออกแบบภาพรวมของระบบ (Conceptual Design) ว่าการทำงานของระบบในภาพรวมกว้างๆ นั้นมีการทำงานอย่างไร

3.2 การออกแบบในรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ขั้นตอนการทำงานของระบบ
- ข้อมูลที่นำเข้ามาสู่ระบบ
- ข้อมูลที่ส่งออกไปจากระบบ
- รูปแบบการแสดงผลของข้อมูล
- ฐานข้อมูลและรูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บ
- ออกแบบส่วนต่อประสานระหว่างผู้ใช้กับระบบ
- ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ
- ออกแบบมอดูลและโปรแกรมในการพัฒนาระบบ

3.3 กำหนดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

3.4 เขียนโปรแกรมตามลักษณะของระบบที่ทำการออกแบบไว้

4. การทดสอบ/ทดลองใช้งานระบบ (Implementation) มีขั้นตอนดังนี้

4.1 ทดสอบระบบที่ออกแบบสร้าง โดยอาศัยชุดข้อมูลที่สร้างขึ้น

4.2 ทำการปรับแก้ระบบที่ได้ออกแบบไว้

4.3 ทำการติดตั้งระบบที่ได้ทำการพัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้ว

5 การใช้งานและการดูแลรักษาระบบ (Operation and Maintenance) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้ใช้ได้ใช้งานระบบจริงๆ และทำการปรับปรุงข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น และติดตามและประเมินผลการใช้งานของผู้ใช้

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

การนำระบบช่วยในการบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้ามาใช้ จะช่วยให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปยังอย่างมีแบบแผน และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของหน่วยงานหรือองค์กร ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยงานมีทุนเหลือเพิ่มขึ้นสำหรับการใช้สอยในการพัฒนาทางด้านอื่นๆ นอกจากนี้ยังช่วยในการลดการใช้ทรัพยากรที่นำมาผลิตไฟฟ้า เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ และช่วยประเทศชาติในการลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ โดยระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่ได้ทำการพัฒนา จะมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการตัดสินใจบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญๆ และเนื่องจากมีการจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลทำให้เป็นการง่ายในเรียกใช้ข้อมูล และการจัดทำรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่ได้รับการพัฒนานี้ เป็นการพัฒนาระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยฐานข้อมูลเป็นเครื่องมือช่วยในการทำงานเพื่อให้ระบบสามารถรองรับการทำงานของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งก่อนที่จะเริ่มพัฒนาระบบตามโครงการนี้ จะต้องมีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องก่อนเริ่มพัฒนาระบบ ซึ่งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่างๆ ดังจะกล่าวต่อไป

ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเป็นระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร และเพื่อให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นก่อนที่จะเริ่มทำการพัฒนาระบบ ผู้พัฒนาควรทราบวิธีการหรือสาเหตุที่ทำให้การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ โดยมีรายละเอียดตามลำดับดังจะกล่าวดังต่อไปนี้

2.1 ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าที่การไฟฟ้าเรียกเก็บจากผู้ใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน จะประกอบไปด้วยค่าไฟฟ้าหลายส่วนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้า และปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งประกอบไปด้วย (ไชยะ แช่มช้อย. 2544 : 4)

1. ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand Charge) ความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนที่การไฟฟ้านำมาคิดค่าไฟฟ้ากับผู้ใช้ไฟฟ้านั้น คือ ความต้องการพลังไฟฟ้ามีหน่วยวัดเป็น กิโลวัตต์ ที่เป็นค่าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดในช่วง On Peak และ/หรือ Partial Peak ในเดือนนั้นๆ ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็น บาทต่อกิโลวัตต์ เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงการลงทุนในการขยายกำลังของระบบผลิตระบบส่ง และระบบจำหน่ายไฟฟ้า ตามระดับแรงดัน เรียกเป็น Capacity Cost

2. ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) เป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผู้ใช้ๆไฟฟ้าได้ใช้ไปในรอบเดือนนั้นๆ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็น บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือบาทต่อหน่วย ค่าไฟฟ้าในส่วนนี้เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา การดำเนินงาน และค่าเชื้อเพลิง โดยแบ่งออกไปตามระดับแรงดัน เรียกเป็น Energy Cost

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ค่าบริการ (Service Charge) เป็นค่าบริการเกี่ยวกับเครื่องวัดฯ ค่าดำเนินการจดหน่วย จัดทำใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า และการดำเนินการจัดเก็บเงินค่าไฟฟ้า มีหน่วยเป็น บาทต่อเดือน ค่าไฟฟ้าส่วนนี้เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงต้นทุนค่าบริการของผู้ใช้ไฟฟ้าให้มีความชัดเจน เรียกเป็น Customer Cost

4. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor Charge) สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์แบบล้าหลัง (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้ว เฉพาะกิโลวาร์ส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์โดยมีอัตราคิดเป็น บาทต่อกิโลวาร์ ค่าไฟฟ้าส่วนนี้เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงการลงทุน การบำรุงรักษาเครื่องวัดฯ สำหรับการติดตั้ง Capacitor ในระบบไฟฟ้า โดยกำหนดให้ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไปมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ไม่ต่ำกว่า 0.85

5. ค่าไฟฟ้าต่ำสุด (Minimum Charge) ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา มีหน่วยเป็น บาทต่อเดือน ค่าไฟฟ้าส่วนนี้เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงการลงทุนที่การไฟฟ้าฯ ได้ลงทุนขยายระบบไฟฟ้าเพื่อให้เพียงพอกับการใช้ไฟฟ้า แต่ผู้ใช้ไฟฟ้ากลับไม่ได้ใช้ไฟฟ้าตามที่แสดงความจำนงไว้

6. ค่าตัวประกอบการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft) เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่อยู่ในความควบคุมของการไฟฟ้าฯ เช่น ราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปจากราคาฐานที่ใช้กำหนดอัตราค่าไฟฟ้า ในปี 2543 อัตราค่าตัวประกอบการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ มีหน่วยเป็น บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือบาทต่อหน่วย

7. ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้าในส่วนนี้ ปัจจุบันเรียกเก็บในอัตราร้อยละ 7

2.2 รูปแบบอัตราค่าไฟฟ้า

ในการคิดอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าจะมีรูปแบบการคิดที่แตกต่างกันไปตามประเภทของผู้ขอใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป โดยรูปแบบการคิดค่าไฟฟ้าในปัจจุบัน สามารถจำแนกออกได้เป็น 4 แบบ (ไชยะ แช่มช้อย. 2544 : 5)

2.2.1 อัตราค่าไฟฟ้า 1 ส่วน

อัตราค่าไฟฟ้า 1 ส่วน (One-Part Tariff) เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่รวมค่าความต้องการพลังไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าเข้าด้วยกัน อยู่ในรูปของค่าพลังงานไฟฟ้า แบ่งออกได้เป็น 3 แบบย่อย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อัตราแบบคงที่ (Flat-Rate) เป็นการคิดอัตราต่อหน่วยคงที่ตลอด ไม่ว่าจะมีการใช้ไฟฟ้าปริมาณมาก-น้อยเพียงใด

2. อัตราแบบกึ่งคงที่ (Semi Flat-Rate) เป็นการคิดอัตราต่อหน่วยคงที่ 2 ระดับ โดยการใช้ไฟฟ้าในช่วงแรกหรือระดับแรกจะคิดในอัตราที่ต่ำกว่า แต่เมื่อใช้เกินช่วงที่กำหนดไปแล้วจะคิดในอัตราที่แพงขึ้น

3. อัตราแบบก้าวหน้า (Progressive Rate) เป็นการคิดอัตราต่อหน่วยสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้น เพื่อให้สะท้อนถึงการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.2 อัตราค่าไฟฟ้า 2 ส่วน

อัตราค่าไฟฟ้า 2 ส่วน (Two-Part Tariff) เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่แยกค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าออกจากกัน เพื่อให้เริ่มสะท้อนถึงต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าได้อย่างชัดเจนขึ้น อย่างไรก็ตาม อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและอัตราค่าพลังงานไฟฟ้ายังเป็นแบบอัตราคงที่

2.2.3 อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน

อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน (TOD Rate) เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่แยกค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าออกจากกัน โดยมีการแบ่งแยกค่าความต้องการพลังไฟฟ้าให้มีอัตราที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของวัน ทั้งนี้เพื่อให้สะท้อนถึงต้นทุนของการผลิต การส่ง และการจำหน่ายไฟฟ้า โดยช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในแต่ละวัน จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลาดังนี้

On Peak	ระหว่างเวลา	18:30 – 21:30 น.	ทุกวัน
Partial Peak	ระหว่างเวลา	08:00 – 18:30 น.	ทุกวัน
Off Peak	ระหว่างเวลา	21:30 – 08:00 น.	ทุกวัน

สำหรับค่าพลังงานไฟฟ้าในอัตรา TOD นี้ ยังเป็นแบบอัตราคงที่ คือพลังงานไฟฟ้าทุกหน่วยมีราคาเท่ากัน

2.2.4 อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้

อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU Rate) เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่แยกค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าออกจากกัน โดยมีการแบ่งแยกค่าพลังงานไฟฟ้าให้มีอัตราที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของวัน และวันของสัปดาห์ หรือตามช่วงเวลาของการใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สะท้อนถึงต้นทุนการผลิต การส่ง และการจำหน่ายไฟฟ้า โดยแบ่งเวลาในแต่ละสัปดาห์ออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

On Peak	ระหว่างเวลา 09:00 – 20:00 น.	ของวันจันทร์-ศุกร์
Off Peak	ระหว่างเวลา 22:00 – 09:00 น.	ของวันจันทร์-ศุกร์
	ระหว่างเวลา 00:00 – 24:00 น.	ของวันเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวัดหยุดชดเชย)

สำหรับค่าความต้องการพลังไฟฟ้าในอัตรา TOU นี้จะเป็นแบบอัตราคงที่ โดยคิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉพาะในช่วง On Peak เท่านั้น

2.3 การกำหนดประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า

การไฟฟ้าจะเรียกเก็บค่าไฟฟ้าจากผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหลายตามรูปแบบอัตราค่าไฟฟ้าต่างๆ โดยผู้ขอใช้ไฟฟ้าจะต้องเสียค่าไฟฟ้าตามรูปแบบใดนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 7 ประเภท คือ (ไชยะ แช่มช้อย. 2544 : 2)

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่างๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเป็นบ้านที่อยู่อาศัยขนาดเล็กใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน และบ้านอยู่อาศัยขนาดใหญ่ใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจร่วมกับที่อยู่อาศัยอุตสาหกรรมและหน่วยงานรัฐวิสาหกิจหรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์

ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์กรการระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 ถึง 999 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 2,500 หน่วยต่อเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการโรงแรมและกิจการให้เช่าพักอาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ ขึ้นไป

ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร สำหรับการใช้ไฟฟ้าของส่วนราชการหน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน และองค์กรที่ไม่ใช่ส่วนราชการแต่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทน รวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่รวมถึงหน่วยงานของรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ

ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของส่วนราชการ กลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการรับรอง หรือ สหกรณ์เพื่อการเกษตร

ระบบที่ได้รับการพัฒนานี้จะมุ่งเน้นในกลุ่มของผู้ขอใช้ไฟฟ้าประเภท อาคารขนาดใหญ่ อาคารพาณิชย์ให้เช่าขนาดใหญ่ หรือโรงแรม ซึ่งสามารถจัดอยู่ในผู้ขอใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 5 (กิจการเฉพาะอย่าง) ซึ่งมีการคิดค่าไฟฟ้าในรูปแบบอัตราปกติ และแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ โดยรูปแบบปกตินั้นจะเป็นการใช้ชั่วคราวกับผู้ใช้ไฟฟ้าเก่าที่รอปรับเปลี่ยนเป็นแบบอัตราตามช่วงเวลา และสำหรับผู้ขอใช้ไฟฟ้าใหม่จะใช้รูปแบบอัตราตามช่วงเวลาทั้งหมด ดังนั้นในหัวข้อต่อไปจะขอกล่าวถึงรายละเอียดเฉพาะรูปแบบอัตราตามช่วงเวลาเท่านั้น

2.4 อัตราค่าไฟฟ้า

สำหรับรูปแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้งานนั้น จะแบ่งช่วงเวลาใน 1 สัปดาห์ (7 วัน) ออกเป็น 2 ช่วง ดังตารางที่ 2.1 (ไชยะ แช่มช้อย. 2544 : 8)

ตารางที่ 2.1 การแบ่งช่วงเวลาสำหรับการคิดค่าไฟฟ้าตามอัตรา TOU

ชื่อเรียกของช่วงเวลา	เกิดขึ้นระหว่างเวลา	จำนวนชั่วโมงใน 1 สัปดาห์
1. On-Peak	09:00 - 22:00 น. ของวันจันทร์-ศุกร์	65
2. Off-Peak	22:00 - 09:00 น. ของวันจันทร์-ศุกร์	55
	00:00 - 24:00 น. ของวันเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ	48 +

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการไฟฟ้าจะมีการเรียกเก็บค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดร่วมกับค่าพลังไฟฟ้า โดยมีอัตราค่าไฟฟ้าดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 อัตราค่าไฟฟ้าตามอัตรา TOU

ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ขอใช้ (กิโลโวลต์)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาทต่อกิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาทต่อหน่วย)		ค่าบริการ (บาทต่อเดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
> 33	74.14	0	2.6136	1.1726	228.17
12 - 33	132.93	0	2.6950	1.1914	228.17
< 12	210.00	0	2.8408	1.2246	228.17

2.5 การคิดค่าไฟฟ้า

ข้อมูล

ช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้า	ความต้องการพลังไฟฟ้า (kW)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)
09:00 – 22:00 น. วันจันทร์-ศุกร์	7,500	1,638,000
22:00 – 09:00 น. วันจันทร์-ศุกร์ รวมทั้ง 00:00 – 24:00 น. วันเสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ	6,400	2,104,600

ความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟ 2,700 kVAr

การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft) 27.13 สตางค์/kWh

การคำนวณ

(1) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า = 7,500 x 132.93

= 996,975.00 บาท

(2) ค่าพลังงานไฟฟ้า = (1,638,000 x 2.6950) + (2,104,600 x 1.1914)

= 6,921,830.44 บาท

(3) ค่าบริการ = 228.17 บาท

(4) ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ = จำนวน kVAr ที่เกินกว่า 61.97% ของ kW

= 2,700 – (0.6197 x 7,500) = 0.00 บาท

(6) ค่าไฟฟ้าตามอัตราการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft)

= (1,638,000 + 2,104,600) x 0.2713

= 1,015,367.38 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมเงินค่าไฟฟ้า = 996,975.00 + 6,921,830.44 + 228.17+ 1,015,367.38

= 8,934,400.99 บาท

(7) ภาษีมูลค่าเพิ่ม = 8,934,400.99 x 0.07

= 625,408.77 บาท

รวมเงินค่าไฟฟ้า (รวม VAT) = 8,934,400.99 + 625,408.77

= 9,559,809.06 บาท

2.6 แนวทางการลดค่าไฟฟ้าเบื้องต้น

สำหรับกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่เสียค่าไฟฟ้าตามอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ จะเสียค่าความต้องการพลังไฟฟ้าในอัตราคงที่ โดยคิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉพาะความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างเวลา 09:00 -22:00 น. ของวันจันทร์ถึงวันศุกร์โดยไม่รวมวันหยุดราชการตามปกติด้วยเท่านั้น ส่วนค่าพลังไฟฟ้านั้นจะเสียในอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ กล่าวคือหากใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา 09:00 -22:00 น. ของวันจันทร์ถึงวันศุกร์จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าแพงที่สุด ส่วนการใช้ไฟฟ้าในช่วงกลางคือของวันจันทร์ถึงวันศุกร์ระหว่างเวลา 22:00 -09:00 น. และวันเสาร์-วันอาทิตย์และวันหยุดราชการตามปกติทั้งวันจะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าถูกกว่า ดังนั้นผู้ใช้ไฟฟ้าในกลุ่มนี้จึงควรใช้แนวทางการลดค่าไฟฟ้าดังต่อไปนี้

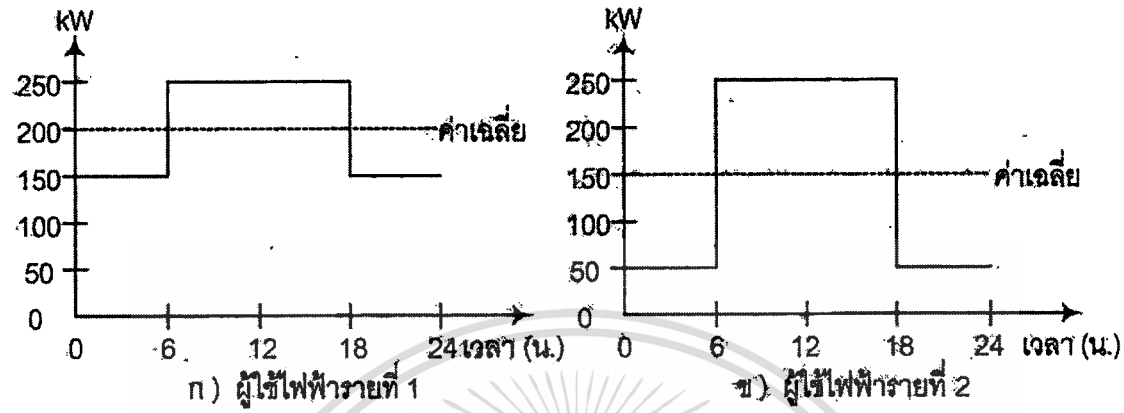
1. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า
2. การใช้ไฟฟ้าในช่วงที่ต้องเสียค่าความต้องการพลังไฟฟ้าจะต้องใช้ไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอเพื่อไม่ให้เกิดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสูงเกินควร
3. หลีกเลี่ยงหรือลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีค่าพลังงานไฟฟ้าสูง (ช่วง 09:00 -22:00 น. ของวันจันทร์ถึงวันศุกร์)
4. ปรับกิจกรรมการทำงานใหม่ โดยเพิ่มกิจกรรมในช่วงเวลากลางคืนถึงตอนเช้า (22:00 - 09:00 น. ของวันจันทร์ถึงวันศุกร์) ให้มากขึ้น พร้อมทั้งเพิ่มกิจกรรมในวันเสาร์-อาทิตย์และวันหยุดราชการตามปกติซึ่งมีค่าพลังงานไฟฟ้าถูกเท่ากับช่วงกลางคืน

