



การศึกษาหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียน 12 ชั้น
THE STUDY OF IDENTIFYING THE MEANS IN SAVING
ELECTRIC POWER OF STUDY BUILDING

โดย

นาย กมสัน เตชะกิจจจร

นาย นรากร นรังศิยา

นาย ศุภศิลป์ ฉัตรมณีเวช

นาย สุราษฎร์ สุธารุ่งแสงระวี

วัน เดือน ปี.....5.ต.ค. 2541
เลขทะเบียน.....038597
เลขเรียกหนังสือ.....T.40012 ค.151ก.

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. นิต์ศน์ กฤษณจินดา

อ. สมโภชน์ ประไพ

ปริญญาโทปีการศึกษา 2540

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียน 12 ชั้น

ผู้จัดทำ

1. นาย กมลสัน เตชะกิจขจร
2. นาย นรากร นรังศิยา
3. นาย ศุภศิลป์ ฉัตรมณีเวช
4. นาย สุราษฎร์ สุธารุ่งแสงระวี

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. นิตสัน กฤษณจินดา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. สมโภชน์ ประไพ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญรูป	III
สารบัญตาราง	V
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	2
2.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ต่างๆ	2
2.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าเกี่ยวกับระบบรวม	24
2.3 การวิเคราะห์ค่าไฟฟ้า	30
บทที่ 3 การติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์ริง	34
3.1 หลักการติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์ริง	34
3.2 การติดต่อระหว่างเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์ริงกับคอมพิวเตอร์	38
3.3 การแสดงข้อมูลที่บันทึกได้จากเครื่องมือวัด	40
บทที่ 4 การอธิบายส่วนโปรแกรม	43
4.1 ลักษณะโปรแกรม	43
4.2 ข้อกำหนดสำหรับโปรแกรม	44
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	55
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
เอกสารอ้างอิง	

การศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร12 ชั้น

นาย คมสัน เตชะกิจขจร
นาย นรากร นรังศิยา
นาย สุภศิศิลป์ ฉัตรมณีเวช
นาย สุราษฎร์ สุธารุ่งแสงระวี
ผศ. นิตส์น กฤษณจินดา อาจารย์ที่ปรึกษา
 อ. สมโภชน์ ประไพ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้เป็นการศึกษาและหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคาร12ชั้น โดยทำการเสนอแนะแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยใช้วิธีการต่างๆ ร่วมกับการใช้เครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์ริง และเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นองค์ประกอบในการพิจารณาแนวทางการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ประหยัดที่สุด

THE STUDYING OF IDENTIFYING THE MEANS IN SAVING
ELCTRIC POWER OF SYUDY BUILDING

Komson Techakijkachoan

Narakorn Narangsiya

Suphasilp Chatmaneevech

Surat Sutharungsangravee

Assist.Prof. Nitad Krisanachinda Advisor

Sompotsh Prapai Advisor

1997

ABSTRACT

The main objective of this thesis are to study and identify the most effective means of study in electric power of study building (Building - E) through various suggestion of energy saving method which utilizing Power Monitoring Tool; and writing computer program as a component in identifying the most effective way.

สารบัญรูป

	หน้า
รูป 2.1 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	8
รูป 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์	8
รูป 2.3 กราฟแสดงอายุการใช้งานของหลอดไฟเมื่อใช้กับบัลลาสต์แบบธรรมดาและบัลลาสต์แบบอิเล็กทรอนิกส์	9
รูป 2.4 กราฟแสดงการคงค่าความส่องสว่างเมื่อใช้หลอดไฟกับบัลลาสต์ต่างๆ	10
รูป 2.5 ผลการซ่อมบำรุงที่ถูกต้องสำหรับอาคารที่มีการซ่อมบำรุงไม่ดี	13
รูป 2.6 แสดงความสัมพันธ์ของกำลังงานที่ทำให้เกิดงานกำลังรีแอกทีฟและกำลังงานปรากฏ	28
รูป 3.1 การเดินสายในการติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์	35
รูป 3.2 รูปแสดงการติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์	36
รูป 3.3 รูปแสดงการเดินสายจากเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์เข้าสู่ MDB-A	36
รูป 3.4 รูปแสดงแผงหน้าปัดของเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์ขณะทำงาน	37
รูป 3.5 รูปแสดงการถ่ายข้อมูลระหว่างเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์กับคอมพิวเตอร์	37
รูป 3.6 รูปแสดงการติดต่อระหว่างเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์กับคอมพิวเตอร์โดยสายเคเบิล RS-232 ทั้งระยะสั้นและระยะไกล	38
รูป 3.7 แสดงการต่อสาย RS-232 เข้ากับพอร์ต DB9	39
รูป 4.1 Flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรม	45
รูป 4.2 Flowchart แสดงส่วนการจัดห้องเรียน	46
รูป 4.3 แสดงลักษณะหน้าต่างโปรแกรม	47
รูป 4.4 แสดงส่วนรับข้อมูลในส่วนภาวะไฟฟ้าแต่ละห้อง	48
รูป 4.5 แสดงส่วนรับข้อมูลในส่วนสูตรการคิดค่าไฟฟ้า	49
รูป 4.6 แสดงส่วนรับข้อมูลในส่วนภาวะไฟฟ้าส่วนกลางและแบ่งช่วงเวลา	49
รูป 4.7 แสดงส่วนรับข้อมูลในส่วนการแบ่งช่วงเวลาในการคิดค่าไฟฟ้า	50
รูป 4.8 แสดงค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของภาวะไฟฟ้าส่วนกลาง	51
รูป 4.9 แสดงการใช้ห้องเรียนต่างๆเมื่อคิดเฉพาะภาวะไฟฟ้าส่วนกลาง	52
รูป 4.10 แสดงผลการคำนวณค่าไฟฟ้า	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 4.11 แสดงค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ของภาระไฟฟ้าส่วนกลางกับห้องเรียนที่ 1	53
รูป 4.12 แสดงการใช้ห้องเรียนต่างๆเมื่อคิดเฉพาะภาระไฟฟ้าส่วนกลางกับ ห้องเรียนที่ 1	54
รูป 4.13 แสดงผลการคำนวณค่าไฟฟ้ากับห้องเรียนที่ 1	54



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 การเปรียบเทียบขนาดวัตต์ ฟลักซ์การส่องสว่างและประสิทธิภาพ ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงและหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบธรรมดา	3
ตาราง 2.2 ตารางแสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่กำหนดในพระราชบัญญัติ การส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงานแยกตามประเภทสถานประกอบการ	4
ตาราง 2.3 แสดงขนาดเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งจริงกับที่เหมาะสมในอาคาร 12 ชั้น ทั้ง 12 ชั้น	23
ตาราง 3.1 แสดงการใช้พลังงานแต่ละประเภทในแต่ละวัน	40



บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 12 ชั้น แบ่งได้ 2 ส่วน คือ

1. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบด้วย
 - ระบบแสงสว่าง
 - ระบบปรับอากาศ
2. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าเกี่ยวกับระบบรวม ซึ่งประกอบด้วย
 - การควบคุมความต้องการไฟฟ้าสูงสุด
 - การแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

2.1 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

2.1.1 ระบบแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้าที่ดีคือ ระบบที่ทำให้การประกอบกิจการต่างๆ ดำเนินไปอย่างประสิทธิภาพสูง มีความปลอดภัย การที่จะให้ได้มาซึ่งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ดีสามารถประหยัดพลังงานได้นั้นจะขึ้นกับผู้ออกแบบ ผู้ใช้งานและผู้เป็นเจ้าของ ผู้ออกแบบจะต้องเลือกอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับการใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องรู้จักใช้คือ เปิดใช้เมื่อต้องการใช้เท่านั้น ส่วนผู้เป็นเจ้าของก็ต้องให้ความเอาใจใส่ตรวจสอบบำรุงและรักษาให้ อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง มีดังนี้

1. การทำความเข้าใจกับพื้นที่ที่จะใช้แสงสว่าง
2. การเลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมให้เหมาะสม
3. การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
4. การซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

1 การทำความเข้าใจกับพื้นที่ที่จะใช้แสงสว่าง

ควรพิจารณาหรือเลือกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ ด้วย เช่น การใช้สีทาที่ฝาผนังเพดานและพื้นควรใช้สีที่ให้ผลในการส่องสว่างสูง

สัมประสิทธิ์ของการสะท้อนแสง เป็นดังนี้

- สีขาว 60 - 80 %
- สีครีม 50 - 60 %
- สีอ่อน 35 - 55 %

2 การเลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมให้เหมาะสม

ประกอบด้วย หลอดฟลูออเรสเซนต์ และ บัลลาสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ในปัจจุบัน เพื่อการประหยัดพลังงานเราควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงก็เป็นหลอดอีกชนิดหนึ่งที่ได้มีการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา คือให้กำลังส่องสว่างเท่ากัน แต่กินไฟน้อยกว่า สามารถนำไปสวมกับขาหลอดเดิมได้ทันที โดยไม่ต้องเปลี่ยนบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์

นอกจากนี้ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ประสิทธิภาพสูงยังมีประสิทธิภาพแสงดีกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา ซึ่งประสิทธิภาพสามารถหาได้จากสมการที่ 1

$$\text{ประสิทธิภาพแสง(lumen/watt)} = \frac{\text{ฟลักซ์การส่องสว่างของหลอด}}{\text{วัตต์รวมบัลลาสต์}} \quad (1)$$

ซึ่งจากสูตรนี้เราสามารถนำไปหาค่าประสิทธิภาพแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ต่างๆ ดังตารางที่ 2.1

ลำดับ	ชนิด	ขนาด		ฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิภาพแสง(ลูเมน/วัตต์)
		วัตต์	วัตต์รวมบัลลาสต์		
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา	20	30	1030	34.33
2	หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง	18	28	1030	36.78
3	หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา	40	50	2600	52.00
4	หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง	36	46	2600	56.22

ตาราง 2.1 การเปรียบเทียบขนาดวัตต์ ฟลักซ์การส่องสว่างและประสิทธิภาพแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงและหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา

สำหรับราคาหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงจะประหยัดกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา โดยใช้สูตรในการคำนวณดังสมการที่ 2 และ 3 นี้

$$\text{จำนวนหน่วยที่ใช้} = \frac{\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน}}{1,000} \quad (2)$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = \text{จำนวนหน่วยที่ใช้} \times \text{ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย} \quad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินค่าการใช้ไฟฟ้าในอาคาร

ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน จะกำหนดให้มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ ดังนี้

อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ จะต้องใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกินค่าที่แสดงในตารางที่ 2.2 นี้

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัดต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
(ก) สำนักงาน โรงแรม สถานศึกษา และ โรงพยาบาล สถานพักฟื้น	16
(ข) ร้านขายของ ซูเปอร์มาร์เก็ต หรือ ศูนย์การค้า	23

ตาราง 2.2 ตารางแสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่กำหนดในพระราชบัญญัติการส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงานแยกตามประเภทสถานประกอบการ

โดยค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่ติดตั้งในอาคาร คือ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งในเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่อาคารโดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ ให้คำนวณจากสมการที่ 4

$$PD = \frac{LW + BW}{GR} \quad (4)$$

PD คือ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่อาคารโดยมีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร

LW คือ ผลรวมของค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอดส่องสว่างทั้งหมดที่ติดตั้งในอาคารโดยมีหน่วยเป็น วัตต์

BW คือ ผลรวมของค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์ทั้งหมดที่ติดตั้งในอาคาร โดยมีหน่วยเป็น วัตต์

GR คือ พื้นที่ใช้งานรวมในอาคาร หน่วย ตารางเมตร

ซึ่งจากพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานดังกล่าว เราจะนำมาพิจารณาอาคาร 12 ชั้น ว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่จอดรถจะใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกินค่าที่กำหนดในพระราชบัญญัติดังกล่าวหรือไม่

จากการสำรวจการระแสงสว่างในอาคาร 12 ชั้น และพื้นที่ใช้งานในอาคาร โดยพื้นที่ใช้งานในอาคารจะประกอบด้วย พื้นที่ในห้องต่างๆ ห้องน้ำ และพื้นที่ส่องสว่างส่วนกลางในอาคาร มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ชั้นที่ 1</u>	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดยาว	จำนวน	446	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	448	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		3,668.5	ตารางเมตร
<u>ชั้นที่ 2</u>	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดยาว	จำนวน	1,114	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	1,116	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		3,695	ตารางเมตร
<u>ชั้นที่ 3</u>	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดยาว	จำนวน	398	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	400	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		3,695	ตารางเมตร
<u>ชั้นที่ 4</u>	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดยาว	จำนวน	310	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	312	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		1,527.5	ตารางเมตร
<u>ชั้นที่ 5</u>	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดยาว	จำนวน	306	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	308	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		1,545.5	ตารางเมตร
<u>ชั้นที่ 6</u>	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดยาว	จำนวน	446	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	448	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		1,545.5	ตารางเมตร
<u>ชั้นที่ 7</u>	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดยาว	จำนวน	450	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	452	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		1,545.5	ตารางเมตร
<u>ชั้นที่ 8</u>	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดยาว	จำนวน	334	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	336	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		1,545.5	ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ชั้นที่ 9</u>	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดยาว	จำนวน	328	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	330	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		1,545.5	ตารางเมตร
<u>ชั้นที่ 10</u>	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดยาว	จำนวน	318	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	320	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		1,545.5	ตารางเมตร
<u>ชั้นที่ 11</u>	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดยาว	จำนวน	291	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	293	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		1,545.5	ตารางเมตร
<u>ชั้นที่ 12</u>	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดยาว	จำนวน	627	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดสั้น	จำนวน	2	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	629	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		1,545.5	ตารางเมตร
สรุปแล้วพบว่า อาคาร 12 ชั้น ประกอบด้วย				
	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดยาว	จำนวน	5,388	หลอด
	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดสั้น	จำนวน	24	หลอด
	บัลลาสต์	จำนวน	5,412	หลอด
	พื้นที่ใช้งานรวม		24,950	ตารางเมตร

โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงมี 2 ขนาดคือ ขนาดสั้น ขนาด 18 W และ ขนาดยาว ขนาด 36 W โดยนำผลการวิเคราะห์โหลดแสงสว่างในอาคาร 12 ชั้น โดยหากดำเนินการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ 20 W เป็น หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง 18 W และ เปลี่ยน หลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 W เป็น หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง 36 W จะแสดงการประหยัดพลังงานได้ดังนี้ โดยพิจารณาอายุการใช้งานประมาณ 7,500 ชั่วโมง

จะพบว่าหากทำการเปรียบเทียบหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงขนาดยาวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดาขนาดยาว พบว่าจะประหยัดกำลังไฟฟ้า 4 W ต่อหลอด ถ้าเป็นขนาดสั้นจะประหยัดกำลังไฟฟ้า 2 W ต่อหลอด ถ้าทำการเปรียบเทียบโดยใช้อาคาร 12 ชั้นเป็นตัวอย่างจะพบว่าหากใช้หลอดประสิทธิภาพสูงทั้งอาคารจะประหยัดกำลังไฟฟ้าได้ $(5388 \times 4) + (24 \times 2) = 21,600 \text{ W}$ ซึ่งจากสูตรการคิดจำนวนหน่วยที่ใช้ที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า จะประหยัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
162,000 หน่วย ถ้าคิดค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยเท่ากับ 1.0582 บาท/หน่วย จะพบว่าหากเราใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดประสิทธิภาพสูงทั้งอาคาร 12 ชั้นจะทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าเป็นมูลค่า (162000×1.0582)
 $= 171,428.40$ บาท ตลอดอายุการใช้งานของหลอดประสิทธิภาพสูง(กำหนดให้ จำนวนชั่วโมง
 การทำงานเป็น 7,500 ชั่วโมง) ซึ่งจากเดิมที่ต้องเสียดำล้างไฟฟ้าทั้งหมด $(5388 \times 40) + (24 \times 20)$
 $= 216,000$ W 1,620,400 หน่วย ค่าไฟฟ้า 1,714,284 บาท

สรุป หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงเมื่อนำมาใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์
 ธรรมดาที่ความสว่างเท่ากันจะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 5 - 10 % หลอดฟลูออเรสเซนต์
 ประสิทธิภาพสูงสามารถสวมใส่แทนหลอดเก่าได้ทันที ซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพ
 สูงและหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดาเมื่ออายุการใช้งานและราคาเท่ากันอีกด้วย ดังนั้นเมื่อหลอด
 เก่าเสียโปรดนึกถึงหลอดประสิทธิภาพสูง

และจากข้อมูลที่ได้สามารถนำมาคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วย
 พื้นที่อาคารโดยไม่รวมพื้นที่จอดรถได้ดังนี้

$$LW = (5388 \times 36) + (24 \times 18) = 194,400 \text{ วัตต์}$$

$$BW = 5412 \times 10 = 54,120 \text{ วัตต์}$$

$$GR = 24,950 \text{ ตารางเมตร}$$

$$PD = \frac{LW + BW}{GR} = \frac{194,400 + 54,120}{24,950} = 9.96 \text{ วัตต์ต่อตารางเมตร}$$

ซึ่งค่า PD ที่ได้ จะเห็นว่าอาคาร 12 ชั้น มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วย
 พื้นที่อาคารไม่เกินค่าที่กำหนด คือ 16 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมและ
 อนุรักษ์พลังงาน จะเห็นว่า อาคาร 12 ชั้นนั้นมีการออกแบบระบบแสงสว่างอยู่ในกฎเกณฑ์ของ
 อาคารประหยัดพลังงานอยู่แล้ว

แต่เราสามารถประหยัดพลังงานได้อีก หากเราทำการเปลี่ยนชนิดของบัลลาสต์จากบัลลาสต์
 ธรรมดาเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ คือ บัลลาสต์ที่มีชุดขั้วอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอด ซึ่งจะสร้าง
 สภาวะการสตาร์ท และการทำงานที่เหมาะสมให้กับหลอด

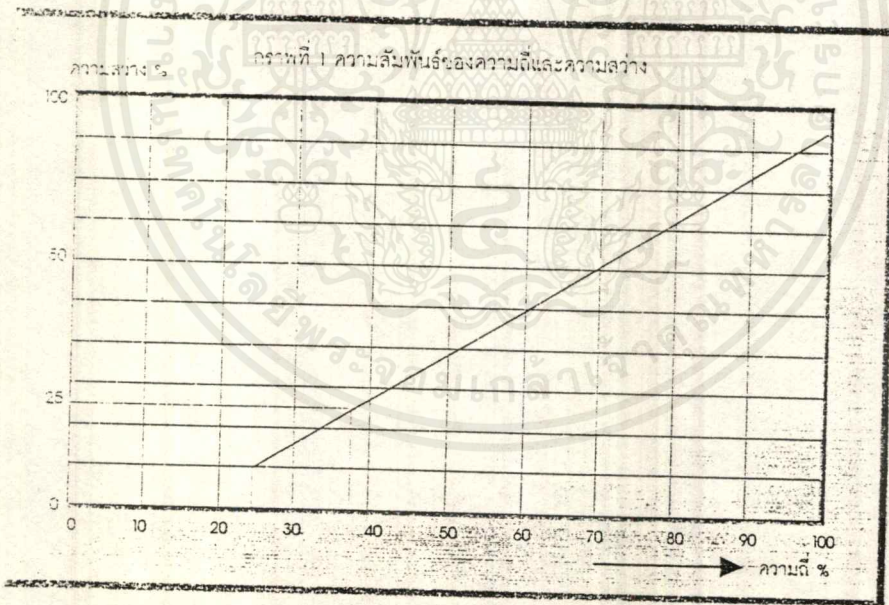
โดยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะประกอบด้วยส่วนประกอบ 5 ส่วนดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อดีของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

1. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ้าใช้งานที่ความถี่สูงขึ้นก็จะได้แสงมากขึ้นดังแสดงในกราฟที่ 1 จึงมีการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีความถี่สูงประมาณ 25 kHz ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา ผลคือหลอดจะกินไฟน้อยลงจากเดิม 36 W เหลือเพียง 32 W และตัวบัลลาสต์จะกินไฟน้อยลงจากเดิม 8 - 12 W เมื่อใช้บัลลาสต์ธรรมดา เหลือเพียง 3.5 - 4.0 W ดังนั้น หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด เมื่อใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะกินไฟรวมทั้งวงจร 36 W ดังรูปที่ 2.2