2.7 ตัวประกอบโหลดหรือโหลดแฟคเตอร์

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า ผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายจะมีการใช้ไฟฟ้าที่มีลักษณะที่ไม่เหมือนกัน ผู้ใช้ไฟฟ้าบางกลุ่มจะใช้ไฟฟ้าค่อนข้างจะสม่ำเสมอตลอดเวลา ในขณะที่ผู้ใช้ไฟฟ้าอีกกลุ่มหนึ่งอาจใช้ไฟฟ้าที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด การที่จะบอกว่าผู้ใช้ไฟฟ้ารายใดใช้ไฟฟ้าอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สม่ำเสมอหรือเปลี่ยนแปลงมากสามารถบอกได้โดยใช้ตัวประกอบโหลด หรือโหลดแฟคเตอร์ (Load Factor) โดยใช้ตัวย่อว่า LF (ไชยะ แช่มช้อย. 2544 : 17)



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า

$$LF(\%) = \frac{\text{ความต้องการพลังไฟฟ้าค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาที่กำหนด}}{\text{ความต้องการพลังไฟฟ้าค่าสูงสุดในช่วงเวลาที่กำหนด}} \times 100$$

ตัวอย่างเช่น โหลดแฟคเตอร์ในช่วงเวลา 1 วันของผู้ใช้ไฟฟ้า 2 รายที่มีรูปแบบการใช้ไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 2.1 สามารถหาได้ดังนี้

ผู้ใช้ไฟฟ้ารายที่ 1 มีความต้องการพลังไฟฟ้าค่าเฉลี่ยเป็น 200 kW และมีความต้องการพลังไฟฟ้าค่าสูงสุดเป็น 250 kW จึงได้ LF(%) = 80%

ผู้ใช้ไฟฟ้ารายที่ 2 มีความต้องการพลังไฟฟ้าค่าเฉลี่ยเป็น 150 kW และมีความต้องการพลังไฟฟ้าค่าสูงสุดเป็น 250 kW จึงได้ LF(%) = 60%

โดยปกติแล้วค่าโหลดแฟคเตอร์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ค่าไฟฟ้าจะเป็นค่าโหลดแฟคเตอร์ในช่วงเวลา 1 เดือน สมการที่ใช้หาค่าโหลดแฟคเตอร์จะเป็น

$$LF(\%) = \frac{\text{Average Demand x เวลาในรอบเดือน}}{\text{Max. Demand x เวลาในรอบเดือน}} \times 100$$

$$LF(\%) = \frac{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในรอบเดือน(kWh)}}{\text{ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบเดือน (kW) x จำนวนชั่วโมงในรอบเดือนนั้น}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในหัวข้อ 2.5 การคิดค่าไฟฟ้าจะได้

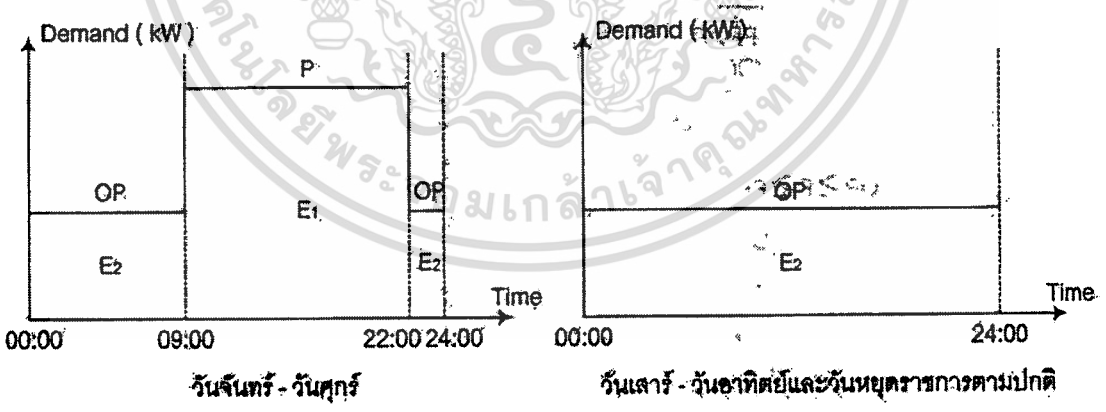
$$\text{LF ของผู้ใช้ไฟฟ้าในหัวข้อ 2.5.1} = \frac{48{,}800}{205 \times 31 \times 24} \times 100 = 32\%$$

$$\text{LF ของผู้ใช้ไฟฟ้าในหัวข้อ 2.5.2} = \frac{978{,}000}{1{,}575 \times 31 \times 24} \times 100 = 83.5\%$$

$$\text{LF ของผู้ใช้ไฟฟ้าในหัวข้อ 2.5.3} = \frac{3{,}742{,}600}{7{,}500 \times 31 \times 24} \times 100 = 67.1\%$$

หากผู้ใช้ไฟฟ้าเสียค่าไฟฟ้าตามอัตราปกติ (อัตราแบบ 2 ส่วน) การใช้ไฟฟ้าในลักษณะที่ให้ค่า LF สูงจะเสียค่าไฟฟ้าถูกลง แต่ในกรณีที่เสียค่าไฟฟ้าตามอัตรา TOD หรือ TOU การใช้ไฟฟ้าในลักษณะที่ให้ค่า LF สูงมากๆ อาจไม่ได้ทำให้ค่าไฟฟ้าถูกที่สุดก็ได้ เพราะมีตัวแปรอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

2.8 ความสัมพันธ์ของค่าไฟฟ้ากับลักษณะการใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 2.2 กรอบรูปแบบการใช้ไฟฟ้าตามอัตรา TOU

กำหนดให้ C คือ ค่าไฟฟ้า (บาทต่อเดือน)

P คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak (กิโลวัตต์)

OP คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Off Peak (กิโลวัตต์)

E_1 คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง On Peak (หน่วย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E_2 คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง Off Peak (หน่วย)

E คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งเดือน (หน่วย)

DC คือ อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak (บาทต่อกิโลวัตต์)

EC_1 คือ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak (บาทต่อหน่วย)

EC_2 คือ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วง Off Peak (บาทต่อหน่วย)

$$C = DC \times P + EC_1 \times E_1 + EC_2 \times E_2$$

$$E_2 = E - E_1$$

$$C = DC \times P + (EC_1 - EC_2) \times E_1 + EC_2 \times E$$

$$C/E = DC \times P / E + (EC_1 - EC_2) \times E_1 / E + EC_2$$

กรณี (ก) $P \geq OP$

$$LF(\%) = \frac{E \times 100}{P \times T}$$

จะได้

$$C/E = \frac{DC \times 100}{LF \times T} + (EC_1 - EC_2) \times \frac{E_1}{E} + EC_2 \qquad (2.1)$$

กรณี (ข) $OP > P$

$$LF(\%) = \frac{E \times 100}{OP \times T}$$

จะได้

$$C/E = \frac{DC \times 100}{LF \times T} \times \frac{P}{OP} + (EC_1 - EC_2) \times \frac{E_1}{E} + EC_2 \qquad (2.2)$$

ตารางที่ 2.3 ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยตามอัตรา TOU

กรณี	ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ขอใช้ (กิโลโวลต์)	
	≥ 69	12 - 33
(ก) $P \geq OP$	$\frac{7414}{LF \times T} + 1.441\frac{E_1}{E} + 1.1726$	$\frac{13293}{LF \times T} + 1.5036\frac{E_1}{E} + 1.1914$
(ข) $OP > P$	$\frac{7414}{LF \times T} \times \frac{P}{OP} + 1.441\frac{E_1}{E} + 1.1726$	$\frac{13293}{LF \times T} \times \frac{P}{OP} + 1.5036\frac{E_1}{E} + 1.1914$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากนำมาปรับให้อยู่ในรูป P / E

$$C = DC \times P + EC_1 \times E_1 + EC_2 \times E_2$$

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่ระดับแรงดัน 12 – 33 กิโลวัตต์ จะได้

$$C = 132.93 \times P + 2.695 \times E_1 + 1.1914 \times E_2$$

$$C = 132.93 \times P + [\,1.5036 + 1.1914\,] \times E_1 + 1.1914 \times E_2$$

$$C/E = 132.93 \times P/E + [\,1.5036 - 1.1914\,] \times E_1/E + 1.1914 \qquad (2.3)$$

2.9 แนวทางการลดค่าไฟฟ้า

ก. กรณีที่ $P \geq OP$ จากสมการที่ (2.1) จะได้

$$C/E_{เดิม} = \frac{DC \times 100}{LF_{เดิม} \times T} \times \frac{P}{OP} + (EC_1 - EC_2) \times \left(\frac{E_1}{E}\right)_{เดิม} + EC_2$$

และ

$$C/E_{ใหม่} = \frac{DC \times 100}{LF_{ใหม่} \times T} \times \frac{P}{OP} + (EC_1 - EC_2) \times \left(\frac{E_1}{E}\right)_{ใหม่} + EC_2$$

$$\Delta C/E = C/E_{เดิม} - C/E_{ใหม่}$$

$$= \frac{DC \times 100}{T}\left[\frac{1}{LF_{เดิม}} - \frac{1}{LF_{ใหม่}}\right] + (EC_1 - EC_2)\left[\left(\frac{E_1}{E}\right)_{เดิม} - \left(\frac{E_1}{E}\right)_{ใหม่}\right] \qquad (2.4)$$

สำหรับผู้ที่ซื้อไฟฟ้าจากระบบแรงดัน 12-33 กิโลโวลต์ จะได้

$$\Delta C/E = \frac{553.875}{T}\left[\frac{1}{LF_{เดิม}} - \frac{1}{LF_{ใหม่}}\right] + 1.5036\left[\left(\frac{E_1}{E}\right)_{เดิม} - \left(\frac{E_1}{E}\right)_{ใหม่}\right] \qquad (2.5)$$

ข. กรณีที่ $P < OP$ จากสมการที่ (2.2) จะได้

$$\Delta C/E = C/E_{เดิม} - C/E_{ใหม่} =$$

$$\frac{DC \times 100}{T}\left[\left(\frac{1}{LF} \times \frac{P}{OP}\right)_{เดิม} - \left(\frac{1}{LF} \times \frac{P}{OP}\right)_{ใหม่}\right] + (EC_1 - EC_2)\left[\left(\frac{E_1}{E}\right)_{เดิม} - \left(\frac{E_1}{E}\right)_{ใหม่}\right] \qquad (2.6)$$

สำหรับผู้ที่ซื้อไฟฟ้าจากระบบแรงดัน 12-33 กิโลโวลต์ จะได้

$$\Delta C/E = \frac{553.875}{T}\left[\left(\frac{1}{LF} \times \frac{P}{OP}\right)_{เดิม} - \left(\frac{1}{LF} \times \frac{P}{OP}\right)_{ใหม่}\right] + 1.5036\left[\left(\frac{E_1}{E}\right)_{เดิม} - \left(\frac{E_1}{E}\right)_{ใหม่}\right] \qquad (2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่ (2.5) และสมการที่ (2.7) พบว่า ผู้ใช้ไฟฟ้าที่เสียค่าไฟฟ้าตามอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ หากประสงค์จะลดค่าไฟฟ้า จะต้องปรับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมดังนี้

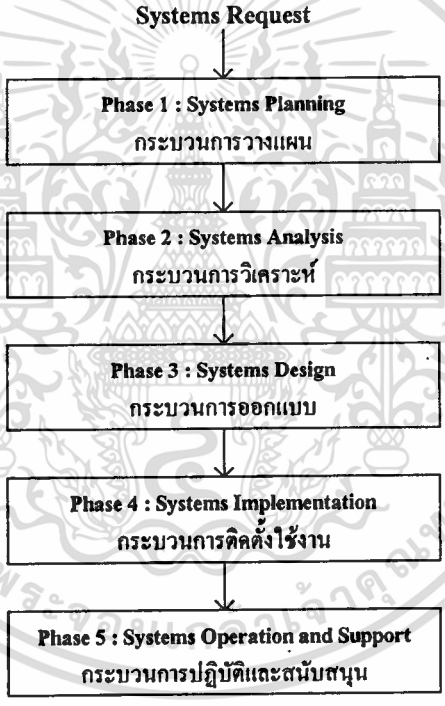
1. เพิ่มโหลดแฟกเตอร์ให้สูงขึ้น
2. ลดสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak ระหว่างเวลา 09:00-22:00 น. ของวันจันทร์-วันศุกร์ ลงให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
3. เพิ่มการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงกลางคืนของวันจันทร์ – ศุกร์ระหว่าง 22:00-09:00 น. และช่วงเวลาตลอดวันของวันเสาร์ – วันอาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
4. ใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา On Peak ให้สม่ำเสมอที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง On Peak มีค่าสูงกว่าที่ควรจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในการพัฒนาระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารจะใช้เทคนิค SDLC (System Development Live Cycle) มาช่วยในการวางแผนและจัดการกระบวนการในการพัฒนาระบบ โดยเทคนิค SDLC นี้สามารถแบ่งขั้นตอนออกได้ดังรูปที่ 3.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้ (Shelly, Gary B. et al. 2544)



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของ SDLC

1) กระบวนการวางแผน (System Planning) เป็นขั้นตอนเริ่มต้นในการเริ่มพัฒนาระบบใดๆ เพื่อที่จะทำความเข้าใจและกำหนดขอบข่ายของระบบหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข เพื่อศึกษาความเป็นไปได้รวมทั้งวางแนวทางในการแก้ไขหรือพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กระบวนการวิเคราะห์ (System Analysis) เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบที่จะพัฒนา โดยทำการศึกษาความต้องการของผู้ใช้ระบบ แล้วทำการสร้างเป็นแบบจำลองเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ

3) กระบวนการออกแบบ (System Design) เป็นขั้นตอนการออกแบบสร้างระบบ เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ระบบ โดยใช้แบบจำลองเป็นแนวทาง

4) กระบวนการติดตั้งใช้งาน (System Implementation) เป็นขั้นตอนการนำระบบที่ออกแบบสร้างไปทดลองใช้งาน โดยจะมีการตรวจสอบขั้นตอนการทำงานของระบบ เพื่อศึกษาข้อผิดพลาดในการนำไปปรับปรุงให้ตรงความต้องการของผู้ใช้ระบบมากที่สุด

5) กระบวนการปฏิบัติและสนับสนุน (System Operation and Support) เป็นขั้นตอนหลังจากการนำระบบที่ออกแบบสร้างไปใช้งานจริง เช่น งานบำรุงรักษา การปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งการสนับสนุนผู้ใช้

ในการพัฒนาระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า ผู้พัฒนาระบบควรเริ่มต้นจากการศึกษาและทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข ซึ่งในที่นี้คือการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด โดยแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา คือ "การลดค่าไฟฟ้าโดยการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า" ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

3.1 การวิเคราะห์หน้าที่การทำงานหลักของระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า

ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ออกแบบ จะมีแนวทางการทำงานตามแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 โดยผู้ใช้จะต้องเป็นผู้วางแผนการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารหรือองค์กรเอง โดยมีระบบเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการบริหาร ซึ่งระบบจะมีหน้าการทำงานหลัก คือ

3.1.1 การรวบรวมข้อมูล

เป็นขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการพิจารณาและวางแผน ซึ่งข้อมูลที่ทำการรวบรวมอาจแบ่งได้ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่พิจารณาทั้งหมด โดยผู้ใช้จะเป็นผู้กรอกข้อมูลเหล่านี้ แล้วระบบจะนำไปจัดเก็บในฐานข้อมูล เพื่อที่ระบบจะนำมาใช้อ้างอิงต่อไป
2. ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยระบบจะได้รับข้อมูลเหล่านี้ผ่านทางอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณแรงดัน และสัญญาณกระแส แล้วนำไปจัดเก็บในฐานข้อมูล เพื่อนำมาหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่จำเป็นในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด และตัวประกอบโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การแสดงค่า

เป็นขั้นตอนในการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาแสดงให้กับผู้ใช้ เพื่อใช้ในการวางแผนจัดการโหลดที่ต่อกับระบบเพื่อควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยมีรูปแบบการแสดงค่าดังนี้

1. แสดงค่าของพารามิเตอร์ในรูปแบบของตาราง ซึ่งจะแสดงค่า แรงดัน กระแส เพาเวอร์แฟกเตอร์ รวมถึงค่าพลังงานในรูปแบบต่างๆ โดยจะแยกแสดงในแต่ละเฟส

2. แสดงในรูปแบบของกราฟ ซึ่งจะแสดงค่าพลังงานรูปแบบต่างๆในรูปของกราฟตามระยะเวลา โดยสามารถเลือกแสดงแยกเฟส หรือผลรวมทั้งสามเฟสได้

3.1.3 การควบคุมโหลด

เป็นขั้นตอนในการควบคุมการทำงานของโหลด ซึ่งจะทำการ ตัด-ต่อ โหลดตามที่ผู้ใช้กำหนดไว้ โดยสามารถกำหนดรูปแบบการควบคุมการทำงานของโหลดออกได้เป็น 4 แบบหลัก คือ

1. ควบคุมแบบอัตโนมัติ ระบบจะทำการควบคุมโหลดที่ต่ออยู่กับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สั่งงานโหลดแบบอัตโนมัติ โดยจะทำการตัดโหลดออกจากระบบเมื่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบสูงเกินกว่าที่กำหนด และจะทำการต่อโหลดเข้าระบบ เมื่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบลดลงต่ำกว่าที่กำหนด

2. ควบคุมแบบใช้ตารางเวลา ระบบจะทำการควบคุมโหลดตามตารางเวลาที่ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดในแต่ละวัน และเมื่อถึงเวลาที่กำหนด ระบบจะทำการ ตัด-ต่อ โหลดแบบอัตโนมัติ

3. ควบคุมแบบผสม ระบบจะทำการตัดโหลดออกจากระบบเมื่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบสูงเกินกว่าที่กำหนด และเมื่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบลดลงต่ำกว่าที่กำหนด ระบบจะไม่ทำการต่อโหลดเข้าระบบในทันที แต่จะดูตามตารางเวลา

4. ควบคุมโดยผู้ใช้ ผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนดการ ตัด-ต่อ ของโหลดเอง โดยสามารถควบคุมผ่านทางระบบได้

3.1.4 จัดทำเอกสาร

เป็นขั้นตอนในการจัดทำรายงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำข้อมูลที่เก็บรวมรวมไว้ในฐานข้อมูลไปวิเคราะห์ เพื่อวางแผนงานต่อไป รวมทั้งจัดเก็บไว้เป็นข้อมูลอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบระบบ

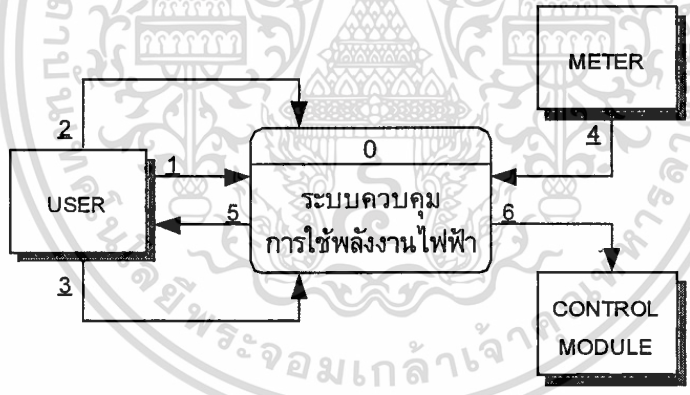
ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่ได้รับการพัฒนานี้ จะใช้เครื่องมือพื้นฐานเป็นตัวช่วยในการพัฒนา อันประกอบด้วย แผนภาพกระแสข้อมูล(Data Flow Diagram) แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี (Entity-Relationship Diagram) และ พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) เพื่อนำผลที่ได้ไปเป็นการวางแนวทางในการพัฒนา ซึ่งช่วยให้ขั้นตอนเขียนโปรแกรมเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ในการโดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

3.2.1 การออกแบบแผนภาพกระแสข้อมูล

จากหน้าที่การทำงานของระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในหัวข้อ 3.1 เมื่อนำมาวิเคราะห์และทำการสร้างแบบจำลองในลักษณะของ แผนภาพกระแสข้อมูล จะได้ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 แผนภาพบริหาร

จากข้อมูลดังกล่าว เมื่อนำมาเขียนในรูปของกระบวนการ (process) เอนติตี (entity) และกระแสข้อมูล (data flow) ในระดับบริหาร จะได้แผนภาพกระแสข้อมูลดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพบริหารของระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า

มีรายละเอียดของเอนติตี และกระแสข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 3.1 รายการเอนติตีในระดับบริหาร

เอนติตี	คำอธิบาย
USER	ผู้ใช้ระบบ
METER	อุปกรณ์วัด ทำหน้าที่ในการนำข้อมูล(เช่น แรงดัน กระแส ที่ใช้งาน)เข้ามายังระบบเพื่อนำไปใช้ต่อไป
LOAD MODULE	ส่วนควบคุมการทำงานของโหลด ทำหน้าที่ในการ ตัด-ต่อ โหลด จากระบบ

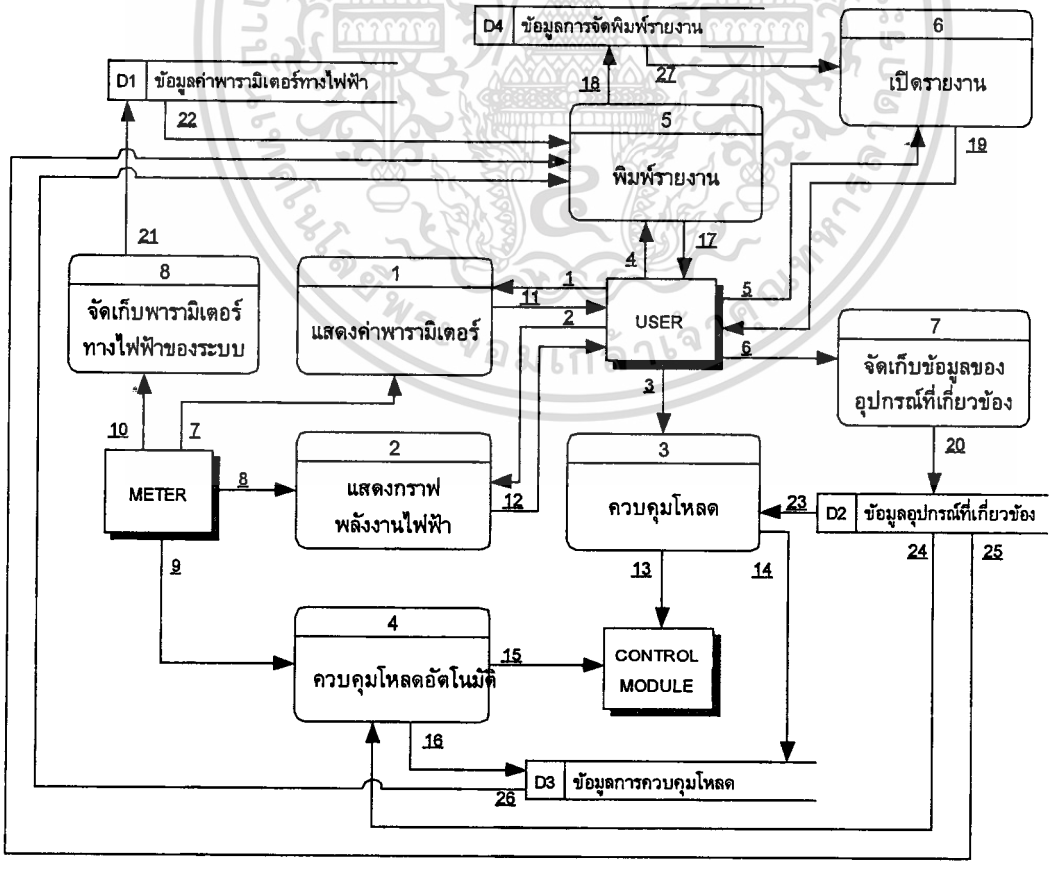
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 รายการกระแสข้อมูลในระดับบริหาร

กระแสข้อมูล	คำอธิบาย
1	คำร้องขอข้อมูลของผู้ใช้ เช่น ข้อมูลพารามิเตอร์ ข้อมูลกราฟ รายงาน
2	ข้อมูลของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับมิเตอร์ ข้อมูลเกี่ยวกับโหลด ข้อมูลเกี่ยวกับระบบ
3	คำสั่งควบคุมการทำงานของโหลดจากผู้ใช้
4	ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของระบบ
5	ข้อมูลตอบรับตามคำร้องขอของผู้ใช้ เช่น ข้อมูลพารามิเตอร์ ข้อมูลกราฟ รายงาน
6	คำสั่งควบคุมการทำงานของโหลดจากระบบ

3.2.1.2 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0

จากแผนภาพบริหาร เมื่อทำการแตกกระบวนการออกมา จะมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.3 โดยประกอบด้วยหน่วยเก็บข้อมูล (data store) กระบวนการย่อย และกระแสข้อมูล ดังตารางที่ 3.3, 3.4 และ 3.5 ตามลำดับ



รูปที่ 3.3 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 ของระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 รายการหน่วยเก็บข้อมูลระดับ 0

หน่วยเก็บข้อมูลระดับ 0	คำอธิบาย
ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า	จัดเก็บค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าตามช่วงเวลา ทั้งที่ได้จากการวัดจากมิเตอร์ และที่ได้จากการคำนวณจากระบบ
ข้อมูลอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ มิเตอร์ โหลด รวมถึงรวมถึงระบบ
ข้อมูลการควบคุมโหลด	จัดเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของโหลด ทั้งที่เกิดจากการควบคุมอัตโนมัติ และที่เกิดจากการควบคุมจากผู้ใช้ เพื่อนำไปจัดพิมพ์รายงานต่อไป
ข้อมูลการจัดพิมพ์รายงาน	จัดเก็บข้อมูลการสั่งพิมพ์รายงานของระบบ เพื่อเรียกดูในภายหลัง

ตารางที่ 3.4 รายการกระบวนการระดับ 0

กระบวนการระดับ 0	คำอธิบาย
แสดงค่าพารามิเตอร์	นำข้อมูลค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า ทั้งที่ได้จากมิเตอร์และที่ได้จากการคำนวณ ไปจัดแสดงตามคำร้องขอของผู้ใช้
แสดงกราฟพลังงานไฟฟ้า	นำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบกราฟไปจัดแสดงตามคำร้องขอของผู้ใช้
ควบคุมโหลด	นำคำสั่งการควบคุมโหลดจากผู้ใช้ ไปควบคุมโหลดที่ต่อกับระบบ
ควบคุมโหลดอัตโนมัติ	นำคำสั่งการควบคุมโหลดจากระบบ ไปควบคุมโหลดที่ต่อกับระบบ
พิมพ์รายงาน	จัดพิมพ์รายงานตามคำร้องขอของผู้ใช้
เปิดรายงาน	เรียกใช้รายงานที่เคยมีการจัดพิมพ์ไปแล้ว
จัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	นำข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบจากผู้ใช้ไปจัดเก็บเพื่อเรียกใช้ต่อไปในภายหลัง
จัดเก็บพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของระบบ	จัดเก็บค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า ทั้งที่ได้จากมิเตอร์และที่ได้จากการคำนวณ เพื่อเรียกใช้ต่อไปในภายหลัง

ตารางที่ 3.5 รายการกระแสข้อมูลระดับ 0

กระแสข้อมูลระดับ 0	คำอธิบาย
1	คำร้องขอเพื่อแสดงค่าข้อมูลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า
2	คำร้องขอเพื่อแสดงค่าข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ในรูปแบบกราฟ
3	คำสั่งควบคุมการ ตัด-ต่อ โหลด
4	คำร้องขอจัดพิมพ์รายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 รายการกระแสข้อมูลระดับ 0 (ต่อ)

กระแสข้อมูลระดับ 0	คำอธิบาย
5	คำร้องขอแสดงข้อมูลรายงานที่เคยจัดพิมพ์
6	กำหนดข้อมูลของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
7, 8, 9, 10	ข้อมูลค่าแรงดัน และกระแสเพื่อใช้ในหาค่าพารามิเตอร์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง
11	ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าตามคำร้องขอของผู้ใช้
12	ข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบกราฟตามคำร้องขอของผู้ใช้
13	สัญญาณควบคุมโหลดตามคำสั่งจากผู้ใช้
14	ข้อมูลการควบคุมโหลดเพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูล
15	สัญญาณควบคุมโหลดตามคำสั่งจากระบบ
16	ข้อมูลการควบคุมโหลดเพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูล
17	รายงานตามคำร้องขอของผู้ใช้
18	ข้อมูลเกี่ยวกับรายงานที่จัดพิมพ์ เพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูล
19	แสดงรายงานที่เคยจัดพิมพ์
20	ข้อมูลของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูล
21	ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า เพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูล
22	ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า เพื่อจัดพิมพ์รายงานตามคำร้องขอของผู้ใช้
23	ข้อมูลเกี่ยวกับโหลด เพื่อใช้ในการควบคุมโหลดตามคำสั่งจากผู้ใช้
24	ข้อมูลเกี่ยวกับโหลด เพื่อใช้ในการควบคุมโหลดตามคำสั่งจากระบบ
25	ข้อมูลเกี่ยวกับโหลด เพื่อจัดพิมพ์รายงานตามคำร้องขอของผู้ใช้
26	ข้อมูลการควบคุมโหลด เพื่อจัดพิมพ์รายงานตามคำร้องขอของผู้ใช้
27	ข้อมูลรายงานที่เคยจัดพิมพ์

3.2.1.2 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1

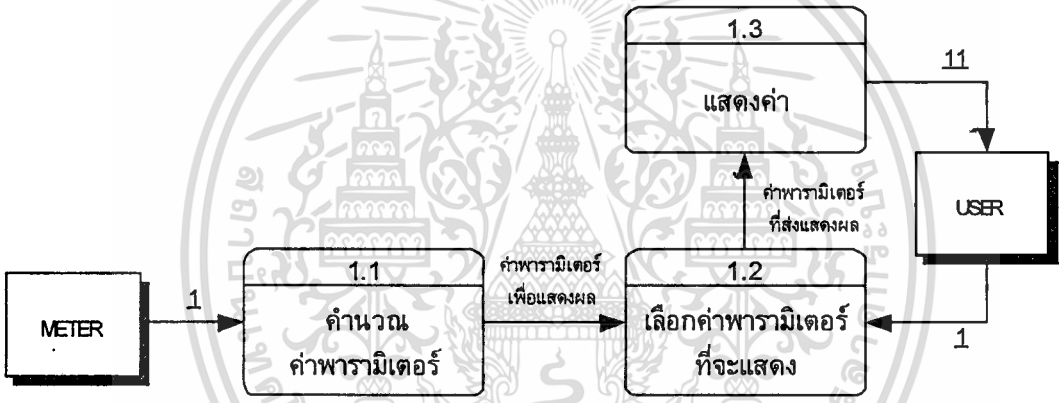
แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 เป็นการแสดงรายละเอียดของแต่ละกระบวนการที่เกิดขึ้นในแผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 ของระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร โดยสามารถแจกแจงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. แสดงค่าพารามิเตอร์

เป็นกระบวนการนำค่าพารามิเตอร์มิเตอร์มาแสดงให้กับผู้ใช้ตามคำขอของผู้ใช้ สามารถแสดงเป็นแผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ดังรูปที่ 3.4 ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- <u>คำนวณค่าพารามิเตอร์</u> เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับจากมิเตอร์จะเป็นข้อมูลแรงดัน กระแส และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในแต่ละเฟส ซึ่งกระบวนการคำนวณค่าพารามิเตอร์จะทำการแปลงเป็นค่าพลังงานไฟฟ้า
- <u>เลือกค่าพารามิเตอร์ที่จะแสดง</u> เนื่องจากระบบที่ได้ทำการพัฒนาสามารถรองรับมิเตอร์ได้ถึง 2 เครื่อง ดังนั้นผู้ใช้จึงสามารถเลือกได้ว่าจะแสดงค่าพารามิเตอร์ใดให้ปรากฏบนหน้าต่างแสดงผลของระบบ
- <u>แสดงค่าพารามิเตอร์</u> จะเป็นกระบวนการนำค่าพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้เลือกให้แสดงไปแสดงบนหน้าต่างแสดงผลของระบบ โดยค่าพารามิเตอร์ที่แสดงจะได้รับการอัพเดตค่าใหม่ในทุกๆ 1 นาที



รูปที่ 3.4 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนแสดงค่าพารามิเตอร์

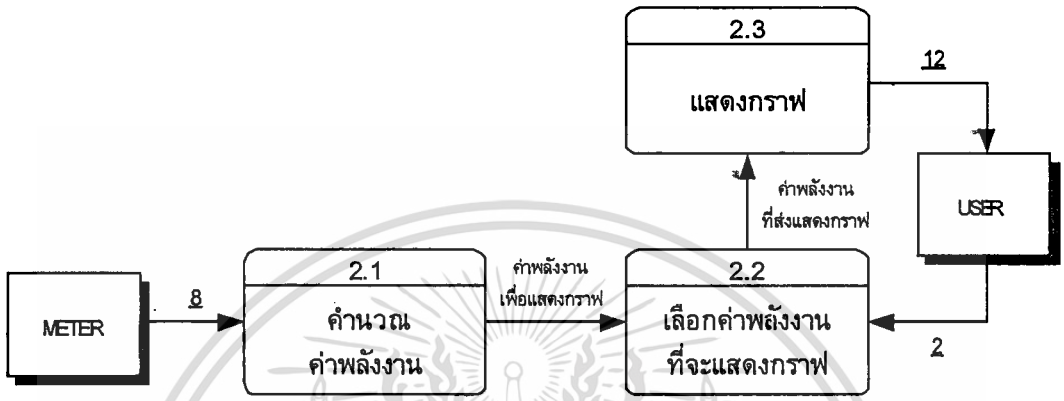
2. แสดงกราฟพลังงานไฟฟ้า

เช่นเดียวกับการแสดงค่าพารามิเตอร์ กระบวนการนี้จะเป็นการแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบของกราฟตามคำขอของผู้ใช้ สามารถแสดงเป็นแผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ดังรูปที่ 3.5 ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