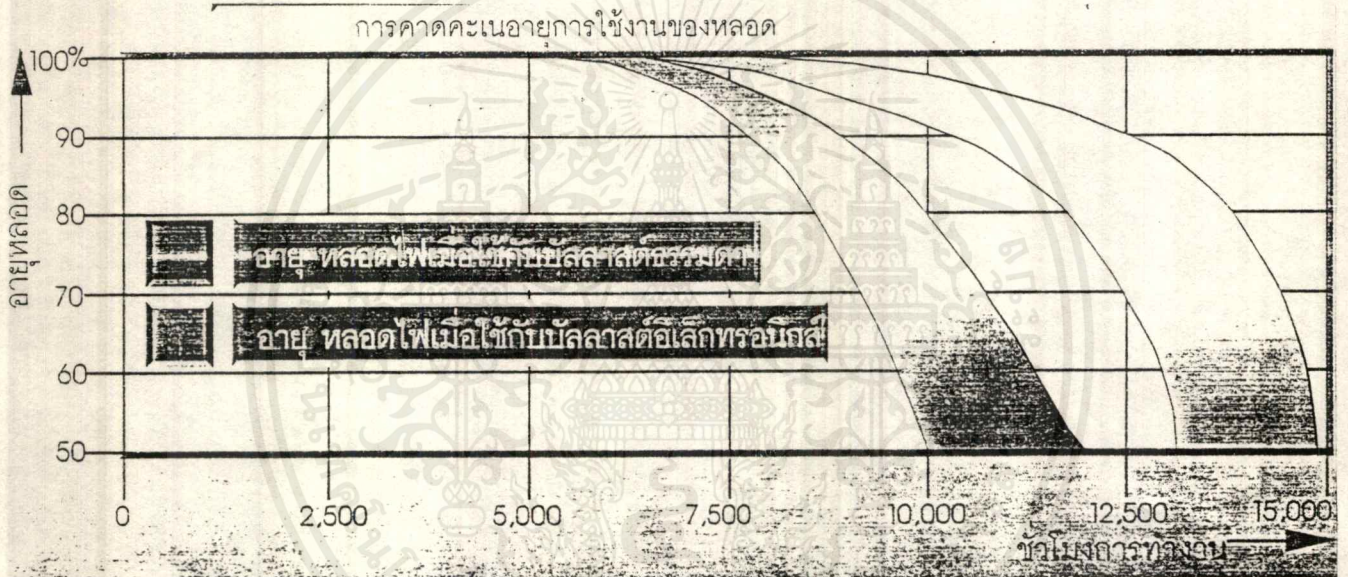
รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์

2. หลอดมีการจุดติดแบบ “ Instant Start ” โดยไม่ต้องใช้ สตาร์ทเตอร์ ทำให้ช่วยในการประหยัดพลังงาน

3. ไม่ต้องการปรับปรุงค่า Power factor กล่าวคือ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ มากกว่า 0.96 ซึ่งต่างกับบัลลาสต์แบบขดลวดสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ซึ่งมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ประมาณ 0.5

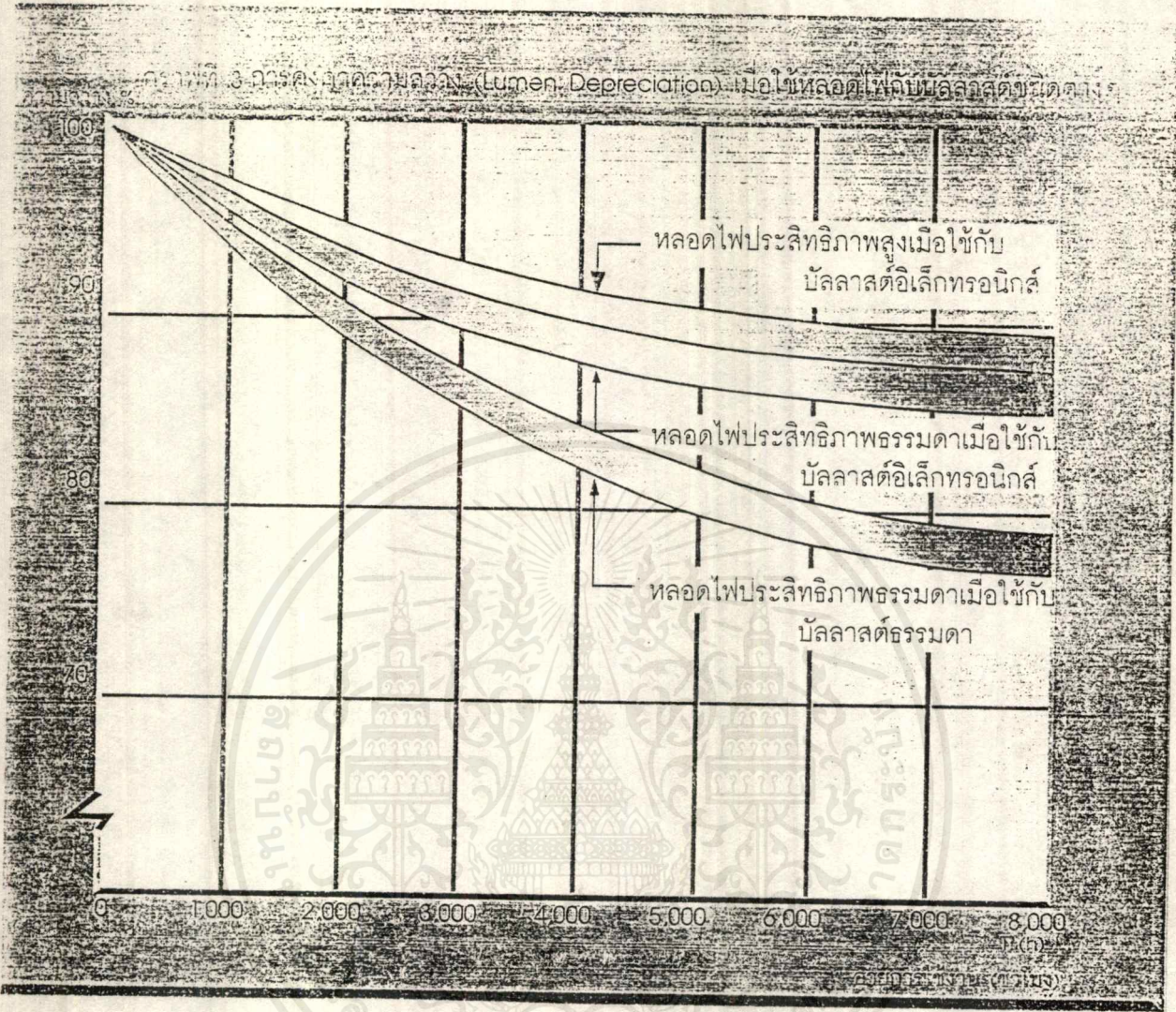
4. อุณหภูมิของตัวบัลลาสต์ต่ำกว่าแบบขดลวด เนื่องจากเกิดกำลังสูญเสียน้อยกว่า

5. อายุการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์เมื่อใช้กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะยาวนาน ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงอายุการใช้งานของหลอดไฟเมื่อใช้กับบัลลาสต์ธรรมดาและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

6. ในแง่ของการคงค่าส่องสว่าง (Lumen Depreciation) เมื่อใช้กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ จะคงค่าความส่องสว่าง ได้ดีกว่า ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงการคงค่าความส่องสว่างเมื่อ ใช้หลอด ไฟกับบัลลาสต์ต่างๆ

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกซื้อ เลือกใช้ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1. คุณภาพของบัลลาสต์
2. ความปลอดภัยในการใช้งาน , การรบกวนสนามแม่เหล็กไฟฟ้า(ต้องไม่ส่งผลไปรบกวนอุปกรณ์อื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียง เช่น เครื่องมือวัดทางการแพทย์ , โทรศัพท์มือถือ , รีโมทโทรทัศน์ หรือ ได้รับอิทธิพลจากอุปกรณ์อื่นๆ มารบกวนต่อประสิทธิภาพการทำงานของบัลลาสต์)
3. อายุการใช้งานและระยะเวลา

ได้มีการพิจารณาเกี่ยวกับระยะเวลาที่เกี่ยวข้องกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 3 ระยะเวลา

คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อายุการใช้งานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

เนื่องจากบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีชิ้นส่วนภายในมากมาย หากชิ้นส่วนชิ้นใดชิ้นหนึ่งบกพร่องหรือชำรุด ก็จะทำให้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เสียหาย นอกจากนั้น การใช้งานในประเทศไทยหรือภูมิภาคที่อากาศร้อนชื้น ยังมีอุปสรรคเนื่องจากชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถทนต่อความร้อน, ความชื้น จึงมีผลต่ออายุการใช้งาน เช่น หากใช้งานในอุณหภูมิห้อง 25 องศา ในยุโรปบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะมีอายุการใช้งาน 10 ปี เมื่อนำมาใช้ในแระเทรร้อนชื้น อุณหภูมิห้อง 35 องศา อาจมีอายุลดเหลือเพียง 5 ปีเป็นต้น

- ระยะเวลาประกัน

- ระยะเวลาคืนทุน

ถ้าหากว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีอายุการใช้งานสั้นกว่าระยะเวลาคืนทุน หรือระยะเวลาใช้งานสั้นกว่าระยะเวลาคืนทุน ก็จะทำให้เสี่ยงในการเลือกใช้งานมาก ความเหมาะสมในการใช้งานขึ้นกับ จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อปี ราคาบัลลาสต์ อัตราค่าไฟฟ้า เป็นต้น

เมื่อเราพิจารณาอาคาร 12 ชั้น ถ้าเราเปลี่ยนจากบัลลาสต์ชนิดหลอดธรรมดามาเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ จะมีระยะเวลาคืนทุนเป็นเท่าใด เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมว่าควรจะเปลี่ยนเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไม่

จากการสำรวจอาคาร 12 ชั้น พบว่า มีการใช้บัลลาสต์ ทั้งหมด 5412 ตัว ซึ่งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ขนาด 36 วัตต์ สามารถลดพลังงานลงได้ 12 วัตต์ต่อชุด และขนาด 18 วัตต์ จะสามารถลดพลังงานไฟฟ้าลงได้ 7 วัตต์ต่อชุด ดังนั้น