- <u>คำนวณค่าพารามิเตอร์</u> เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับจากมิเตอร์จะเป็นข้อมูลแรงดัน กระแส และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในแต่ละเฟส ซึ่งกระบวนการคำนวณค่าพารามิเตอร์จะทำการแปลงเป็นค่าพลังงานไฟฟ้า
- <u>เลือกค่าพารามิเตอร์ที่จะแสดงกราฟ</u> เนื่องจากรูปแบบของพลังงานไฟฟ้านั้นมีถึง 3 รูปแบบ คือ Apparent Power, Real Power และ Reactive Power และมิเตอร์แต่ละเครื่องจะต่อเข้ากับไฟแบบ 3 เฟส ซึ่งจะทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่แสดงได้มีถึง 9 รูปแบบ ดังนั้นผู้ใช้จะต้องเลือกว่าจะนำค่าพารามิเตอร์ใดมาแสดงเป็นกราฟต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

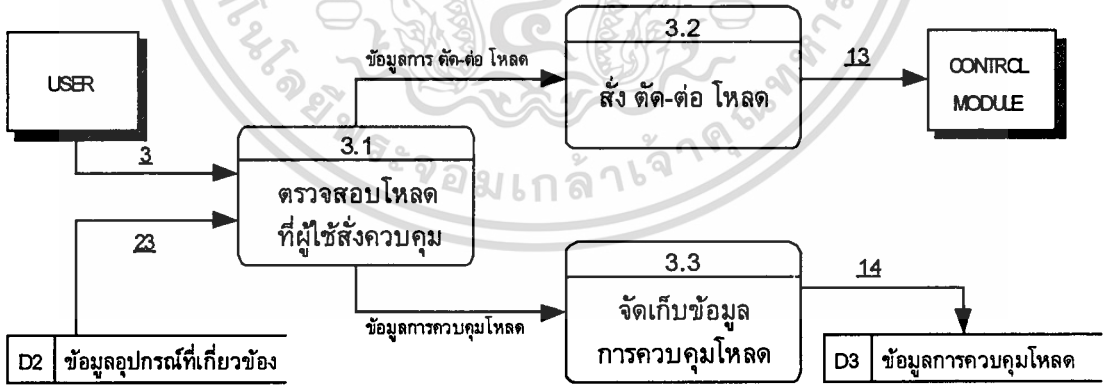
- <u>แสดงกราฟพลังงานไฟฟ้า</u> จะเป็นกระบวนการนำค่าพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้เลือกให้แสดงไปแสดงบนหน้าต่างแสดงผลในรูปแบบของกราฟ โดยค่าพารามิเตอร์ที่แสดงจะทำการอัพเดตค่าใหม่ทุก 1 นาที



รูปที่ 3.5 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนแสดงกราฟพลังงานไฟฟ้า

3. ควบคุมโหลด

สามารถแสดงเป็นแผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ดังรูปที่ 3.6 ประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.6 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนควบคุมโหลด

- <u>ตรวจสอบโหลดที่ผู้ใช้สั่งควบคุม</u> ผู้ใช้สามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยการสั่งควบคุมโหลดที่ต่อกับระบบ ผ่านทางหน้าต่างควบคุมของระบบได้โดยตรง โดยระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูล เช่น สถานะ โหมดการทำงาน ของโหลดก่อนที่จะทำการสั่งตัด-ต่อ โหลดต่อไป

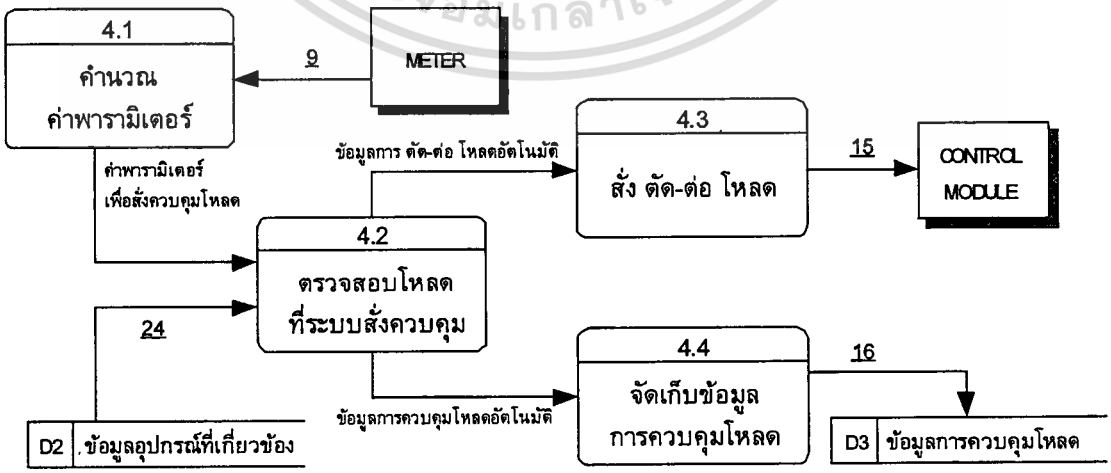
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สั่ง ตัด-ต่อ โหลด เมื่อตรวจสอบดูแล้วว่าโหลดที่ผู้ใช้สั่งควบคุมสามารถ ตัด-ต่อ ได้ ระบบก็จะทำการสั่ง ตัด-ต่อ โหลด ไปยัง Control Module
- จัดเก็บข้อมูลการควบคุมโหลด ข้อมูลการควบคุมโหลดที่เกิดขึ้นจะได้รับการจัดเก็บในฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการเรียกดู หรือจัดทำรายงานของผู้ใช้ต่อไป

4. ควบคุมโหลดอัตโนมัติ

สามารถแสดงเป็นแผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ดังรูปที่ 3.7 ประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

- คำนวณค่าพารามิเตอร์ เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับจากมิเตอร์จะเป็นข้อมูลแรงดัน กระแส และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในแต่ละเฟส ซึ่งกระบวนการคำนวณค่าพารามิเตอร์จะทำการแปลงเป็นค่าพลังงานไฟฟ้า
- ตรวจสอบโหลดที่ระบบสั่งควบคุม ในการควบคุมแบบอัตโนมัติ ระบบจะต้องนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้มาตรวจสอบกับโหลดว่าตรงตามเงื่อนไขหรือไม่ เช่น เมื่อระบบมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงเกินที่ระบบตั้งไว้ จึงต้องทำการตัดโหลดออกจากระบบ ดังนั้นระบบจะทำการตรวจสอบว่ามีโหลดใดบ้างที่สามารถระบบสามารถตัดออกได้
- สั่ง ตัด-ต่อ โหลด เมื่อตรวจสอบดูแล้วว่าโหลดที่ผู้ใช้สั่งควบคุมสามารถ ตัด-ต่อ ได้ ระบบก็จะทำการสั่ง ตัด-ต่อ โหลด ไปยัง CONTROL MODULE
- จัดเก็บข้อมูลการควบคุมโหลด ข้อมูลการควบคุมโหลดที่เกิดขึ้นจะได้รับการจัดเก็บในฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการเรียกดู หรือจัดทำรายงานของผู้ใช้ต่อไป



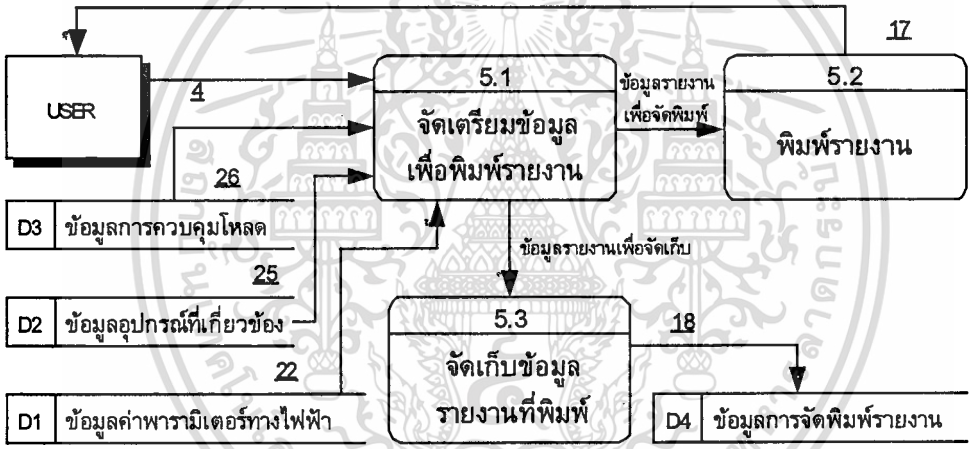
รูปที่ 3.7 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนควบคุมโหลดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. พิมพ์รายงาน

สามารถแสดงเป็นแผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ดังรูปที่ 3.8 ประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

- <u>จัดเตรียมข้อมูลเพื่อพิมพ์รายงาน</u> เมื่อผู้ใช้ร้องขอรายงาน กระบวนการนี้จะทำการจัดเตรียมข้อมูลให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้เพื่อจัดพิมพ์ต่อไป
- <u>พิมพ์รายงาน</u> เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการแล้ว ระบบจะทำการสั่งพิมพ์รายงานออกมาให้กับผู้ใช้ต่อไป
- <u>จัดเก็บข้อมูลรายงานที่พิมพ์</u> ข้อมูลรายงานที่ได้ทำการจัดพิมพ์ จะได้รับการจัดเก็บในฐานข้อมูลเพื่อความสะดวกในการเรียกใช้ต่อไปในภายหลัง



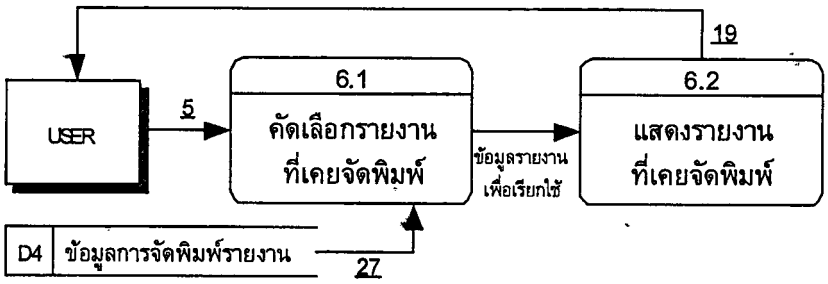
รูปที่ 3.8 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนพิมพ์รายงาน

6. เปิดรายงาน

สามารถแสดงเป็น แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ดังรูปที่ 3.9 ประกอบด้วยกระบวนการ ดังต่อไปนี้

- <u>คัดเลือกรายงานที่เคยจัดพิมพ์</u> เมื่อผู้ใช้ร้องขอเปิดรายงานที่เคยจัดพิมพ์ ระบบจะทำการคัดเลือกข้อมูลรายงานที่เคยจัดพิมพ์ตามรูปแบบที่ผู้ใช้กำหนด
- <u>แสดงรายงานที่เคยจัดพิมพ์</u> เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการแล้ว ระบบจะทำการแสดงข้อมูลรายงานที่เคยจัดพิมพ์ที่ผู้ใช้ร้องขอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนเปิดรายงาน

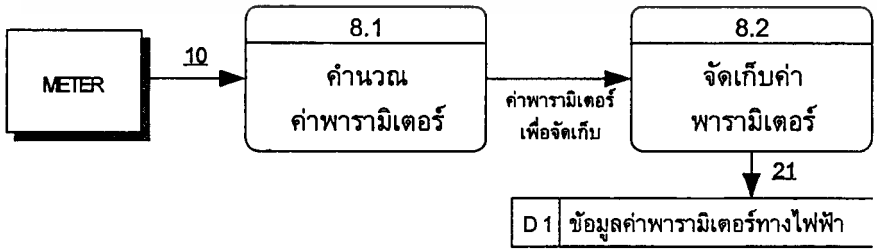
7. จัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ในกระบวนการนี้จะเป็นรวบรวมข้อมูลของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง อันได้แก่ ข้อมูลมิเตอร์ ข้อมูลโหลด รวมถึงข้อมูลของระบบ แล้วนำไปจัดเก็บในฐานข้อมูล เพื่อให้กระบวนการอื่นๆ สามารถเรียกใช้ได้เมื่อต้องการ

8. จัดเก็บพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของระบบ

สามารถแสดงเป็น แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ดังรูปที่ 3.10 ประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

- <u>คำนวณค่าพารามิเตอร์</u> เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับจากมิเตอร์จะเป็นข้อมูลแรงดัน กระแส และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในแต่ละเฟส ซึ่งกระบวนการคำนวณค่าพารามิเตอร์จะทำการแปลงเป็นค่าพลังงานไฟฟ้า
- <u>จัดเก็บค่าพารามิเตอร์</u> เป็นการรวบรวมค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องทั้งหมด แล้วทำการจัดเก็บลงฐานข้อมูล เพื่อระบบได้สามารถเรียกใช้ได้ในภายหลัง



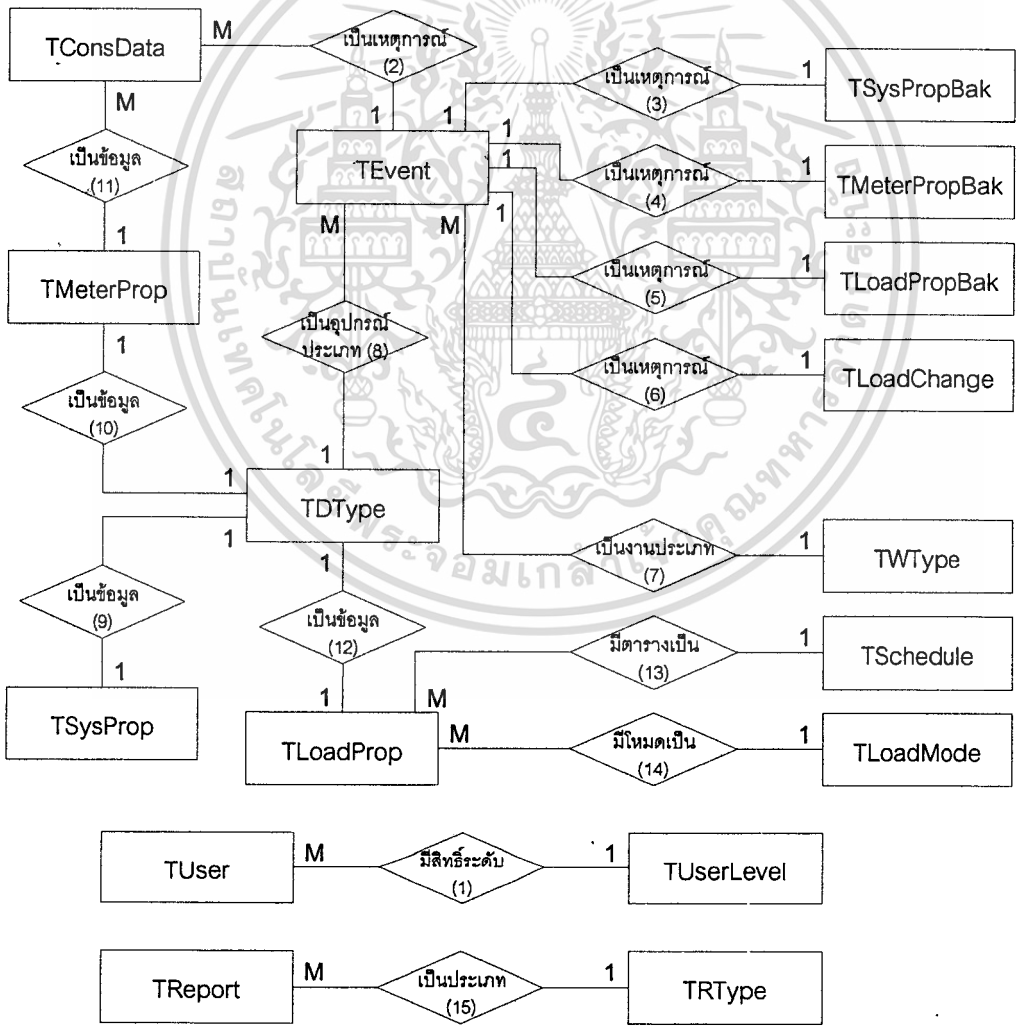
รูปที่ 3.10 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 ส่วนจัดเก็บพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหัวข้อที่กล่าวมาเป็นการออกแบบในรูปของการจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบ ซึ่งรูปแบบของข้อมูลที่เกี่ยวข้องจะช่วยเป็นแนวทางในการออกแบบฐานข้อมูล นอกจากนี้กระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องในการจัดการข้อมูลของระบบยังช่วยให้การโปรแกรมเป็นไปตามแนวทางที่ต้องการ

3.2.2 การออกแบบแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี

ในระบบที่ได้ทำการออกแบบ โครงสร้างข้อมูลในฐานข้อมูลจะได้รับการจัดเก็บในรูปของเอนติตี ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตีได้ดังรูปที่ 3.11 โดยมีรายละเอียดของเอนติตีดังตารางที่ 3.6 และมีรายละเอียดของความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตีดังตารางที่ 3.7



รูปที่ 3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของเอนติตี

ชื่อเอนติตี	คำอธิบาย
TUser	ข้อมูลผู้ใช้ระบบ
TUserLevel	ข้อมูลระดับผู้ใช้งาน
TEvent	ข้อมูลเหตุการณ์ในระบบ
TWType	ข้อมูลประเภทของงาน
TDType	ข้อมูลอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
TSysProp	ข้อมูลของระบบ
TSysPropBak	ข้อมูลของระบบที่เปลี่ยนแปลงไป
TMeterProp	ข้อมูลมิเตอร์
TMeterPropBak	ข้อมูลมิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป
TConsData	ข้อมูลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า
TLoadProp	ข้อมูลโหลด
TLoadPropBak	ข้อมูลโหลดที่เปลี่ยนแปลงไป
TLoadMode	ข้อมูลโหมดการทำงาน
TLoadChange	ข้อมูลการ ตัด-ต่อ โหลด
TSchedule	ข้อมูลตารางการทำงาน
TReport	ข้อมูลรายงานที่จัดพิมพ์
TRType	ข้อมูลประเภทรายงาน

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างตาราง

ความสัมพันธ์	คำอธิบาย
1	ระบุสิทธิ์ของผู้ใช้
2	ระบุเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า
3	ระบุเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในส่วนของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของระบบ
4	ระบุเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในส่วนของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลมิเตอร์
5	ระบุเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในส่วนของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโหลด
6	ระบุเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในส่วนของการ ตัด-ต่อ โหลด
7	ระบุประเภทของงานของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
8	ระบุประเภทของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
9	ระบุข้อมูลของระบบที่อ้างอิงจากประเภทของอุปกรณ์
10	ระบุข้อมูลของมิเตอร์ที่อ้างอิงจากประเภทของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างตาราง (ต่อ)

ความสัมพันธ์	คำอธิบาย
11	ระบุข้อมูลของมิเตอร์ที่ทำการจัดเก็บข้อมูลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า
12	ระบุข้อมูลของโหลดที่อ้างอิงจากประเภทของอุปกรณ์
13	ระบุตารางการทำงานของโหลด
14	ระบุโหมดการทำงานของโหลด
15	ระบุประเภทของรายงาน

จากรูปที่ 3.11 จะเห็นได้ว่าเอนติตี TEvent เป็นศูนย์กลางของความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี ซึ่งเอนติตี TEvent จะทำหน้าที่เป็นส่วนกลางที่จัดเก็บความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบ ดังนั้น เอนติตีนี้จะไม่ได้เกี่ยวข้องกับโครงสร้างข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บ แต่จะเป็นส่วนช่วยในการทำงานของระบบ และในส่วนของเอนติตี TDType จะมีแอตทริบิวต์ DTypeRef ในการอ้างอิงไปยังเอนติตี TSysProp TMeterProp และ TLoadProp โดยแอตทริบิต์นี้จะเป็นข้อมูลตัวเลข 2 หลัก ซึ่งจะใช้การเขียนโปรแกรมช่วยในการระบุว่าข้อมูลในแอตทริบิต์นี้อ้างอิงไปยังเอนติตีใด และที่ข้อมูลใด

3.2.3 พจนานุกรมข้อมูล

ในระบบที่ได้ทำการออกแบบ สามารถสรุปรายละเอียดข้อมูลมาเป็นพจนานุกรมข้อมูล โดยประกอบด้วยรายละเอียดดังตารางที่ 3.8 ถึงตารางที่ 3.24

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดข้อมูลผู้ใช้

ชื่อตาราง	Tuser				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลผู้ใช้ระบบ				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
UserID	Integer	2	รหัสผู้ใช้	PK	
UserAccount	VarChar	8	ชื่อบัญชีผู้ใช้		
UserPasswd	VarChar	8	รหัสผ่านเข้าชื่อบัญชี		
UserLevelID	Integer	2	รหัสระดับผู้ใช้งาน	FK	TUserLevel
UserInfo	VarChar	50	รายละเอียดเกี่ยวกับผู้ใช้		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดข้อมูลระดับผู้ใช้งาน

ชื่อตาราง	TUserLevel				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลระดับผู้ใช้งาน				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
UserLevelID	Integer	2	รหัสระดับผู้ใช้งาน	PK	
UserLevelTitle	VarChar	10	ชื่อระดับผู้ใช้งาน		
UserLevelInfo	VarChar	50	รายละเอียดระดับผู้ใช้งาน		

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดข้อมูลเหตุการณ์ในระบบ

ชื่อตาราง	TEvent				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลเหตุการณ์ในระบบ				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
EventID	VarChar	16	รหัสเหตุการณ์	PK	
EventDateTime	DateTime	8	เวลาที่เกิดเหตุการณ์		
WTypeID	Integer	2	ประเภทของงานที่เกี่ยวข้อง	FK	TWType
DTypeID	Integer	2	อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	FK	TDType

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดข้อมูลประเภทของงาน

ชื่อตาราง	TWType				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลประเภทของงาน				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
WTypeID	Integer	2	รหัสประเภทของงาน	PK	
WTypeInfo	VarChar	50	รายละเอียดประเภทของงาน		

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ชื่อตาราง	TDType				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
DTypeID	Integer	2	รหัสอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	PK	
DTypeInfo	VarChar	50	รายละเอียดอุปกรณ์		
DTypeRef	Integer	2	รหัสอ้างถึงอุปกรณ์	FK	TsysProp, meterProp, TLoadProp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.13 รายละเอียดข้อมูลของระบบ

ชื่อตาราง	TSysProp				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลของระบบ				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
SysID	Integer	2	รหัสระบบ	PK	
SysSetPoint	Integer	4	ค่า Setpoint ของระบบ		
SysAcceptPoint	Integer	4	ค่า Acceptpoint ของระบบ		

ตารางที่ 3.14 รายละเอียดข้อมูลของระบบที่เปลี่ยนแปลงไป

ชื่อตาราง	TSysPropBak				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลของระบบที่เปลี่ยนแปลงไป				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
SysBakID	Integer	6	รหัสระบบที่เปลี่ยนแปลง	PK	
SysID	Integer	2	รหัสระบบ		
SysSetPoint	Integer	4	ค่า Setpoint ของระบบ		
SysAcceptPoint	Integer	4	ค่า Acceptpoint ของระบบ		
EventID	VarChar	16	รหัสเหตุการณ์	FK	TEvent

ตารางที่ 3.15 รายละเอียดข้อมูลมิเตอร์

ชื่อตาราง	TMeterProp				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลมิเตอร์				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
MeterID	Integer	2	รหัสมิเตอร์	PK	
MeterStatus	Boolean	1	สถานะมิเตอร์		
MeterCode	VarChar	8	รหัสเรียกถึงมิเตอร์		
MeterName	VarChar	20	ชื่อมิเตอร์		
MeterLocation	VarChar	20	ตำแหน่งติดตั้งมิเตอร์		
MeterInfo	VarChar	50	รายละเอียดมิเตอร์		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.16 รายละเอียดข้อมูลมิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป

ชื่อตาราง	TMeterPropBak				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลมิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
MeterBakID	Integer	6	รหัสมิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลง	PK	
MeterID	Integer	2	รหัสมิเตอร์		
MeterStatus	Boolean	1	สถานะมิเตอร์		
MeterCode	VarChar	8	รหัสเรียกถึงมิเตอร์		
MeterName	VarChar	20	ชื่อมิเตอร์		
MeterLocation	VarChar	20	ตำแหน่งติดตั้งมิเตอร์		
EventID	VarChar	16	รหัสเหตุการณ์	FK	TEvent

ตารางที่ 3.17 รายละเอียดข้อมูลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า

ชื่อตาราง	TConsData				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
TConsTransID	Integer	10	รหัสข้อมูลพารามิเตอร์	PK	
TConsDateTime	DateTime	8	วันและเวลาที่เกิดขึ้น		
MeterID	Integer	2	รหัสมิเตอร์	FK	TMeterProp
TconsVoltage PhaseA	Numeric	8	ระดับแรงดันของเฟส A		
TConsCurrentPh aseA	Numeric	8	ระดับกระแสของเฟส A		
TconsPF PhaseA	Numeric	8	ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ A		
TConsKVA PhaseA	Numeric	8	ค่าพลังงานปรากฏเฟส A		
TconsKWatt PhaseA	Numeric	8	ค่าพลังงานจริงเฟส A		
TconsKVar PhaseA	Numeric	8	ค่าพลังงานเสมือนเฟส A		
TConsVoltagePh aseB	Numeric	8	ระดับแรงดันของเฟส B		
TconsCurrent PhaseB	Numeric	8	ระดับกระแสของเฟส B		
TconsPF PhaseB	Numeric	8	ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ B		
TConsKVA PhaseB	Numeric	8	ค่าพลังงานปรากฏเฟส B		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.17 รายละเอียดข้อมูลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภทข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย	PK / FK	ตารางที่อ้างถึง
TconsKWatt PhaseB	Numeric	8	ค่าพลังงานจริงเฟส B		
TconsKVar PhaseB	Numeric	8	ค่าพลังงานเสมือนเฟส B		
TconsVoltage PhaseC	Numeric	8	ระดับแรงดันของเฟส C		
TconsCurrent PhaseC	Numeric	8	ระดับกระแสของเฟส C		
TconsPF PhaseC	Numeric	8	ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ C		
TConsKVA PhaseC	Numeric	8	ค่าพลังงานปรากฏเฟส C		
TconsKWatt PhaseC	Numeric	8	ค่าพลังงานจริงเฟส C		
TconsKVar PhaseC	Numeric	8	ค่าพลังงานเสมือนเฟส C		
EventID	VarChar	16	รหัสเหตุการณ์	FK	Tevent

ตารางที่ 3.18 รายละเอียดข้อมูลโหลด

ชื่อตาราง	TLoadProp				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลโหลด				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
LoadID	Integer	2	รหัสโหลด	PK	
LoadStatus	Boolean	1	สถานะโหลด		
LoadCode	VarChar	8	รหัสเรียกถึงโหลด		
LaodName	VarChar	20	ชื่อโหลด		
LoadLocation	VarChar	20	ตำแหน่งติดตั้งโหลด		
LoadInfo	VarChar	50	รายละเอียดโหลด		
LoadMode	Integer	2	โหมดการทำงาน	FK	TLoadMode
ScheduleID	Integer	2	ตารางการทำงาน	FK	TSchedule

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.19 รายละเอียดข้อมูลโหลดที่เปลี่ยนแปลงไป

ชื่อตาราง	TLoadPropBak				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลโหลดที่เปลี่ยนแปลงไป				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
LoadBakID	Integer	6	รหัสโหลดที่เปลี่ยนแปลง	PK	
LoadID	Integer	2	รหัสโหลด		
LoadStatus	Boolean	1	สถานะโหลด		
LoadCode	VarChar	8	รหัสเรียกถึงโหลด		
LaodName	VarChar	20	ชื่อโหลด		
LoadLocation	VarChar	20	ตำแหน่งติดตั้งโหลด		
LoadInfo	VarChar	50	รายละเอียดโหลด		
LoadMode	Integer	2	โหมดการทำงาน		
EventID	VarChar	16	รหัสเหตุการณ์	FK	TEvent

ตารางที่ 3.20 รายละเอียดข้อมูลโหมดการทำงาน

ชื่อตาราง	TLoadMode				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลโหมดการทำงาน				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
LoadModeID	Integer	2	รหัสโหมด	PK	
LoadModeName	VarChar	10	ชื่อโหมด		
LoadModeInfo	VarChar	50	รายละเอียดโหมด		

ตารางที่ 3.21 รายละเอียดข้อมูลการ ตัด-ต่อ โหลด

ชื่อตาราง	TloadChange				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลการ ตัด-ต่อ โหลด				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
LoadChangeID	Integer	6	รหัสการเปลี่ยนแปลงโหลด	PK	
LoadID	Integer	2	รหัสโหลด		
LoadStatus	Boolean	1	สถานะโหลด		
LoadMode	Integer	2	โหมดการทำงาน		
ScheduleID	Integer	2	ตารางการทำงาน		
EventID	VarChar	16	รหัสเหตุการณ์	FK	TEvent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.22 รายละเอียดข้อมูลตารางการทำงาน

ชื่อตาราง	TSchedule				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลตารางการทำงาน				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
ScheduleID	Integer	2	รหัสตาราง	PK	
ScheduleName	VarChar	20	ชื่อตาราง		
ScheduleSHour1	Integer	2	เวลา(ชั่วโมง)เปิดที่ 1		
ScheduleSMin1	Integer	2	เวลา(นาที)ปิดที่ 1		
ScheduleEHour1	Integer	2	เวลา(ชั่วโมง)เปิดที่ 1		
ScheduleEMin1	Integer	2	เวลา(นาที)ปิดที่ 1		
ScheduleSHour2	Integer	2	เวลา(ชั่วโมง)เปิดที่ 2		
ScheduleSMin2	Integer	2	เวลา(นาที)ปิดที่ 2		
ScheduleEHour2	Integer	2	เวลา(ชั่วโมง)เปิดที่ 2		
ScheduleEMin2	Integer	2	เวลา(นาที)ปิดที่ 2		
ScheduleSHour3	Integer	2	เวลา(ชั่วโมง)เปิดที่ 3		
ScheduleSMin3	Integer	2	เวลา(นาที)ปิดที่ 3		
ScheduleEHour3	Integer	2	เวลา(ชั่วโมง)เปิดที่ 3		
ScheduleEMin3	Integer	2	เวลา(นาที)ปิดที่ 3		

ตารางที่ 3.23 รายละเอียดข้อมูลรายงานที่จัดพิมพ์

ชื่อตาราง	TReport				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลรายงานที่จัดพิมพ์				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
RepID	Integer	6	รหัสรายงานที่จัดพิมพ์	PK	
RTypeID	Integer	2	รหัสประเภทรายงาน	FK	TRType
RepItem	Integer	6	ชิ้นงานที่พิมพ์		
RepSDateTime	DateTime	8	วันและเวลาเริ่มต้นข้อมูล		
RepEDateTime	DateTime	8	วันและเวลาสิ้นสุดข้อมูล		
RepPDateTime	DateTime	8	วันและเวลาที่พิมพ์รายงาน		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.24 รายละเอียดข้อมูลประเภทรายงาน

ชื่อตาราง	TRType				
ชื่อภาษาไทย	ข้อมูลประเภทรายงาน				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**ขนาด**	**คำอธิบาย**	**PK / FK**	**ตารางที่อ้างถึง**
RTypeID	Integer	2	รหัสประเภทรายงาน	PK	
RTypeName	VarChar	20	ชื่อประเภทรายงาน		
RTypeInfo	VarChar	50	รายละเอียดประเภทรายงาน		

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 4
การพัฒนาระบบ

จากขั้นตอนการออกแบบและวิเคราะห์การทำงานของระบบการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผ่านมา จึงได้นำมาทำการพัฒนาขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1 โครงสร้างของระบบที่ทำการพัฒนา

ระบบงานที่พัฒนาขึ้นมานี้ เป็นระบบจัดการซึ่งใช้ฐานข้อมูลในการจัดเก็บเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกใช้หรือเรียกดูได้อย่างสะดวก โดยแอพพลิเคชั่นที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นนี้จะทำหน้าที่แสดงค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าภายในระบบออกมาในรูปแบบของตารางและกราฟ ทำหน้าที่เป็นส่วนควบคุมเพื่อควบคุมการ ตัด-ต่อ โหลดของอุปกรณ์โหลดที่ต่อกับระบบทั้งในแบบอัตโนมัติและแบบผู้ใช้ควบคุม รวมถึงทำหน้าที่ในการออกรายงานที่เกี่ยวข้อง

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

ระบบได้รับการพัฒนาโดยใช้ Borland Delphi เป็นเครื่องมือในการพัฒนาแอพพลิเคชันโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีการใช้ Microsoft Access เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล

4.3 รายละเอียดของการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบจะเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดเก็บเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในระบบ จัดการข้อมูลค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า และออกรายงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง ตามที่ได้ออกแบบในข้างต้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นระบบย่อย มีรายละเอียดดังนี้

- ระบบย่อยที่ทำหน้าที่ยืนยันสิทธิ์ของผู้ใช้ ประกอบด้วย
  - หน้าจอการ Signin เพื่อให้ผู้ใช้กรอกชื่อบัญชีผู้ใช้ และรหัสผ่าน
  - ปุ่มหรือเมนู สำหรับ Signout