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} = \frac{[(5388 \times 12) + (24 \times 7)] \times 12 \times 260}{1000}$$

$$= 202,250.88 \text{ kWhr/ปี}$$

$$\text{คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้} = 202250.88 \times 2.16$$

$$= 436,861.90 \text{ บาท/ปี}$$

ซึ่งราคากลางของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งขนาด 36 วัตต์และ 18 วัตต์ นั้นทั้งแบบไม่คิดและคิดภาษีมูลค่าเพิ่ม 10% นั้นเท่ากับ 402 และ 442 บาทตามลำดับ ค่าแรงการเปลี่ยน 30 บาท

$$\text{รวมเป็นเงิน} (5412 \times 442) + (5412 \times 30) = 2,554,464 \text{ บาท}$$

$$\text{ระยะคืนทุน} = \frac{2,554,464}{436,861.90} = 5.84 \text{ ปี}$$

$$436,861.90$$

เนื่องจากบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีหลายยี่ห้อ ราคาจึงแตกต่างกัน อายุการใช้งานต่างกัน ระยะเวลาในการรับประกันต่างกัน ดังนั้นจากระยะคืนทุนที่สามารถหามาได้เราก็นำไปเปรียบเทียบกับเพื่อเลือกบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่จะทำให้ได้ระยะคืนทุนน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงวันเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม เพื่อประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย

การปิด-เปิดระบบแสงสว่างที่จะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานทำได้ดังนี้

- การปิดไฟแสงสว่างเป็นบางส่วน เช่น ในบริเวณที่ใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ได้
- ใช้สวิทช์ควบคุมปิดเปิด 2 ทางเพื่อให้สามารถควบคุมการใช้ไฟแสงสว่างที่จุดต่างๆ ที่เหมาะสมโดยมีตัวบอก (Indicator) เพื่อบอกให้ทราบสถานะการทำงานของหลอดไฟที่แผงสวิทช์
- ใช้อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติต่างๆ เช่น การตั้งเวลาปิด-เปิด ใช้สวิทช์ที่ควบคุมด้วยปริมาณแสง ตลอดจนใช้อุปกรณ์ที่สามารถตั้งโปรแกรมได้ เช่น ระบบ BAS

4 การซ่อมบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เมื่อใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นระยะเวลาหลายๆ จะพบว่า ความสว่างจะลดลงตามเวลา พบว่ามีแฟคเตอร์หลายค่าที่มีผลต่อการลดของค่าความสว่างจากระบบแสงสว่าง

- ผลของอุณหภูมิ

หลอดไฟแสงสว่างบางชนิด เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ จะให้ปริมาณฟลักซ์ส่องสว่างเปลี่ยนแปลงไปถ้าอุณหภูมิรอบๆ เปลี่ยนไป การใช้งานประเภทนี้ต้องเลือกใช้สถานที่ที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่หลอดสามารถให้แสงออกมาได้สูงสุด

- ผลของระดับแรงดันไฟฟ้า

ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้โคมเปลี่ยนไปจากค่าพิกัดของหลอดไฟและอุปกรณ์ประกอบ จะทำให้คุณสมบัติการทำงานของหลอดเปลี่ยนแปลงไป มีผลทำให้ปริมาณ ฟลักซ์ส่องสว่างเปลี่ยนไป ดังนั้น จึงควรทำการสำรวจระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ในปัจจุบันว่าได้รับแรงดันตรงตามพิกัดหรือไม่

- ผลของบัลลาสต์

การใช้บัลลาสต์ต่างชนิดกันจะให้ผลลัพธ์ต่างกัน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อฟลักซ์การส่องสว่างของหลอด เพื่อหลีกเลี่ยงผลที่จะเกิดขึ้นจึงควรเลือกใช้บัลลาสต์ให้เหมาะสมกับหลอดแต่ละชนิด

- ผลจากการเสื่อมสภาพของวัสดุต่างๆที่ใช้ทำโคมไฟ

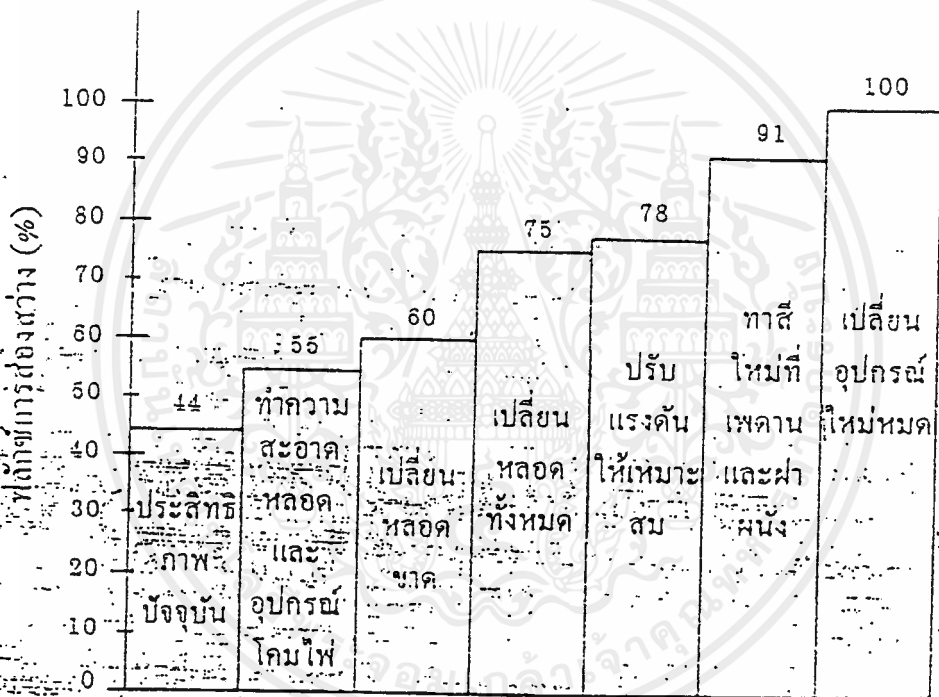
หลังจากใช้งานไปเป็นเวลานานๆ วัสดุต่างๆ จะมีการเปลี่ยนสภาพ เช่น แผ่นสะท้อนแสงที่มีผิวไม่เรียบ เพราะถูกกัดกร่อนจากไอน้ำในบรรยากาศรอบๆ ทำให้สะท้อนแสงได้น้อยลง เป็นต้นในการเลือกใช้งานโคมไฟ จึงต้องเลือกโคมไฟที่ผลิตจากวัสดุชั้นดี มีคุณภาพสูง

- ผลจากเพดาน ผ่นังและพื้นห้องสกปรกหรือสีหมองคล้ำลง

วัสดุที่ใช้ทำผ่นัง เพดาน และพื้นห้อง หรือสีที่ใช้ทาสีต่างๆ เหล่านี้จะมีสีหมองคล้ำ เนื่องจากเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน เกิดความสกปรกขึ้น ทำให้แสงสว่างที่สะท้อนส่วนต่างๆ เหล่านี้ตกกระทบบนพื้นทำงานน้อยลง

- ผลจากดวงโคมสกปรก

ฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่างๆ จะสะสมเกาะติดอยู่ที่ตัวโคมไฟ ทำให้ประสิทธิภาพของดวงโคมลดลง การกระจายแสงเปลี่ยนไปและปริมาณฟลักซ์ส่องสว่างที่ได้จะลดลง ดังนั้นจึงควรทำความสะอาดดวงโคมเป็นประจำ



รูปที่ 2.5 ผลของการซ่อมบำรุงที่ถูกต้องสำหรับอาคารที่มีการซ่อมบำรุงไม่ดี

รูปที่ 2.5 แสดงผลดีจากการซ่อมบำรุงรักษาที่ถูกต้องสำหรับอาคารธุรกิจแห่งหนึ่ง ซึ่งเดิมมีการซ่อมบำรุงไม่ดี จะเห็นว่าเพียงแค่เปลี่ยนหลอดไฟ และทำความสะอาดอุปกรณ์ทั้งหมดก็จะทำให้ได้ปริมาณฟลักซ์การส่องสว่างที่เปล่งออกมาจากหลอดสูงขึ้นไปเป็น 75 %

2.1.2 ระบบปรับอากาศ

การประหยัดพลังงานโดยการออกแบบอาคารและระบบปรับอากาศที่เหมาะสม

ระบบปรับอากาศเป็นส่วนที่มีอัตราการใช้พลังงานอยู่ในเกณฑ์สูง การออกแบบระบบปรับอากาศให้ประหยัดพลังงาน จะต้องคำนึงถึงตัวแปรอื่นๆที่เกี่ยวข้อง และต้องพิจารณาให้เหมาะสมและครอบคลุมสภาพแวดล้อมอื่นๆ ซึ่งจะทำให้ได้หลักการและวิธีการออกแบบระบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และได้ระบบที่ใกล้เคียงขึ้นกับองค์ประกอบ 3 ข้อ ดังนี้

1. สัมพันธ์กับงานด้านสถาปัตยกรรมและอื่นๆ ดังนี้

1.1 การจัดทิศทางของอาคาร

จากผลของการแผ่รังสีความร้อน ประเทศในเขตร้อนควรจะออกแบบอาคารให้หลีกเลี่ยงการแผ่รังสีความร้อนให้มากที่สุด สถาปนิกควรคำนึงถึง ส่วนที่ยาวที่สุดของอาคาร รวมถึงหน้าต่างควรหันหน้าไปทางทิศเหนือและใต้ เพื่อลดการรับความร้อนเข้ามาภายในอาคาร โดยการส่งผ่านความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน

1.2 อาคารฉนวนข้างเคียง

ถ้าอาคารถูกบังแสงโดยอาคารฉนวนข้างเคียง การรับความร้อนเข้ามาภายในอาคาร โดยการส่งผ่านความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนจะลดลงไปอย่างมาก ผลดังกล่าวจะเหมือนการมีม่านกันแสงด้านนอกอาคาร นอกจากนี้อาคารข้างเคียงยังช่วยบังลมที่จะปะทะกับอาคารให้ลดลงน้อยที่สุด ซึ่งเป็นผลให้

- ลดการรั่วของปริมาณอากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าที่ผ่านเข้าตามกรอบประตูและหน้าต่างเป็นผลให้ลดการระคายความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) และความร้อนแฝง (Latent Heat) ภายในพื้นที่ปรับอากาศ

- ลดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายความร้อนของผนังอาคาร เนื่องจากการเกิดฟิล์มของอากาศที่ผนังอาคาร ซึ่งจะเป็นฉนวนความร้อนดีกว่า

1.3 การใช้ผิวสะท้อนแสง , การจกสะท้อนแสง

ผิวสะท้อนแสงจะช่วยสะท้อนแสงและความร้อน ที่จะเข้าไปภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ ปริมาณแสงและความร้อนที่จะสะท้อนได้ขึ้นกับสัมประสิทธิ์การสะท้อนของวัสดุที่ใช้

1.4 รูปร่างอาคาร

ผู้ออกแบบควรเลือกรูปร่างของอาคารที่จะการรับความร้อนเข้าสู่อาคารให้น้อยที่สุด อาคารในประเทศเขตร้อน อาคารควรมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยให้หันส่วนแคบของอาคารไปทางทิศตะวันตกและตะวันออก

1.5 ผนังอาคาร

ควรทำด้วยวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ (U-VALVE) เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 หน้า หน้า 4 นิ้ว จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน มากกว่า ผนังก่อด้วยคอนกรีตบล็อกฉาบปูน 2 หน้า หน้า 4 นิ้ว

1.6 หลังคา

ควรบูรณฉนวนกันความร้อน และควรให้มีการระบายอากาศที่ดี ไม่ควรติดตั้งกระจกช่องแสงบนหลังคา

1.7 หน้าต่าง

ควรทำด้วยกระจกสีชา หรือกระจกสะท้อนแสง กระจกสีชาดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ 50% จะมีค่าตัวประกอบการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่ากระจกธรรมดาประมาณ 27% ในอาคารปรับอากาศควรมีหน้าต่างให้น้อยที่สุด

การใช้กระจกสองชั้น จะช่วยลดการส่งผ่านความร้อนได้มาก เช่น กระจก 2 ชั้นที่กระจกชั้นนอกเป็นกระจกแบบดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ 50% และชั้นในเป็นกระจกธรรมดา จะมีค่าตัวประกอบการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่ากระจกใสชั้นเดียวประมาณ 40%

2. การประเมินภาระความเย็น

ภาระความเย็นจะถูกประเมินเพื่อเป็นรากฐานในการเลือกอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ การหาข้อมูลอย่างละเอียดเพื่อประเมินภาระความเย็น สำหรับอาคารที่จะติดตั้งระบบปรับอากาศ รวมถึงการประเมินความเย็นที่ต้องการในหลายๆเวลา ต่างๆกัน จะทำให้สามารถหาภาระความเย็นที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดจากภาระความเย็นที่ประเมินได้รวมถึงลักษณะการใช้งานของอาคาร จะสามารถเลือกระบบปรับอากาศ ขนาดเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้เหมาะสมและใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

3. การเลือกอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ

ภายหลังจากที่ได้ประเมินภาระความเย็นที่ต้องการแล้ว จะต้องมีการเลือกขนาดอุปกรณ์ที่มีขนาดเหมาะสมกับภาระที่ประเมินไว้ การถ่ายลบบริเวณพื้นที่ปรับอากาศ จะต้องอยู่ในภาวะเหมาะสมเพื่อชดเชยกับความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง

ระบบปรับอากาศและวิธีการที่จะใช้ในการควบคุมสภาวะอากาศภายในอาคารมีหลายแบบ ในการเลือกใช้ระบบต่างๆ จะต้องพิจารณาข้อดีข้อเสีย และตัดสินใจเลือกระบบที่ดีที่สุด การแปรเปลี่ยนของภาระความร้อน ความต้องการในการแบ่งโซน เนื้อที่ที่มีอยู่ และราคาเป็นตัวแปรที่จะกำหนดชนิดของระบบปรับอากาศที่เราจะเลือกใช้

การวิเคราะห์โหลดการปรับอากาศ

การจำแนกโหลด (Load Classifications)

การคำนวณโหลดทำความเย็นเกี่ยวกับความร้อนที่ได้รับ 2 ชนิด

- (1) ความร้อนสัมผัส ซึ่งเคลื่อนที่เข้ามาหรือเกิดจากภายในพื้นที่ที่จะเป็นสาเหตุทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นภายในพื้นที่นั้น
- (2) ความร้อนแฝง ซึ่งอยู่ในรูปของไอน้ำโดยที่ถึงแม้ว่าจะไม่เป็นสาเหตุทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่ก็สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของอากาศในพื้นที่ ซึ่งเป็นผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น

ความร้อนสัมผัสที่ได้รับภายในพื้นที่รวมถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1) การส่งถ่ายความร้อนผ่านโครงสร้างของอาคารทำให้เกิดผลของการนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน
- 2) ความร้อนสัมผัสที่นำเข้ามาเกี่ยวกับอากาศภายนอก ซึ่งทำให้เกิดการระบายอากาศ
- 3) ความร้อนสัมผัสที่เกิดขึ้นโดยผู้อาศัยภายในอาคาร
- 4) ความร้อนสัมผัสที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่โดยแสงแดด เครื่องจักร มอเตอร์และอื่นๆ

ความร้อนแฝง (ไอน้ำ) ที่ได้รับสามารถจำแนกได้ดังนี้

- 1) ความร้อนแฝงจากอากาศภายนอก (ทั้งที่มาจากการระบายอากาศและที่เข้ามายังพื้นที่)
- 2) ความร้อนแฝงจากผู้อาศัยภายในอาคาร

การจำแนกโหลดนั้นสามารถแบ่งได้อีก ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้กันโดยแบ่งตามแหล่งกำเนิดความร้อนดังนี้

- 1) โหลดภายนอก ถ้าโหลดนั้นมาจากสถานที่ที่ไม่มีการปรับอากาศ โหลดเหล่านี้อาจเป็นทั้งความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง
- 2) โหลดภายใน ถ้าโหลดนั้นเกิดขึ้นภายในพื้นที่การปรับอากาศ โหลดนี้อาจเป็นทั้งความร้อนสัมผัสหรือความร้อนแฝง

ปัจจุบันนี้การควบคุมทั้งอุณหภูมิและความชื้นมีแนวโน้มเป็นไปอย่างถูกต้องมากขึ้น ไม่เพียงแต่จะให้การปรับอากาศทำงานได้ดีขึ้น แต่ต้องการสภาวะอากาศที่สมบูรณ์มากขึ้นด้วย ในทำนองเดียวกัน โหลดการปรับอากาศที่มีความยุ่งยากต้องการที่จะได้การวิเคราะห์อย่างถูกต้องภายในอาคารและการคำนวณอย่างละเอียดในชนิดของโหลด ความถูกต้องในการประมาณค่าการทำความร้อนและความเย็นต้องมีรายละเอียดของข้อมูลลักษณะของอาคารและและตัวประกอบต่างๆของโหลด ดังนั้นควรระลึกไว้เสมอว่าการคำนวณโหลดเป็นเพียงการคำนวณให้มีความถูกต้องเท่ากับข้อมูลที่ใช้เป็นฐาน

โหลดปรับอากาศของอาคาร 12 ชั้นตามแบบที่ติดตั้งเปรียบเทียบกับขนาดที่เหมาะสมที่ควรติดตั้ง

ชั้น 1

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
แผนกการพิมพ์	243000	197921	198000
ประชาสัมพันธ์	50000	50000	50000
E12-105	50000	27389	32000

ชั้น 2

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
E12-201	32000*2	35111	36000
E12-202	32000*2	35111	36000
E12-203	32000*2	35111	36000
E12-204	32000*2	35111	36000
E12-205	32000*2	35111	36000
ธุรการภาคเกษตร	18000*2	34628	18000*2
ห้องคอมพิวเตอร์	18000*2	28368	32000
E12-209	32000*4	129104	32000*4
E12-210	32000*4	129104	32000*4

ชั้น 3

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
E12-301	32000*2	55111	32000,25000
E12-302	32000*2	55111	32000,25000
E12-303	32000*2	55111	32000,25000
E12-304	32000*2	55111	32000,25000
E12-305	32000*2	55111	32000,25000
E12-306	25000	15117	18000
E12-307	25000	15117	18000
E12-308	25000	15117	18000
E12-309	25000	15117	18000
E12-310	32000*4	135846	25000*5,15000
E12-311	32000*4	135846	25000*5,15000

ชั้น 4

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
E12-401	32000*2	55111	32000,25000
E12-402	32000*2	55111	32000,25000
E12-403	32000*2	55111	32000,25000
E12-404	32000*2	55111	32000,25000
E12-405	32000*2	55111	32000,25000
E12-406	32000	26274	32000
E12-407	25000	23806	25000
E12-408	25000	12916	18000
E12-409	25000*4	138727	25000*5,15000
E12-410	25000*3	138727	25000*5,15000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชั้น 5

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
E12-501	25000	0	0
E12-502	25000	37992	25000,15000
E12-503	18000*2	38971	25000,15000
E12-504	25000	36552	25000,15000
E12-505	25000	15350	18000
E12-506	18000	21615	25000
E12-507	38000*4	62929	32000*2
E5-1	38000	22368	25000
E12-508	38000*4	44742	32000,12000
E12-509	38000*4	44742	32000,12000

ชั้น 6

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
E12-601	38000*2	58972	48000,12000
E12-602	38000*2	58972	48000,12000
E12-603	38000*2	58972	48000,12000
E12-604	38000*2	36552	38000
E12-605	25000	21352	25000
E12-606	25000	29615	32000
ห้องคอมพิวเตอร์	38000*4,25000	148167	32000*4,25000
E12-608	25000	20469	25000
E12-609	25000	20469	25000
E12-610	25000	20469	25000
E12-611	25000	20469	25000
E12-612	25000	20469	25000

ชั้น 7

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
E12-701	38000*2	33253	18000*2
E12-702	32000*2	38020	38000
E12-703	32000*2	39460	25000,18000
E12-704	48000*4	150053	32000*4,25000
E12-705	25000*3,32000*8	294063	48000*6,12000

ชั้น 8

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
E12-801	48000*4,32000*2	146137	32000*4,18000
E12-802	48000*4,32000*2	146137	32000*4,18000
E12-803	25000	25530	25000
E12-804	25000	25530	25000
E12-805	25000*2	33887	38000
E12-806	25000*2	49887	25000*2
E12-807	25000*2	49887	25000*2
E12-808	32000*2	57646	48000,12000
E12-809	32000*2	57646	48000,12000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้น 9