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบย่อยที่ทำหน้าที่ติดต่อกับอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ ประกอบด้วย
  - หน้าจอ Table ซึ่งจะแสดงค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของมิเตอร์แต่ละตัวที่ต่ออยู่กับระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับเลือกว่าจะแสดงค่าจากมิเตอร์ใดก็ได้ โดยค่าพารามิเตอร์ที่แสดงประกอบด้วย
    - ค่าระดับแรงดันเฟส ทั้ง 3 เฟส
    - ค่าระดับแรงดันไลน์ ทั้ง 3 ส่วน
    - ค่าระดับกระแสทั้ง 3 เฟส
    - ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ทั้ง 3 เฟส
    - ค่ากำลังงานปรากฏ (Apparant Power) ทั้ง 3 เฟส
    - ค่ากำลังงานจริง (Real Power) ทั้ง 3 เฟส
    - ค่ากำลังงานเสมือน (Reactive Power) ทั้ง 3 เฟส
    - ค่ากำลังงานรวม 3 เฟส ทั้ง 3 ส่วน
  - หน้าจอ Graph ซึ่งจะแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของมิเตอร์แต่ละตัวที่ต่ออยู่กับระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับเลือกว่าจะแสดงค่าจากมิเตอร์ใดก็ได้ โดยสามารถแสดงกราฟได้พร้อมกันถึง 4 กราฟ
  - หน้าจอ Control ซึ่งจะเป็นส่วนควบคุมการ ตัด-ต่อ โหลดของระบบ โดยผู้ใช้สามารถตัดต่อโหลดเองได้ หากโหลดนั้นอยู่ในโหมดผู้ใช้ควบคุม ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนโหมดของโหลดผ่านทางหน้าจอนี้ได้ด้วย นอกจากนี้ยังมีส่วนแสดงค่า Setpoint ซึ่งเป็นค่าระดับพลังงานไฟฟ้าที่ตั้งไว้ให้กับระบบ เพื่อพิจารณาตัดโหลดออกเมื่อระบบใช้พลังงงานไฟฟ้าเกิน
- ระบบย่อยที่ทำหน้าที่ปรับแก้รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ ประกอบด้วย
  - หน้าจอ Setting Device เป็นหน้าจะที่ใช้ในการปรับแก้ค่ารายละเอียดของมิเตอร์และโหลดที่ต่ออยู่กับระบบ โดยค่ารายละเอียดเหล่านี้จะเป็นค่าที่ไปปรากฏในหน้าจออื่นๆ และรายงาน โดยรายละเอียดที่สามารถปรับแก้ได้มีดังนี้
    - รหัสเรียกถึงมิเตอร์
    - ชื่อมิเตอร์
    - ตำแหน่งติดตั้งมิเตอร์
    - รหัสเรียกถึงโหลด
    - ชื่อโหลด
    - ตำแหน่งติดตั้งโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน้าจอ Setting System เป็นหน้าจะที่ใช้ในการปรับแก้ค่ารายละเอียดของระบบ ซึ่งรายละเอียดที่สามารถปรับแก้ได้มีดังนี้
  - ปรับแก้ Setpoint โดย Setpoint เป็นค่าระดับพลังงานไฟฟ้าที่ผู้ใช้ตั้งไว้ให้กับระบบ ในกรณีที่ค่าระดับพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของระบบเกิน 90 % ของ Setpoint ระบบจะทำการตัดโหลดที่อยู่ในโหมดแบบอัตโนมัติและโหมดแบบผสมทันที
  - ปรับแก้ Acceptpoint โดย Acceptpoint เป็นค่าระดับพลังงานไฟฟ้าที่ผู้ใช้ตั้งไว้ให้กับระบบ ในกรณีที่ค่าระดับพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของระบบลดต่ำกว่า Acceptpoint ระบบจะทำการต่อโหลดที่อยู่ในโหมดแบบอัตโนมัติเข้าทันที และสำหรับโหลดที่อยู่ในโหมดแบบผสมจะทำการตรวจสอบกับตารางการทำงานก่อน
  - ปรับแก้ตารางการทำงานของโหลด โดยแต่ละรูปแบบตารางจะมีรอบการทำงานทั้งหมด 3 รอบ ซึ่งผู้ใช้สามารถตั้งค่าเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดของแต่ละรอบการทำงานได้

- ระบบย่อยที่ทำหน้าที่ออกรายงานที่เกี่ยวข้องกับระบบ ประกอบด้วย
  - หน้าจอดูรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นส่วนที่ใช้แสดงรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบ โดยสามารถเลือกช่วงเวลาเพื่อแสดงรายการการบันทึกตามช่วงเวลาต่างๆได้
  - หน้าจอดูรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ เป็นส่วนที่ใช้แสดงรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับระบบ โดยสามารถเลือกช่วงเวลาเพื่อแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามช่วงเวลาต่างๆได้
  - หน้าจอดูรายละเอียดการ ตัด-ต่อ โหลด เป็นส่วนที่ใช้แสดงรายละเอียดการ ตัด-ต่อ โหลด ภายในระบบ โดยสามารถเลือกช่วงเวลาเพื่อแสดงการ ตัด-ต่อ ที่เกิดขึ้นตามช่วงเวลาต่างๆได้
  - หน้าจอแสดงรายงานที่เคยจัดพิมพ์ เป็นส่วนในการเรียกแสดงรายละเอียดข้อมูลที่เคยจัดพิมพ์ไว้ โดยสามารถเลือกช่วงเวลาที่ได้มีการจัดพิมพ์ไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

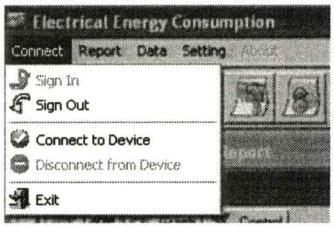
4.4 หน้าที่การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบนั้นจะมีเมนูและปุ่มเพื่อเรียกใช้งานส่วนต่างๆ ซึ่งในแต่ละเมนูและปุ่มจะมีหน้าที่การทำงานดังตารางที่ 4.1 และมีรูปแบบดังรูปที่ 4.1 และ 4.2

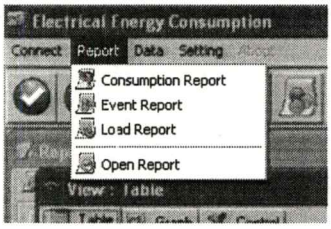
ตารางที่ 4.1 หน้าที่การทำงานของเมนู

เมนู	หน้าที่การทำงาน
Connect	
Sign in	สำหรับยืนยันสิทธิ์ของผู้ใช้ระบบ
Sign out	สำหรับยกเลิกการใช้สิทธิ์ของผู้ใช้ระบบ
Connect to Device	ต่อระบบเข้ากับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
Disconnect from Device	ตัดระบบเข้ากับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
Exit	ออกจากระบบ
Report	
Consumption Report	แสดงรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้า
Event Report	แสดงรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ
Load Change Report	แสดงรายละเอียดการ ตัด-ต่อ โหลด
Open Report	แสดงข้อมูลที่เคยจัดพิมพ์รายงาน
Data	
Table	แสดงค่าพารามเตอร์ทางไฟฟ้าในรูปแบบตาราง
Graph	แสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบกราฟ
Control	แสดงสถานะและสั่งควบคุมโหลด
Setting	
Device	ปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ
System	ปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับระบบ

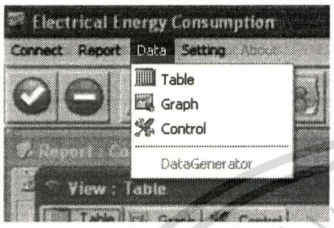
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



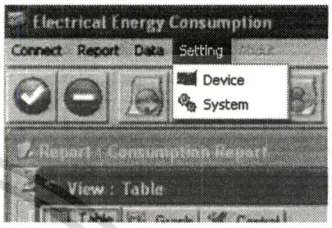
ก) Connect



ข) Report



ค) Data



ง) Setting

รูปที่ 4.1 รูปแบบเมนูสั่งงาน

รูปที่ 4.2 รูปแบบปุ่มสั่งงาน

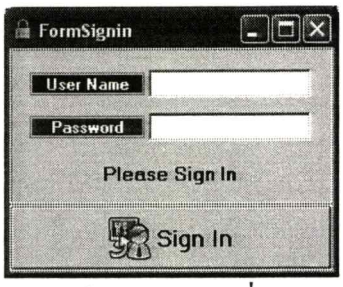
4.4.1 ขั้นตอนการเริ่มใช้งานระบบ

เมื่อเริ่มใช้งานระบบ ผู้ใช้จะไม่สามารถใช้งานส่วนใดๆของระบบได้เลย หากผู้ใช้ไม่มีการยืนยันสิทธิ์การใช้ โดยผู้ใช้สามารถยืนยันการใช้สิทธิ์ได้โดยเลือกปุ่ม Signin ซึ่งจะปรากฏหน้าจอ Signin ดังรูปที่ 4.3 และเมื่อ Signin ผ่าน ให้ทำการปิดหน้าต่างการ Signin แล้วผู้ใช้จะสามารถเริ่มใช้งานระบบได้ โดยที่ผู้ใช้แต่ละรายจะมีสิทธิ์การเข้าใช้ระบบแตกต่างกันตามสิทธิ์จากการ Signin มีรายละเอียดดังนี้

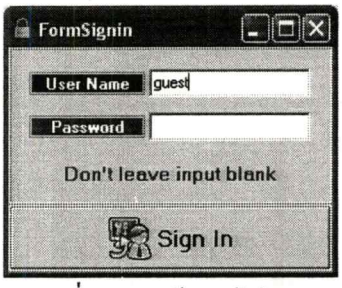
- ผู้ใช้ระดับ User จะมีสิทธิ์ใช้เฉพาะในส่วนของ Report
- ผู้ใช้ระดับ Operator จะมีสิทธิ์ใช้เฉพาะในส่วนของ Report และ Data ซึ่งสามารถสั่ง Connect หรือ Disconnect ระบบกับอุปกรณ์ได้ แต่ไม่สามารถปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์และระบบได้
- ผู้ใช้ระดับ Administrator จะมีสิทธิ์ในการใช้งานระบบเต็มที่

และเมื่อต้องการยกเลิกสิทธิ์การทำงาน ผู้ใช้สามรถทำได้โดยการกดปุ่ม Signout ก็จะเป็นการยกเลิกสิทธิ์การทำงานในทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก) หน้าจอ Sign In เริ่มแรก



ข) เมื่อกรอกข้อมูลไม่ครบ

ค) เมื่อบัญชีผู้ใช้ไม่ถูกต้อง

ง) เมื่อ Sign In ผ่าน

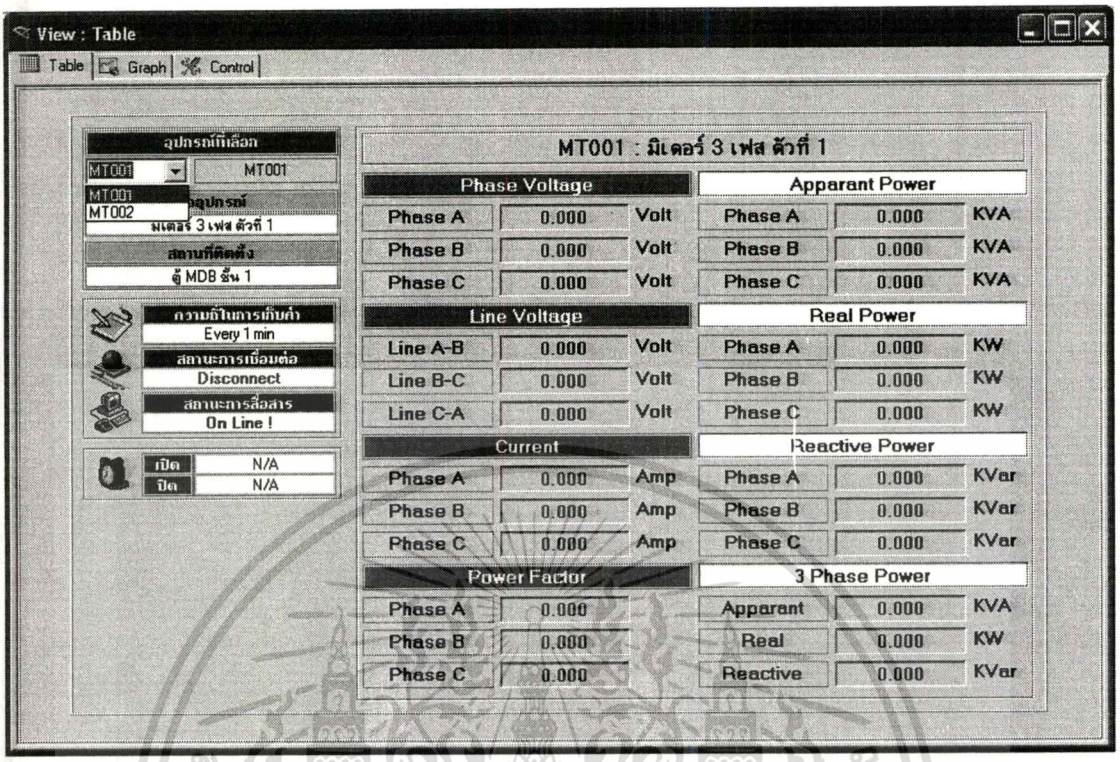
รูปที่ 4.3 หน้าจอการยืนยันสิทธิ์การใช้งาน

4.4.2 การเรียกดูข้อมูลค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าในรูปแบบตาราง

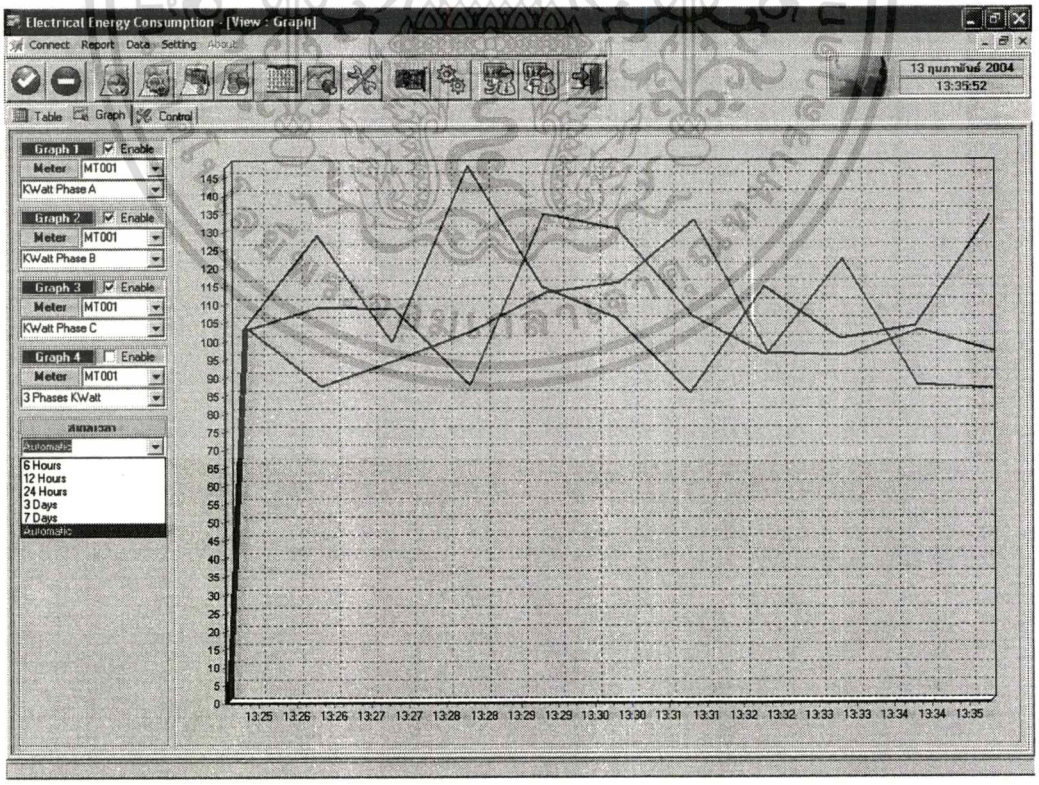
เมื่อผู้ใช้เข้ามาในระบบครั้งแรก ระบบจะไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ใดๆเลย ดังนั้นผู้ใช้สามารถสั่งติดต่อกับอุปกรณ์ได้โดยการใช้ปุ่ม "Connect" และสามารถสั่งยกเลิกการติดต่อได้โดยการใช้ปุ่ม "Disconnect" และเมื่อทำการติดต่อกับอุปกรณ์เรียบร้อย ผู้ใช้ก็จะสามารถดูรายละเอียดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของระบบได้ โดยการใช้ปุ่ม Table เพื่อเรียกหน้าจอ Table ขึ้นมาแสดงดังรูปที่ 4.4 ผู้ใช้สามารถเลือกค่าพารามิเตอร์ของมิเตอร์ต่างๆผ่านทาง ComboBox มีค่าพารามิเตอร์ที่แสดงคือ

Phase Voltage	Phase A	**Apparent Power**	Phase A
	Phase B		Phase B
	Phase C		Phase C
Line Voltage	Phase A-B	**Real Power**	Phase A
	Phase B-C		Phase B
	Phase C-A		Phase C
Phase Current	Phase A	**Reactive Power**	Phase A
	Phase B		Phase B
	Phase C		Phase C
Power Factor	Phase A	**3 Phase Power**	Apparent Power
	Phase B		Real Power
	Phase C		Reactive Power

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงข้อมูลค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าในรูปแบบตาราง

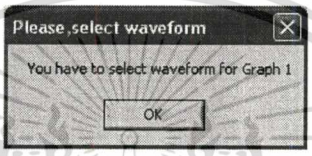


รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

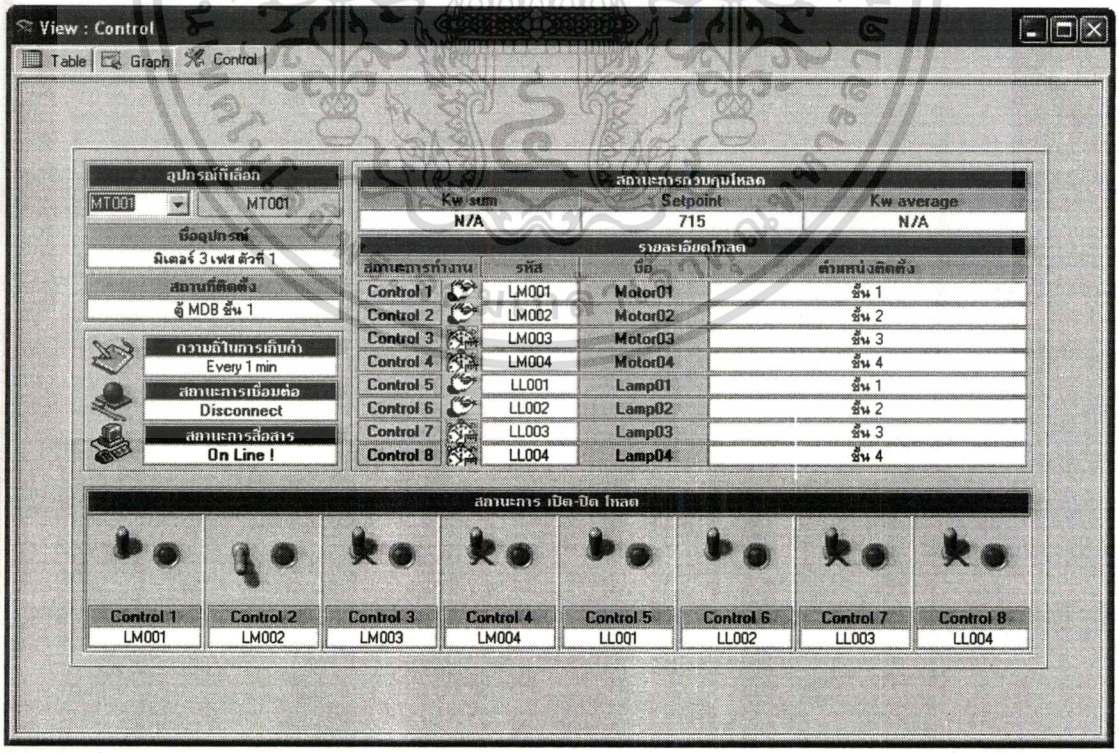
4.4.3 การเรียกดูข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบกราฟ

ในการเรียกดูการใช้พลังงานไฟฟ้า เมื่อผู้ใช้ทำการใช้ปุ่ม “Graph” เพื่อเรียกหน้าจอ Graph ขึ้นมาแสดงดังรูปที่ 4.5 หากเป็นการเรียกดูกราฟครั้งแรกหน้าจะที่ประกฏจะไม่มีรูปกราฟขึ้นมา ผู้ใช้ต้องการกำหนดมิเตอร์ที่ต้องการดูและกำหนดรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าที่จะแสดง จากนั้นจึงทำการเลือก Check Box “Enable” เพื่อแสดงรูปกราฟออกมา หากไม่มีการระบุมิเตอร์หรือรูปกราฟที่จะแสดงผล ระบบจะทำการแจ้งเตือนมา ดังรูปที่ 4.6 นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถระบุสเกลเวลาที่แสดงข้อมูลผ่านทาง Combo Box “สเกลเวลา”



รูปที่ 4.6 หน้าจอการแจ้งเตือนหากไม่มีการระบุรูปแบบกราฟที่จะแสดง

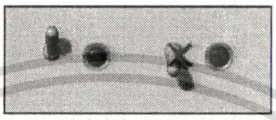
4.4.4 การเรียกใช้หน้าจอควบคุมการทำงานโหลด



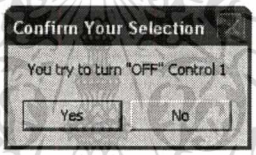
รูปที่ 4.7 หน้าจอควบคุมการทำงานโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเรียกใช้หน้าจอควบคุมการทำงานโหลด เมื่อผู้ใช้ทำการใช้ปุ่ม “Control” เพื่อเรียกหน้าจอ Control ขึ้นมาแสดงดังรูปที่ 4.7 ซึ่งจะแสดงสถานะและรายละเอียดของโหลดที่ต่ออยู่กับระบบ ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนสถานของโหลดที่อยู่ในโหมดผู้ใช้ควบคุม โดยการคลิกเมาส์ที่รูปสวิตช์โยกของโหลดแต่ละตัว โดยโหลดที่ไม่ได้อยู่ในโหมดผู้ใช้สามารถควบคุมจะมีเครื่องหมายกากบาทปรากฏอยู่ ดังรูปที่ 4.8 เมื่อทำการกดที่สวิตช์โยกแล้ว ระบบจะทำการถามยืนยันผู้ใช้อีกครั้งหนึ่ง ดังรูปที่ 4.9

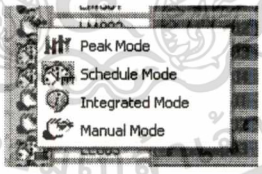


รูปที่ 4.8 ลักษณะของปุ่มสวิตช์โยกที่ใช้ในการตัดต่อโหลด



รูปที่ 4.9 หน้าจอถามยืนยันการ ตัด-ต่อ โหลด

ในหน้าจอการทำงานของโหลดนี้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของโหลดได้โดยการคลิกขวา ที่สัญญลักษณ์โหมดการทำงาน ซึ่งจะประกฏเมนูให้เลือกดังรูปที่ 4.10

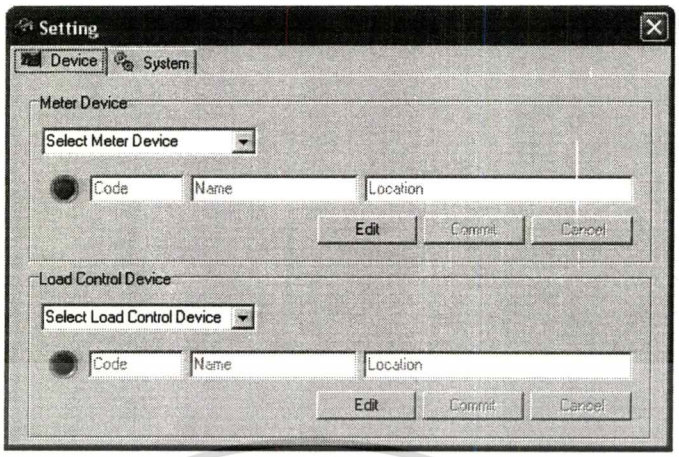


รูปที่ 4.10 หน้าจอถามยืนยันการ ตัด-ต่อ โหลด

4.4.5 ปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ

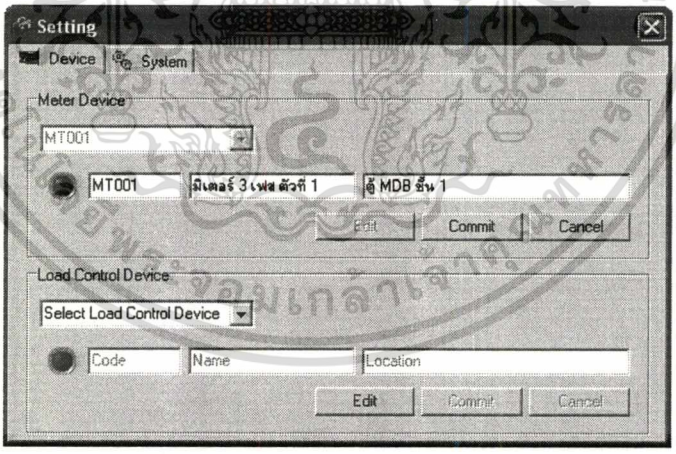
ในการเรียกใช้หน้าจอปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ ผู้ใช้สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม “Setting Device” เพื่อเรียกหน้าจอ Setting Device ขึ้นมาแสดงดังรูปที่ 4.11 โดยผู้ใช้สามารปรับแก้ข้อมูลของมิเตอร์และโหลดที่ต่ออยู่ได้ โดยสามารถปรับแก้ในส่วนของ รหัสเรียกถึงมิเตอร์ ชื่อมิเตอร์ ตำแหน่งติดตั้งมิเตอร์ รหัสเรียกถึงโหลด ชื่อโหลด และตำแหน่งติดตั้งโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 หน้าจอการปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ

ก่อนที่ผู้ใช้จะทำการปรับแก้ข้อมูล ผู้ใช้จะต้องทำการเลือกอุปกรณ์จาก Combo Box ก่อน แล้วจึงทำการกดปุ่ม "Edit" จึงจะสามารถเข้าปรับแก้รายละเอียดได้ดังรูปที่ 4.12 และเมื่อทำการปรับแก้เสร็จเรียบร้อยแล้วก็ทำการยืนยันโดยการกดปุ่ม Commit หรือหากต้องการยกเลิกก็ทำได้โดยกดปุ่ม "Cancel"



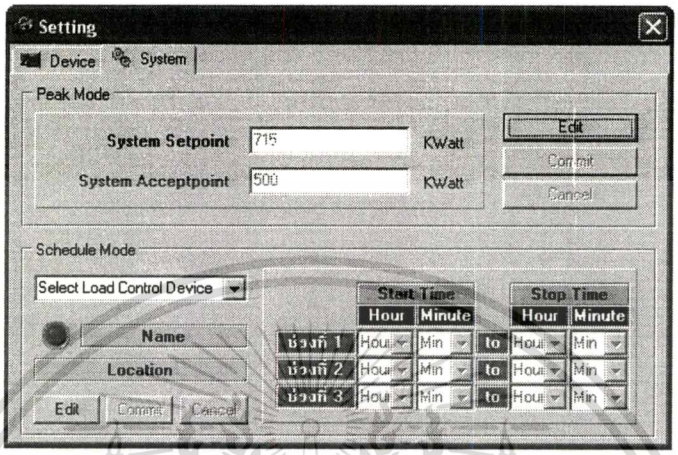
รูปที่ 4.12 หน้าจอการปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ

4.4.6 ปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดของระบบ

ในการเรียกใช้หน้าจอปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดของระบบ ผู้สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม "Setting System" เพื่อเรียกหน้าจอ Setting System ขึ้นมาแสดงดังรูปที่ 4.13 โดยผู้ใช้สามารปรับแก้ข้อมูลของระบบ อันได้แก่ Setpoint, Accept point และค่าตารางเวลาของโหลด โดยการปรับแก้

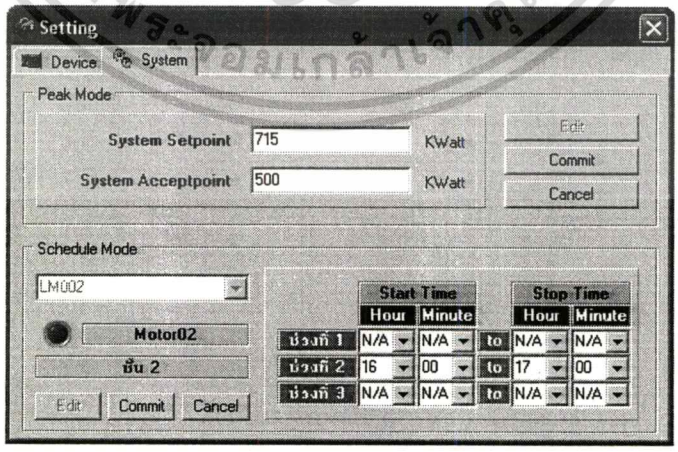
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Setpoint และ Acceptpoint นั้นทำได้โดยการกดปุ่ม “Edit” และเมื่อทำการปรับแก้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการยืนยันโดยการกดปุ่ม Commit หรือหากต้องการยกเลิกก็ทำได้โดยกดปุ่ม “Cancel”



รูปที่ 4.13 หน้าจอการปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ

ในส่วนของการปรับแก้ตารางเวลานั้น ก็เช่นเดียวกับการปรับแก้รายละเอียดอุปกรณ์ โดยผู้ใช้ต้องทำการเลือกอุปกรณ์ที่จะทำการปรับแก้ก่อนแล้วจึงทำการกดปุ่ม “Edit” เมื่อทำการปรับแก้ โดยจะมีช่วงเวลาให้ปรับแก้อยู่ 3 ช่วง ในลักษณะของ Combo Box ที่ใช้เลือกเวลาเปิดและปิด ดังรูปที่ 4.14 เมื่อทำการปรับแก้เสร็จเรียบร้อยแล้วก็ทำการยืนยัน โดยการกดปุ่ม Commit หรือหากต้องการยกเลิกก็ทำได้โดยกดปุ่ม “Cancel”



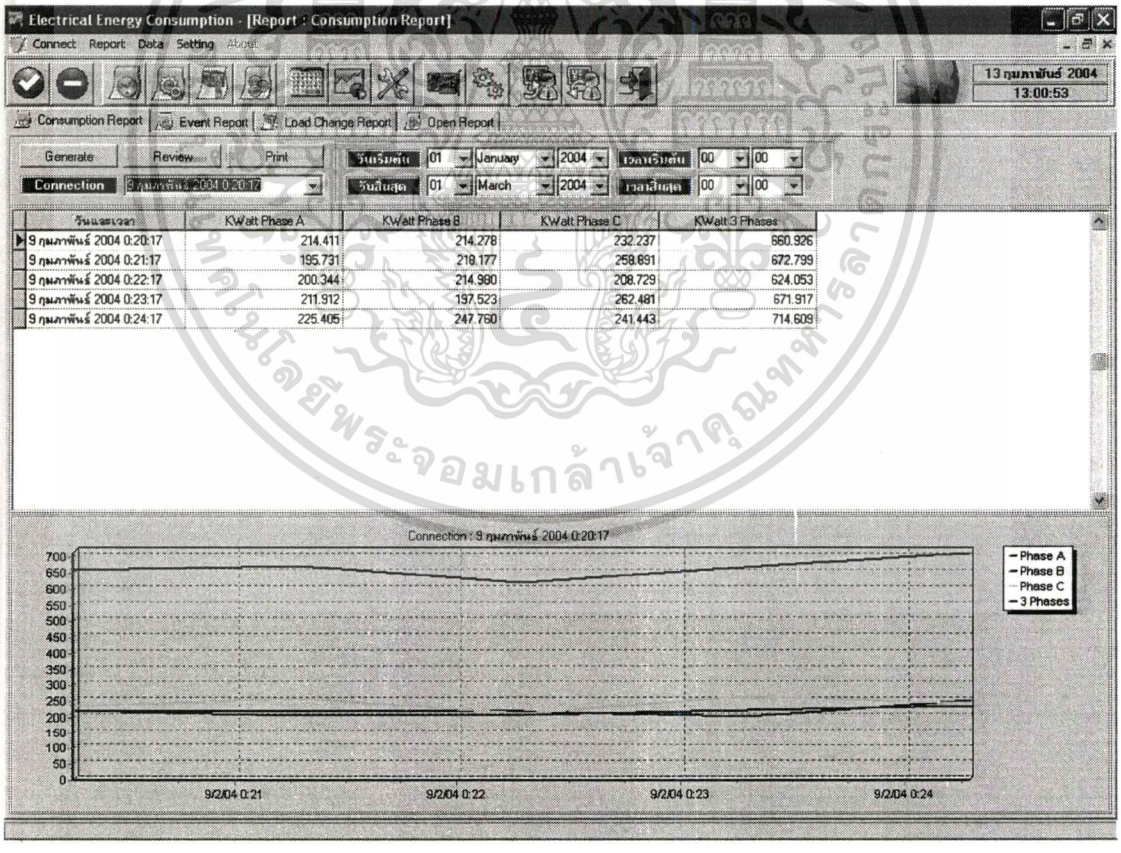
รูปที่ 4.14 หน้าจอการปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.7 การจัดพิมพ์รายงาน

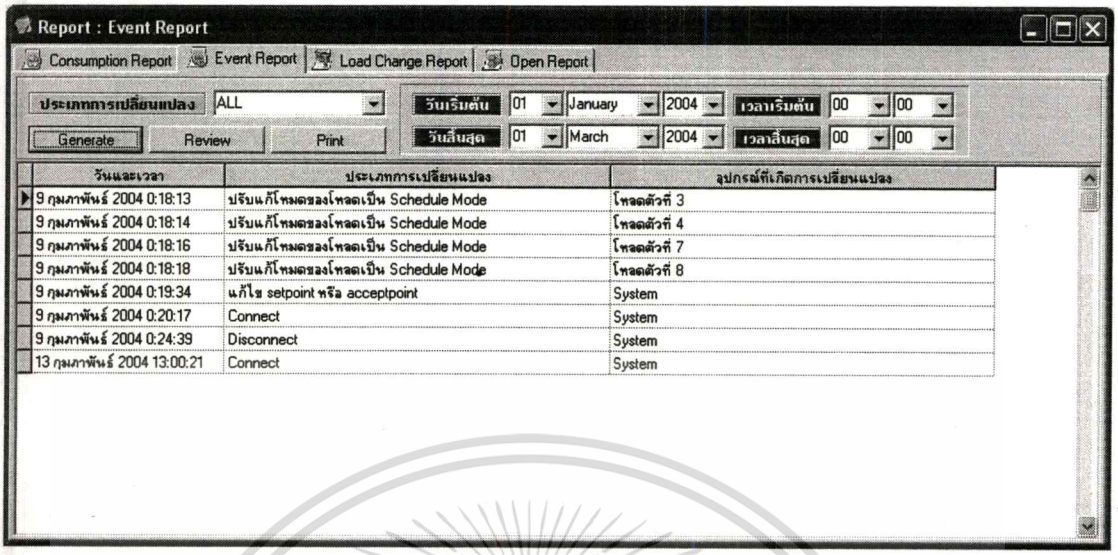
ในการเรียกจัดพิมพ์รายงานนั้นจะมีรูปแบบรายงานให้จัดพิมพ์ทั้งสิ้นอยู่ 3 แบบคือ

- รายงานการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นรายงานที่ใช้แสดงรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบ รวมถึงการแสดงในรูปของกราฟ โดยสามารถเลือกช่วงเวลาเพื่อแสดงรายการการบันทึกตามช่วงเวลาต่างๆได้ ดังรูปที่ 4.15
- รายงานรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ เป็นรายงานที่ใช้แสดงรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับระบบ โดยสามารถเลือกช่วงเวลาเพื่อแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามช่วงเวลาต่างๆได้ ดังรูปที่ 4.16
- รายงานรายละเอียดการ ตัด-ต่อ โหลด เป็นรายงานที่ใช้แสดงรายละเอียดการ ตัด-ต่อ โหลด ภายในระบบ โดยสามารถเลือกช่วงเวลาเพื่อแสดงการ ตัด-ต่อ ที่เกิดขึ้นตามช่วงเวลาต่างๆได้ ดังรูปที่ 4.17