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
E9-1-2	18000*2,38000	56326	38000,18000
E9-7	25000*4	145027	32000*4,18000
E9-8	48000	37992	38000
E9-10-1	18000	23117	25000
E9-10-2	18000	23117	25000
E9-4-1	18000	23117	25000
E9-4-2	18000	23117	25000
E9-2-1	48000*2	44742	48000
E9-6	38000	28368	12000,18000
E9-3	38000	28368	12000,18000
E9-5	38000	28368	12000,18000
E9-1	48000	44741	48000

ชั้น 10

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
E10-3	32000*4	122376	32000*4
E10-10	32000	28386	18000,12000
E10-4	25000*2	47111	48000
E10-4-2	25000*2	49992	25000*2
E10-5-1	25000	25530*2	25000*2
E10-1-1	48000*2	44741	48000
E10-1-2	48000*2	44741	48000
E10-2-1	48000*2	44741	48000
E12-2-2	48000*2	44741	48000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้น 11

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
สำนักคณะบดี	32000*4	78137	48000,32000
ฝ่ายแผนงาน	32000*4	78137	48000,32000
E11-1	48000*2	53397	38000,18000
E11-2	48000*2	44742	48000
E11-3	38000*2	44742	48000
E11-4	25000*2	37012	38000

ชั้น 12

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
E12-15	25000	20264	25000
E12-14	12000	20264	20000
E12-13	12000	20264	20000
E12-12	18000	20264	20000
E12-11	12000	20264	20000
E12-10	12000	20264	20000
E12-9	25000*2	35701	38000
E12-8	32000*2	71811	25000*3
คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย	32000	34610	38000
บัณฑิตวิทยาลัย	18000	16730	18000
พิพิธภัณฑ	48000*2	46700	48000
E12-3	48000*2	46700	48000
E12-2	48000*2	46700	48000
E12-1	48000*2	46700	48000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้อง slope

ห้อง	ขนาดที่ติดตั้ง	ขนาดที่เหมาะสม	ขนาดที่ติดตั้งได้จริง
1	48000*11	249925	48000*5,12000
2	48000*11	249925	48000*5,12000
3	48000*10,38000*2	279869	48000*5,25000
4	48000*10,38000*2	279869	48000*5,25000

ตาราง ที่ 2.3 แสดงขนาดเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งจริงกับที่เหมาะสม ในอาคาร 12 ชั้นทั้ง 12 ชั้น

รวมจำนวน BTU/h ของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งจริงทั้งหมด เป็น 9414000 BTU/h

คิดเป็นจำนวน kW ทั้งหมดเป็น $9414000 * 0.0002931 = 2760 \text{ kW}$

รวมจำนวน BTU/h ของเครื่องปรับอากาศที่ควรจะต้องติดตั้งทั้งหมดเป็น 7032000 BTU/h

คิดเป็นจำนวน kW ทั้งหมดเป็น $7032000 * 0.0002931 = 2061 \text{ kW}$

(ค่า 0.0002931 คือค่าในการแปลงจาก BTU/h เป็น kW)

ซึ่งถ้าดูจากกำลังไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศที่ควรใช้ให้เหมาะสมกับขนาดห้องและจำนวนคนรวมทั้ง factor ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ แล้วจะพบว่ามีย่านน้อยกว่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากการพิจารณาเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งจริง ประมาณ 700 kW ซึ่งมีค่ามาก ทำให้ค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียในส่วนนี้มีค่ามากและไม่สมควรต่อการสูญเสียดังนั้นถ้าเราประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้นั้นก็จะเป็นประโยชน์อย่างมาก

ข้อเสียของระบบปรับอากาศในอาคารเรียน 12 ชั้น

1. การใช้เครื่องปรับอากาศที่มีขนาด ไม่เหมาะสมกับขนาดของห้องแล้วประโยชน์ใช้สอยโดยส่วนใหญ่แล้วจะมี BTU/h ที่มากเกินความจำเป็น ทำให้ต้องเสีค่าไฟฟ้ามากกว่าที่ควร
2. จากการสำรวจพบว่าบางห้องมีการเปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้โดยไม่มีผู้ใช้อยู่ในห้องซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองอย่างเห็น ได้ชัดที่สุด
3. จากการสำรวจ โหลดเครื่องปรับอากาศพบว่าบางห้องที่ไม่มีการใช้งานมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศไว้เป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณจากการซื้อเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นจึงควรมีการทำความเข้าใจถึงวิธีการใช้เครื่องปรับอากาศอย่างถูกวิธี

ข้อเสนอแนะในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

1. ก่อนทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศควรอย่างปึงที่จะต้องมีการตรวจสอบห้องต่างๆที่จะทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ อย่างละเอียดถึงการใช้งานห้องต่างๆว่าเป็นอย่างไรจึงจะสามารถคำนวณขนาดเครื่องปรับอากาศให้มีขนาดเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย ซึ่งจะเป็นการช่วยประหยัดพลังงานและค่าไฟฟ้าด้วย
2. ควรทำการตรวจสอบรอยรั่วของขอบประตูหน้าต่างให้มีน้อยที่สุดหรือ ไม่มีเลยเพื่อป้องกันให้ความร้อนจากภายนอกเข้ามาภายในให้น้อยที่สุด
3. ควรที่จะมีการดูแลรักษาระหว่างอายุการใช้งานอยู่เสมอเพื่อให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพสูงสุดลดการใช้งาน
4. ตั้งเทอร์โมสแตทให้ควบคุมอุณหภูมิที่พอเหมาะกับความสบายเท่านั้น ไม่ควรตั้งเทอร์โมสแตทไว้ให้ต่ำสุด และหมั่นตรวจสอบว่าเทอร์โมสแตทสามารถทำงานได้เป็นปกติหรือไม่ อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 24° - 26°
5. เมื่อไม่มีผู้ใช้อยู่ในห้องนานเกิน 1 ชม.ควรที่จะปิดเครื่องปรับอากาศไม่ให้ทำงาน
6. การเลือกใช้เครื่องปรับอากาศควรเลือกที่มีมาตรฐานและมีฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงนั่นคือใช้กระแสไฟฟ้าให้น้อยที่สุด และ ให้ความเย็นตามที่กำหนดได้ ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ(Energy Efficiency Ratio หรือ EER) หมายถึงการใช้กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ได้ความเย็น 10 BTU/h ดังนั้น ค่าEER ยิ่งสูงแสดงว่าใช้กำลัง 1 วัตต์ แต่ให้ความเย็นสูงขึ้น

2.2 การประหยัดไฟฟ้าเกี่ยวกับระบบรวม

2.2.1 การควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจต่างๆไป มีองค์ประกอบที่มีผลต่ออัตราค่าไฟฟ้าดังนี้คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟคเตอร์ จากองค์ประกอบเหล่านี้การไฟฟ้าจะเรียกเก็บเงินจากลูกค้าโดยระบุค่าธรรมเนียมต่างๆ ไว้ดังนี้คือ

ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh) คือ ค่าธรรมเนียมที่คิดจากการคำนวณจากความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งเดือน โดยมีอัตราที่แตกต่างกันแต่ละประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า

ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand Charge) เป็นค่าธรรมเนียมที่คิดจากจำนวนความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดของเดือนนั้น

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มี Lagging Power Factor ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด (Maximum 15 minute kilovar) ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Demand) เกินกว่าร้อยละ 63 ของความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดเมื่อคิดเป็น กิโลวัตต์ (Maximum 15 minute kilowatt Demand) แล้วเฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ในอัตรา กิโลวาร์ (kVAR) ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวัตต์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์ สำหรับผู้ใช้ในเขตของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะไม่เสียค่าธรรมเนียมในส่วนนี้

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าค่าธรรมเนียมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge) มีสัดส่วนค่อนข้างสูง โดยจะเป็นอันดับสองรองจากค่าพลังงานไฟฟ้า ดังนั้น ถ้าสถานประกอบการใดสามารถลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในแต่ละเดือนก็จะลดลงไปเอง

เนื่องจากการไฟฟ้าคิดว่าไฟฟ้าในส่วนที่ใช้เฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาที ของแต่ละเดือน โดยค่าใช้ไฟฟ้าส่วนนี้จะคิดจากค่าสูงสุดเพียงอย่างเดียวไม่เกี่ยวกับระยะเวลาใช้งานว่าจะมากน้อยเพียงใด จะมีค่าสูงสุดเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งในรอบหนึ่งเดือนก็ตาม ก็จะคิดไฟฟ้าส่วนนี้เท่ากัน ดังนั้น เพื่อการประหยัดค่าไฟฟ้าและคุ้มค่ากับเงินที่ต้องจ่าย ส่วนนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องปรับระดับความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดให้ลดลงมากที่สุดเท่าที่จะมากได้

สาเหตุที่ต้องมีการควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด เพราะเป็นตัวประกอบอันหนึ่งที่จะแสดงประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าว่าเป็นอย่างไร ถ้าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงมีค่าสูง ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าก็จะต่ำ (มีตัวประกอบโหลดต่ำหรือที่เรียกว่า Load Factor) แต่ถ้าความต้องการพลังงานไฟฟ้ามีค่าต่ำ (ใช้เท่าที่จำเป็นจริงๆ ในกระบวนการผลิตหรือบริการ) ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าก็จะสูง (มีตัวประกอบโหลดสูง) เพราะฉะนั้นสถานประกอบการใดที่ยังไม่มีการควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดก็จะกล่าวได้ว่า ยังไม่ได้ดำเนินการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าอย่างจริงจัง แต่ถ้าในกรณีของสถานประกอบการใดที่สามารถปรับค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดให้อยู่ในขนาดที่เหมาะสมก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในแต่ละเดือนได้อย่างมากและเป็นเครื่องแสดงว่าสถานประกอบการนั้นมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับสูง

แนวทางในการพิจารณาเพื่อลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด จำเป็นต้องทำความเข้าใจกับคำว่าตัวประกอบโหลด (Load Factor) เสียก่อน ตัวประกอบโหลดเป็นค่าที่ได้จากการวัดค่าสม่ำเสมอของการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยมีค่าจำกัดความดังนี้

$$\text{ตัวประกอบโหลด} = \frac{\text{จำนวนกิโลวัตต์} \cdot \text{ชั่วโมงที่ใช้ทั้งหมดต่อเดือน}}{\text{กิโลวัตต์สูงสุด} \times \text{จำนวนชั่วโมงในเดือนนั้น}} \times 100\%$$

$$(\text{Load Factor}) \quad \text{กิโลวัตต์สูงสุด} \times \text{จำนวนชั่วโมงในเดือนนั้น}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ขั้ล้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาสมการตัวประกอบโหลดจะเห็นว่าตัวแปรที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ตัวประกอบโหลดสูงหรือต่ำมีอยู่สองตัว คือจำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง) และจำนวนกิโลวัตต์สูงสุดหรือความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดหรือความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak demand) ดังนั้นเราสามารถที่จะเพิ่มค่าประกอบโหลดให้สูงขึ้นได้ 2 วิธีคือ

1. การลดจำนวนกิโลวัตต์สูงสุด (Peak demand) ลง

2. การลดการใช้จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมง (Unit) ลง เพื่อให้สมดุลกับจำนวน Peak demand ที่ลดลง อันจะมีผลต่อการเพิ่มค่าตัวประกอบโหลดไม่มากนัก แต่จะส่งผลโดยตรงต่อค่าไฟฟ้าที่ลดลง

โดยทั่วไปสถานประกอบการที่ทำงาน 24 ชม./วัน ตัวประกอบโหลดควรจะประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ หรือการทำงาน 16 และ 8 ชั่วโมง ตัวประกอบโหลดควรจะ ประมาณ 53 และ 26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นเราสามารถคำนวณหาค่าตัวประกอบโหลดจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าได้ แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกับดู ถ้าผลมีค่าต่ำกว่าที่ค่าที่กล่าวไว้แสดงว่าอาคารธุรกิจนั้นมีศักยภาพที่จะสามารถลดค่า Peak Demand ลงได้

ผลประโยชน์ที่ได้รับโดยตรงจากการลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด มีอยู่ด้วยกัน 4 ประการคือ

1. ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นหรือมีค่าตัวประกอบโหลดสูง จะเห็นว่ายิ่งค่าตัวประกอบโหลดมีค่าสูงเท่าใด ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยยิ่งต่ำลงเท่านั้น ซึ่งจะช่วยให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงอีกด้วย

2. อาคารธุรกิจจะเสียค่าไฟฟ้าในส่วนที่เป็นค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand Charge) ลดลง

3. ทำให้พลังงานไฟฟ้าสูญเสียในหม้อแปลงและสายไฟลดลง

4. การที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดลดลงทำให้หม้อแปลง สายเมนและสายป้อนกระแสไฟฟ้าลดลง ทำให้มีความจุเหลือสามารถติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้อีก

2.2.2 การแก้ไขเพาเวอร์แฟกเตอร์

โดยทั่วไปแล้วกำลังงานในระบบไฟฟ้ากระแสสลับสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนด้วยกันคือ

1. **กำลังงานจริง (Real Power)** มีหน่วยเป็น วัตต์ หรือกิโลวัตต์ (kW) เป็นกำลังงานที่สามารถเปลี่ยนแปลงโดยอุปกรณ์ไฟฟ้าไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้

2. **กำลังงานรีแอกทีฟ (Reactive Power)** มีหน่วยวัตต์เป็นอาร์ หรือ กิโลวาร์ (kVAR) เป็นกำลังงานที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ แต่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก เช่น หม้อแปลง มอเตอร์ ฯลฯ ต้องใช้กำลังงานรีแอกทีฟนี้สร้างสนามแม่เหล็ก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลรวมของกำลังงานทั้งสองส่วนนี้ เรียกว่า **กำลังงานปรากฏ** (Apparent Power) มีหน่วยวัดเป็นโวลท์แอมแปร์ หรือ กิโลโวลท์แอมป์ (VA or kVA) เป็นกำลังงานที่แหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าต้องจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ และมีขนาดเท่ากับผลคูณของกระแสไฟฟ้าในวงจรกับแรงดันของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า อัตราส่วนของกำลังจริงต่อกำลังงานปรากฏ เราเรียกว่า **เพาเวอร์แฟคเตอร์** (Power Factor) ซึ่งเป็นตัวบอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ใช้กำลังงานจริงเป็นสัดส่วนเท่าใดเมื่อเทียบกับกำลังงานปรากฏ ดังนั้นในระบบไฟฟ้าที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สูงจะมีค่าความสามารถหรือประสิทธิภาพในการทำงานดีกว่าระบบไฟฟ้าที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำกว่า

อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ใช้งานอยู่ในกิจการต่างๆ จะเป็นชนิดต้องการกำลังงานรีแอกทีฟจากแหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้า มีเพียงเครื่องจักรซิงโครนัส (Synchronous Machine) และกะแปซิเตอร์กำลัง (Power Capacitor) เท่านั้นที่สามารถจ่ายกำลังงานรีแอกทีฟให้กับเครื่องจ่ายกำลังงานไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกำลังงานรีแอกทีฟได้ ดังนั้นการติดตั้งกะแปซิเตอร์กำลัง ไม่ว่าจะ เป็นกะแปซิเตอร์กำลังที่ใช้กับระบบแรงดันต่ำหรือระบบแรงดันสูง เพิ่มเติมเข้าไปในระบบไฟฟ้า จึงเป็นวิธีการที่ประหยัดที่สุดในการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบไฟฟ้าให้ดีขึ้น

ตัวกะแปซิเตอร์กำลังมีคุณสมบัติที่ดีอยู่หลายอย่างคือ นอกจากจะมีราคาถูกกว่าเครื่องจักรซิงโครนัสมากแล้วยังติดตั้งใช้งานได้ง่าย ในทางปฏิบัติแทบจะไม่ต้องมีการบำรุงรักษาเลย เพราะไม่มีส่วนที่มีการเคลื่อนไหว และประการสำคัญคือมีกำลังงานสูญเสียในตัวเองต่ำมาก

การปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบไฟฟ้าให้มีค่าสูงขึ้นจะมีผลดีต่อระบบไฟฟ้าหลายประการ

1. ลดกระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในวงจรตั้งแต่แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจนถึงตำแหน่งที่ติดตั้งตัวกะแปซิเตอร์กำลัง
2. ลดกำลังงานสูญเสียในระบบไฟฟ้าลง ซึ่งจะมีผลดีต่ออุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้าต่างๆ
3. ลดแรงดันไฟฟ้าตกในระบบไฟฟ้าลง ทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้ามีความมั่นคงมากขึ้น แรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งปลายสุดของสายป้อนไม่ตกมาก ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. เพิ่มขีดความสามารถในการรับหรือจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าให้สูงขึ้น ทำให้สามารถขยายการใช้ไฟฟ้า หรือเพิ่มโหลดได้โดยไม่ต้องเพิ่มขนาดของอุปกรณ์รับ จ่ายกำลังไฟฟ้า
5. ลดค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้กับการไฟฟ้าอยู่ทุกเดือน ซึ่งประกอบด้วยสามส่วนด้วยกันคือ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) เฉพาะส่วนที่เป็นพลังงานสูญเสียที่ลดลง และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ เมื่อมีค่าต่ำกว่า 0.85

การติดตั้งตัวกะเปซเซอร์กำลังเข้าไปในระบบไฟฟ้านั้นอาจเกิดผลเสียได้ ถ้าไม่ได้ทำการพิจารณากันอย่างรอบคอบเช่น อาจเกิดฮาร์โมนิกขึ้นในระบบไฟฟ้า เกิดแรงดันเกินพิคค์(Over Voltage) เป็นต้น ดังนั้นการติดตั้งตัวกะเปซเซอร์กำลังเข้ากับระบบไฟฟ้า เพื่อการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์จึงต้องพิจารณาทั้งขนาดที่ใช้ ตำแหน่งที่ติดตั้งตลอดจนการต่อวงจร และขนาดของอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ

สำหรับข้อดีต่างๆที่กล่าวมานั้น จะได้ผลมากที่สุดก็ต่อเมื่ตำแหน่งที่ติดตั้งกะเปซเซอร์อยู่ติดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำๆเท่านั้น เช่น มอเตอร์เหนี่ยวนำ เป็นต้น

หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับเพาเวอร์แฟคเตอร์

อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ต้องการกระแส 2 ส่วนด้วยกันคือ

1. กระแสส่วนที่ทำให้เกิดการ ทำงาน (Active Current) เป็นกระแสส่วนที่อุปกรณ์ไฟฟ้าเปลี่ยนไปเป็นงานมีหน่วยที่ใช้วัดกำลังงานเป็นวัตต์ (Watt) หรือกิโลวัตต์ (kW)
2. กระแสส่วนที่ใช้สร้างสนามแม่เหล็ก (Reactive Current) เป็นกระแสส่วนที่ใช้ในการสร้างสนามแม่เหล็กซึ่งมีความจำเป็นมากในอุปกรณ์ที่ต้องทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็นวาร์ (VAR) หรือกิโลวาร์ (kVAR)



รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ของกำลังงานที่ทำให้เกิดงานกำลังงานรีแอกทีฟและกำลังงานปรากฏ

คำจำกัดความของค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์

เพาเวอร์แฟคเตอร์คือ อัตราส่วนของกำลังงานที่ทำให้เกิดงานต่อกำลังงานปรากฏในวงจรไฟฟ้าใดๆมีค่าเปลี่ยนแปลงได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 แต่โดยปกติมักพุดกันเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{เพาเวอร์แฟคเตอร์} = \frac{\text{กำลังงานที่ทำให้เกิดงาน}}{\text{กำลังงานปรากฏ}} = \frac{\text{kW}}{\text{kVA}}$$

หรือจากรูปจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพาเวอร์แฟคเตอร์ = $\cos \phi$ การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพาเวอร์แฟกเตอร์อาจเป็นแบบตามหลัง(lagging power factor)หรือแบบนำหน้า(leading power factor)ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของกำลังงานที่ทำให้เกิดงานและกำลังงานรีแอกทีฟ ตัวคัปเปอเรเตอร์เป็นแหล่งกำเนิดกำลังงานรีแอกทีฟเพียงอย่างเดียวมันจึงมีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์เป็นแบบนำหน้าเสมอ สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำจะมีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์เป็นแบบตามหลัง เพราะมันต้องการทั้งกำลังงานที่ทำให้เกิดงานและกำลังงานรีแอกทีฟ(ไหลเข้ามอเตอร์ทั้ง 2 ส่วน) สำหรับจิงโครนสมอเตอร์ที่ถูกกระตุ้นเกินขนาดนั้นสามารถจ่ายกำลังงานรีแอกทีฟเข้าสู่ระบบไฟฟ้าได้ แต่กำลังงานที่ทำให้เกิดงานต้องไหลเข้ามอเตอร์เสมอ ดังนั้นมันจึงมีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์แบบนำหน้าได้