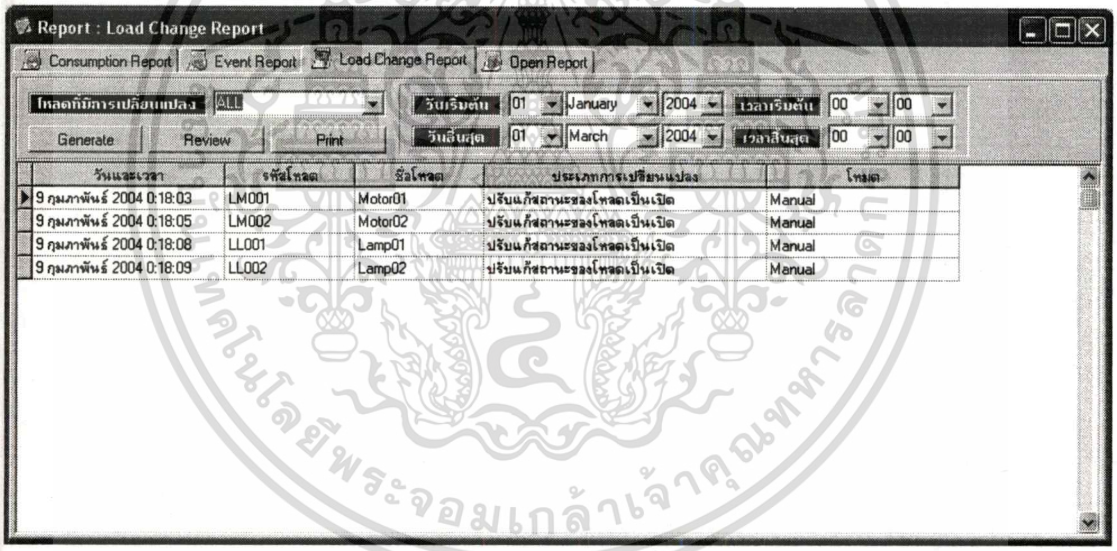


รูปที่ 4.15 หน้าจอการจัดพิมพ์รายงานการใช้พลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 หน้าจอการจัดพิมพ์รายงานรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ



รูปที่ 4.17 หน้าจอการจัดพิมพ์รายงานรายละเอียดการ ตัด-ต่อ โหลด

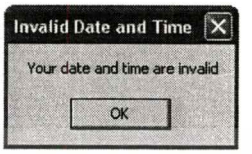
รายงานทั้ง 3 ส่วนนี้จะมีรายละเอียดการเรียกดูข้อมูลและรายละเอียดการจัดพิมพ์ดังนี้

- ทำการเลือกวันและเวลาเริ่มต้นของข้อมูลที่ต้องการจัดพิมพ์
- ทำการเลือกวันและเวลาสิ้นสุดของข้อมูลที่ต้องการจัดพิมพ์
- ทำการเรียกดูข้อมูลที่ต้องการจัดพิมพ์โดยกดปุ่ม “Generate”
- ข้อมูลจะได้รับการแสดงในพื้นที่ที่จัดไว้ หากต้องการดูรูปแบบเมื่อพิมพ์ ก็ทำการกดปุ่ม “Review” เพื่อแสดงรูปแบบเมื่อพิมพ์ และสามารถสั่งพิมพ์ได้จากรูปแบบเมื่อพิมพ์นั้น
- หากต้องการพิมพ์ในทันที ก็ทำการกดปุ่ม “Print”

รูปแบบรายงานที่ได้รับการจัดพิมพ์จะแสดงในภาคผนวก

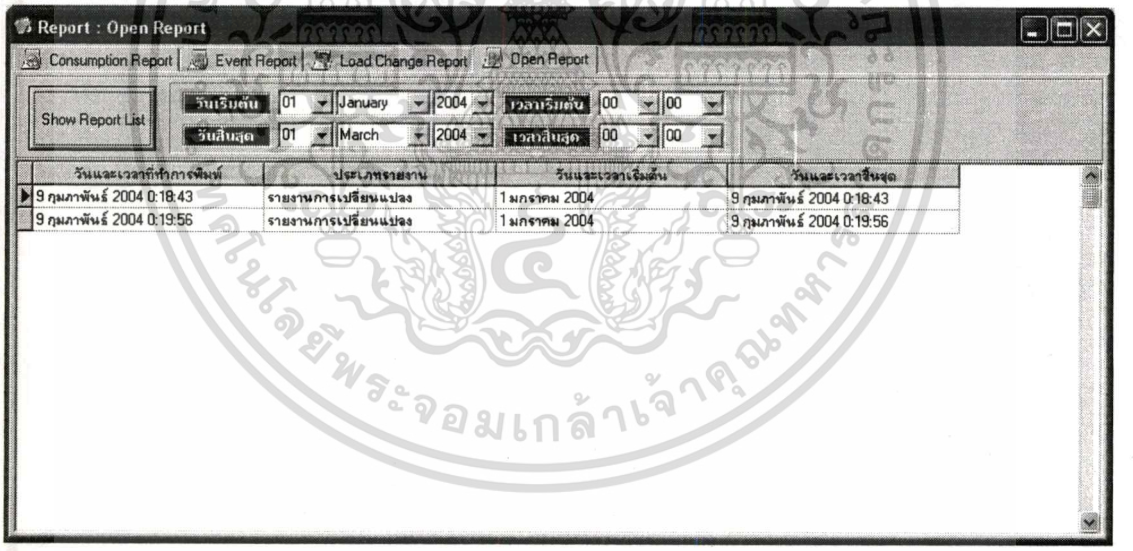
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการกรอกรายละเอียดวันและเวลานั้น หากผู้ใช้จะต้องกรอกวันและเวลาสิ้นสุดมีค่าน้อยกว่าวันและเวลาเริ่มต้น ระบบจะแจ้งเตือนความผิดพลาดที่เกิดขึ้นดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 หน้าจอแจ้งเตือนความผิดพลาดในเรื่องของเวลา

เมื่อผู้ใช้ทำการจัดพิมพ์รายงานเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลการจัดพิมพ์จะได้รับการจัดเก็บในฐานข้อมูล เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลนั้นได้อีก โดยการเรียกดูข้อมูลที่เคยได้จัดพิมพ์ไว้แล้วนั้น ทำได้โดยการกดปุ่ม “Open Report”



รูปที่ 4.19 หน้าจอการแสดงข้อมูลที่เคยได้รับการจัดพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 5
สรุปการพัฒนาระบบ

การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร เป็นการพัฒนาระบบเพื่อช่วยผู้ใช้ในการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าภาย โดยผู้ใช้จำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องของพลังงานไฟฟ้าและการลดพลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างดี โดยอาศัยระบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นนี้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการให้สะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถสรุปการพัฒนาระบบและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปการพัฒนาระบบ

การพัฒนาโครงการนี้เป็นการพัฒนาระบบการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งจะเป็นเครื่องมือสำหรับวิศวกรผู้ดูแลระบบภายในอาคารสามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ซึ่งสามารถสรุปหน้าที่ของระบบที่ได้รับการพัฒนาดังนี้

- แสดงค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของมิเตอร์แต่ละตัวที่ต่ออยู่กับระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับเลือกว่าจะแสดงค่าจากมิเตอร์ใดก็ได้
- แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าของมิเตอร์แต่ละตัวที่ต่ออยู่กับระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับเลือกว่าจะแสดงค่าจากมิเตอร์ใดก็ได้ โดยสามารถแสดงกราฟได้พร้อมกันถึง 4 กราฟ
- สามารถควบคุมการ ตัด-ต่อ โหลดของระบบโดยอัตโนมัติ เมื่อระบบมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่าที่ตั้งไว้
- สามารถควบคุมการ ตัด-ต่อ โหลดของระบบ โดยผู้ใช้สามารถตัดต่อโหลดเองได้ หากโหลดนั้นอยู่ในโหมดผู้ใช้ควบคุม โดยผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนโหมดของโหลดผ่านทางหน้าจอ
- สามารถกำหนดค่ารายละเอียดของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบ เช่น มิเตอร์ และโหลด โดยรายละเอียดเหล่านี้ จะไปปรากฏในหน้าจอ และรายงาน
- สามารถตั้งค่า Setpoint ซึ่งเป็นค่าระดับพลังงานไฟฟ้าอ้างอิงที่ผู้ใช้ตั้งไว้ให้กับระบบเพื่อเป็นเกณฑ์ในการตัดโหลด ในกรณีที่ระบบมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถตั้งค่า Acceptpoint ซึ่งเป็นค่าระดับพลังงานไฟฟ้าอ้างอิงที่ผู้ใช้ตั้งไว้ให้กับระบบ เพื่อเป็นเกณฑ์ในการต่อโหลด ในกรณีที่ระบบมีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดต่ำลงในระดับที่ยอมรับได้
- สามารถกำหนดตารางการทำงานของโหลด โดยสามารถกำหนดรอบการทำงานของโหลดแต่ละตัวได้ถึง 3 รอบ
- จัดทำรายงานรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยเป็นรายงานที่แสดงรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบ
- จัดทำรายงานรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ โดยเป็นรายงานที่แสดงรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับระบบ
- จัดทำรายงานรายละเอียดการ ตัด-ต่อ โหลด โดยเป็นรายงานที่ใช้แสดงรายละเอียดการ ตัด-ต่อ โหลด ภายในระบบ
- แสดงรายละเอียดข้อมูลที่เคยจัดพิมพ์รายงาน ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้เรียกดูข้อมูลที่เคยจัดพิมพ์ได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาโครงการนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าได้จริง โดยการพัฒนาระบบโดยหลักๆ จะเน้นในส่วนที่การทำงานที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถจัดการข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เพื่อให้ระบบสามารถช่วยงานวิศวกรผู้ดูแลระบบภายในอาคาร โดยในส่วนที่ได้รับการพัฒนานั้นจะไม่ได้คำนึงถึงส่วนติดต่อกับมิเตอร์และอุปกรณ์ควบคุมการ ตัด-ต่อ โหลด ดังนั้นหากนำไปใช้งานจริงจำเป็นต้องพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนที่ใช้ในการติดต่อกับมิเตอร์ และอุปกรณ์ควบคุม ตัด-ต่อ โหลด โดยจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของมิเตอร์ และอุปกรณ์ควบคุม ตัด-ต่อ โหลด ให้เหมาะสม ซึ่งต้องอาศัยความรู้และทักษะทางด้านไฟฟ้า นอกจากนี้ในด้านเทคนิคเรื่องของการออกแบบความปลอดภัยของข้อมูลและความเร็วที่สามารถตอบสนองต่อการทำงานของผู้ใช้งาน ยังต้องมีการพัฒนาให้ระบบดียิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ไชยะ แช่มช้อย. 2544. **คู่มือการลดค่าไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ: เอ็มแอนด์อี.

ประพนธ์ อัศวภาณุวัฒน์. 2543. **Delphi Episode II เทคนิคและการพัฒนาโปรแกรมด้วยเดลไฟ.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

Cantu, Marco. 2001. **Mastering Delphi 6.** Alameda, CA: Sybec.

Reisdorph, Kent. 2001. **Teach Yourself: Borland Delphi 4 in 21 Days.** Indianapolis, IN: Sams Publishing.

Shelly, Gary B. et al. 2001. **Systems Analysis and Design.** Boston, MA: Course Technology.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

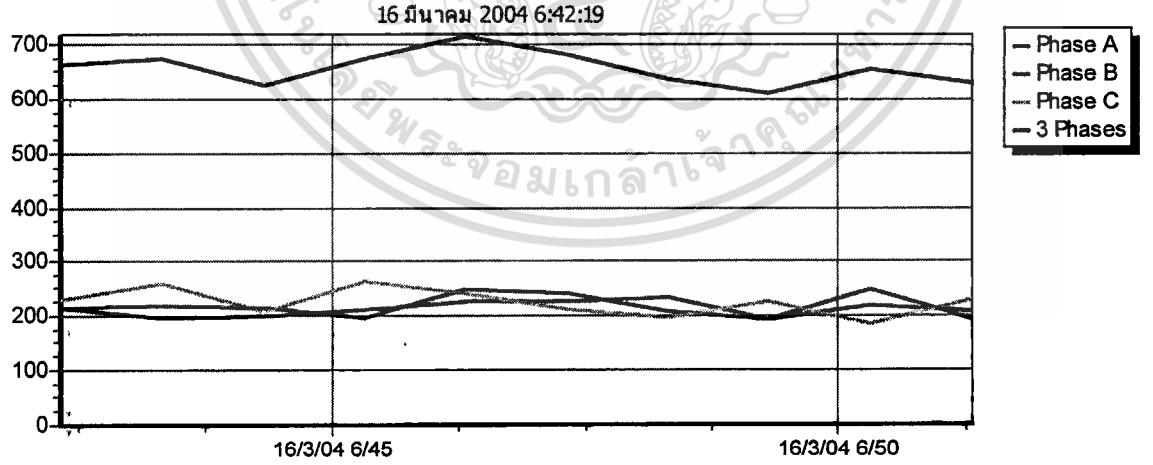
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการใช้พลังงานไฟฟ้า : Consumption Report

วันและเวลาที่ต่อเข้าระบบ 16 มีนาคม 2004 6:42:19

วันและเวลาเริ่มต้น 1 มกราคม 2004 **วันและเวลาสิ้นสุด** 1 เมษายน 2004

วันและเวลา	KWatt Phase A	KWatt Phase B	KWatt Phase C	KWatt Total
16 มีนาคม 2004 6:44:19	200.344	214.980	208.729	624.053
16 มีนาคม 2004 6:45:19	211.912	197.523	262.481	671.917
16 มีนาคม 2004 6:46:19	225.405	247.760	241.443	714.609
16 มีนาคม 2004 6:47:19	228.388	243.432	210.886	682.706
16 มีนาคม 2004 6:48:19	233.329	207.593	196.921	637.843
16 มีนาคม 2004 6:49:19	192.176	192.176	226.617	610.968
16 มีนาคม 2004 6:50:19	220.409	247.553	186.756	654.718
16 มีนาคม 2004 6:51:19	207.360	192.779	229.455	629.593
16 มีนาคม 2004 6:42:19	214.411	214.278	232.237	660.926
16 มีนาคม 2004 6:43:19	195.731	218.177	258.891	672.799



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการเปลี่ยนแปลง : Event Report

ประเภทการเปลี่ยนแปลง ALL

วันและเวลาเริ่มต้น 1 มกราคม 2004 **วันและเวลาสิ้นสุด** 1 มีนาคม 2004

วันและเวลา	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	อุปกรณ์ที่เกิดการเปลี่ยนแปลง
9 กุมภาพันธ์ 2004 0:18:13	ปรับแก้โหมดของโหลดเป็น Schedule Mode	โหลดตัวที่ 3
9 กุมภาพันธ์ 2004 0:18:14	ปรับแก้โหมดของโหลดเป็น Schedule Mode	โหลดตัวที่ 4
9 กุมภาพันธ์ 2004 0:18:16	ปรับแก้โหมดของโหลดเป็น Schedule Mode	โหลดตัวที่ 7
9 กุมภาพันธ์ 2004 0:18:18	ปรับแก้โหมดของโหลดเป็น Schedule Mode	โหลดตัวที่ 8
9 กุมภาพันธ์ 2004 0:19:34	แก้ไข setpoint หรือ acceptpoint	System
28 กุมภาพันธ์ 2004 18:48:50	ปรับแก้โหมดของโหลดเป็น Peak Mode	โหลดตัวที่ 1
28 กุมภาพันธ์ 2004 18:49:05	ปรับแก้โหมดของโหลดเป็น Manual Mode	โหลดตัวที่ 1
28 กุมภาพันธ์ 2004 18:49:09	ปรับแก้โหมดของโหลดเป็น Peak Mode	โหลดตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการเปลี่ยนแปลงสถานะโหลด : Load Change Report

ประเภทการเปลี่ยนแปลง ALL

วันและเวลาเริ่มต้น 1 มกราคม 2004 **วันและเวลาสิ้นสุด** 1 มีนาคม 2004

วันและเวลา	รหัสโหลด	ชื่อโหลด	ประเภทการเปลี่ยนแปลง	โหมด
9 กุมภาพันธ์ 2004	LM002	Motor02	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นเปิด	Manual
13 กุมภาพันธ์ 2004	LM002	Motor02	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นปิด	Manual
28 กุมภาพันธ์ 2004	LM002	Motor02	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นเปิด	Manual
28 กุมภาพันธ์ 2004	LM002	Motor02	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นปิด	Manual
28 กุมภาพันธ์ 2004	LM002	Motor02	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นเปิด	Manual
28 กุมภาพันธ์ 2004	LM002	Motor02	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นปิด	Manual
28 กุมภาพันธ์ 2004	LM002	Motor02	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นเปิด	Manual
28 กุมภาพันธ์ 2004	LM002	Motor02	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นปิด	Manual
9 กุมภาพันธ์ 2004	LM001	Motor01	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นเปิด	Manual
28 กุมภาพันธ์ 2004	LM001	Motor01	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นปิด	Manual
9 กุมภาพันธ์ 2004	LL001	Lamp01	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นเปิด	Manual
28 กุมภาพันธ์ 2004	LL001	Lamp01	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นปิด	Manual
28 กุมภาพันธ์ 2004	LL001	Lamp01	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นเปิด	Manual
28 กุมภาพันธ์ 2004	LL001	Lamp01	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นปิด	Manual
9 กุมภาพันธ์ 2004	LL002	Lamp02	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นเปิด	Manual
28 กุมภาพันธ์ 2004	LL002	Lamp02	ปรับแก้สถานะของโหลดเป็นปิด	Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายชัยธร ลิมาภรณ์วณิชย์
วันเดือนปีเกิด	12 กรกฎาคม พ.ศ. 2520
สถานที่เกิด	อ. บางรัก จ. กรุงเทพ
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2540 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า