ข้อดีของการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

1. ระบบไฟฟ้าสามารถรับโหลดได้มากขึ้น(Release of system capacity) เมื่อปรับปรุงให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์มีค่าสูงขึ้น กระแสที่ไหลอยู่ในระบบระหว่างแหล่งจ่ายไฟกับจุดที่มีการปรับปรุงจะมีค่าลดลง ทำให้สามารถเพิ่มโหลดเข้าไปในระบบได้โดยไม่ทำให้ระบบรับโหลดเกินพิกัดอุปกรณ์ต่างๆ ดังนั้นในการทำให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของระบบสูงขึ้นจะทำให้เครื่องจักรต้นกำลังใช้กำลังงานน้อยลง หรือสามารถรับโหลดได้มากขึ้น

2. ลดกำลังงานสูญเสียในสายเคเบิล กำลังงานสูญเสียในสายไฟต่างๆ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่ากระแสยกกำลังสอง แต่เนื่องจากกระแสจะลดลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ดังนั้นกำลังงานสูญเสียในสายไฟต่างๆจึงเป็นสัดส่วนกลับกับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

3. ลดแรงดันตกและเพิ่มความสามารถของสายส่งในการส่งกำลังงานไฟฟ้า

4. ลดกำลังงานสูญเสียในหม้อแปลง กำลังงานสูญเสียในหม้อแปลงแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ กำลังงานสูญเสียในแกนเหล็ก และกำลังงานสูญเสียในขดลวด กำลังงานสูญเสียในแกนเหล็กประมาณเท่ากับกำลังงานที่หม้อแปลงดึงจากแหล่งจ่ายไฟตอนไม่มีโหลด ส่วนกำลังงานสูญเสียในขดลวดจะแปรโดยตรงกับค่ากระแสไหลยกกำลังสอง จึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ดังนั้นกำลังงานสูญเสียในขดลวดที่โหลดค่าใดๆ จะแปรตามกำลังงานปรากฏยกกำลังสอง กำลังงานสูญเสียรวมทั้งหมดในหม้อแปลงจะเท่ากับผลรวมของกำลังงานสูญเสียในแกนเหล็ก กับกำลังงานสูญเสียในขดลวดที่โหลดค่าใดๆ

5. ลดค่าไฟฟ้า เมื่อค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์สูงขึ้น ก็จะมีผลทำให้กระแสที่ไหลในวงจรลดลง กำลังงานสูญเสียในระบบไฟฟ้าก็ลดลงอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าในโรงงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก็ลดลงเช่นกันด้วย

2.3 วิเคราะห์ค่าไฟฟ้า

เพื่อแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ถ้าทำการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ จะสามารถประหยัดพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จึงนำการคิดคำนวณอัตราค่าไฟฟ้ามาวิเคราะห์ ซึ่งมี 2 อัตรา ดังนี้

2.3.1 อัตราค่าไฟฟ้าประเภท TOD Rate

อัตราประเภท TOD Rate คือ อัตราค่าไฟฟ้าที่คิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของวัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วง ON PEAK ระหว่างเวลา 18.30 - 21.30 น. ช่วง PARTIAL PEAK ระหว่างเวลา 08.00 - 18.30 น. และช่วง OFF PEAK ระหว่างเวลา 21.30 - 08.00 น.

ค่าไฟฟ้าแต่ละเดือนสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5

$$C = (DC_p \times P) + (DC_{pp} \times (PP - P)) + (EC \times E) + (F_t \times E) + Z \quad (5)$$

หมายเหตุ ถ้า $P \geq PP$ ให้คิดเทอม $PP - P$ เป็นศูนย์

โดยที่ C คือ ค่าไฟฟ้า (บาทต่อเดือน)

DC_p คือ อัตราค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง PEAK (บาทต่อกิโลวัตต์)

P คือ ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วง PEAK (กิโลวัตต์)

DC_{pp} คือ อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง PARTIAL PEAK (บาทต่อกิโลวัตต์)

PP คือ ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วง PARTIAL PEAK (กิโลวัตต์)

OP คือ ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วง OFF PEAK (กิโลวัตต์)

EC คือ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท ต่อ หน่วย)

E คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (หน่วย)

F_t คือ ค่าความต้องการไฟฟ้าต่อหน่วย

Z คือ ค่าธรรมเนียมที่ต้องจ่ายเมื่อ ค่า kVAR เกินกว่า 63 % ของค่า kW

เมื่อคิดออกมาเป็นค่าไฟฟ้าต่อหน่วยไฟฟ้าจะได้ดังนี้

$$C/E = (DC_p - DC_{pp}) \times P/E + DC_{pp} \times PP/E + EC + F_t + Z/E \quad (6)$$

กรณี $PP \geq OP$ จะได้ $LF = E/(PP \times T) \times 100 \%$

$$\text{ได้ } C/E = (DC_p - DC_{pp}) \times 100 \times (PP/P) / (LF \times T) + DC_{pp} \times 100 / (LF \times T) + EC + F_t + Z \quad (7)$$

กรณี $PP \leq OP$ จะได้ $LF = E/(OP \times T) \times 100 \%$

$$\text{ได้ } C/E = (DC_p - DC_{pp}) \times 100 \times (P/PP) / (LF \times T) + DC_{pp} \times 100 / (LF \times T) \times PP/OP + EC + Ft + Z/E \quad (8)$$

เมื่อแทนอัตราค่าไฟฟ้าลงในสมการที่ 7 และ 8 จะได้

$$C/E = 22617 \times (P/PP) / (LF \times T) + 5888 / (LF \times T) + 1.0582 \quad (9)$$

$$C/E = [22617 \times (P/PP) / (LF \times T) + 5888 / (LF \times T)] \times PP/OP + 1.0582 \quad (10)$$

2.3.2 อัตราค่าไฟฟ้าประเภท TOU Rate

อัตราค่าไฟฟ้าประเภท TOU rate อัตราค่าไฟฟ้าที่คิดค่าพลังงานไฟฟ้าแตกต่างกันตามช่วงเวลาและวันของแต่ละสัปดาห์

ค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 11

$$C = (DC \times P) + (EC1 \times E1) + (EC2 \times E2) + (EC3 \times E3) + (Ft \times E) + Z \quad (11)$$

โดยที่ C คือ ค่าไฟฟ้า (บาทต่อเดือน)

DC คือ อัตราค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (บาทต่อกิโลวัตต์)

P คือ ความต้องการไฟฟ้า (กิโลวัตต์) เฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดในช่วง ON PEAK (วันจันทร์ - วันเสาร์ เวลา 09.00 - 22.00 น.)

EC1 คือ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า (บาทต่อหน่วย) ในช่วง ON PEAK (วันจันทร์ - วันเสาร์ เวลา 09.00 - 22.00 น.)

E1 คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง ON PEAK (หน่วย)

EC2 คือ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า (บาทต่อหน่วย) ในช่วง OFF PEAK (วันจันทร์ - วันเสาร์ เวลา 22.00 - 09.00 น.)

E2 คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในช่วง OFF PEAK (วันจันทร์ - วันเสาร์ เวลา 22.00 - 09.00 น.)

EC3 คือ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า (บาทต่อหน่วย) ในช่วง OFF PEAK (วันอาทิตย์ เวลา 00.00 - 24.00 น.)

E3 คือ ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง OFF PEAK (วันอาทิตย์ เวลา 00.00 - 24.00 น.)

Ft คือ ค่าความต้องการไฟฟ้าต่อหน่วย

Z คือ ค่าธรรมเนียมที่ต้องจ่ายเมื่อ ค่า kVAR มากกว่า 63 % ของ kW

เนื่องจาก $E = E1 + E2 + E3$

เมื่อ E คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในเดือนที่เก็บเรียกเงิน (หน่วย)

จะได้ $E3 = E - E1 - E2$ เมื่อแทนลงในสมการที่ 10 จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์การดำเนินงานเพื่อประโยชน์ส่วนตน ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$C = DC \times P + (EC1 - EC3) \times E1 + (EC2 - EC3) \times E2 + EC3 \times E + Ft \times E + Z$
 ได้ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปจะได้ดังสมการที่ 12

$$C/E = DC \times P/E + (EC1 - EC3) \times E1/E + (EC2 - EC3) \times E2/E + EC3 + Ft + Z/E \quad (12)$$

ให้ OP คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้า(กิโลวัตต์)เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วง OFF PEAK(วันจันทร์-วันเสาร์ เวลา 22.00-09.00น. และวันอาทิตย์เวลา 00.00 -24.00น.)

กรณี $P \geq OP$ ให้ $LF = [E/(P \times T)] \times 100 \%$

$$\text{ได้} \quad P/E = 100/(LF \times T)$$

ให้ PE1 คือ สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง ON PEAK (E1/E)

PE2 คือ สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง OFF PEAK (E2/E)

จากสมการที่ 12 จะได้

$$C/E = DC \times 100/(LF \times T) + (EC1 - EC3) \times PE1 + (EC2 - EC3) \times PE2 + EC3 + Ft + Z/E \quad (13)$$

กรณี $P < OP$ ให้ $LF = [E/(OP \times T)] \times 100 \%$

$$\text{ได้} \quad OP/E = 100/(LF \times T) \quad \text{หรือ} \quad P/E = 100/(LF \times T) \times P/OP$$

จากสมการที่ 12 จะได้

$$C/E = DC \times 100/(LF \times T) \times P/OP + (EC1 - EC3) \times PE1 + (EC2 - EC3) \times PE2 + EC3 + Ft + Z/E \quad (14)$$

หมายเหตุ จากอัตราค่าไฟฟ้าแบบใหม่ ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2540 เป็นต้นไป ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 (กิจการขนาดกลาง), ประเภทที่ 4 (กิจการขนาดใหญ่), ประเภทที่ 5 (กิจการเฉพาะอย่าง) รวมถึงส่วนราชการขนาดใหญ่ (ใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 250,000 หน่วยต่อเดือนขึ้นไป) ตามที่ระบุไว้ในประเภทที่ 3 และประเภทที่ 4 จะต้องเสียค่าไฟฟ้าตามอัตรา TOU

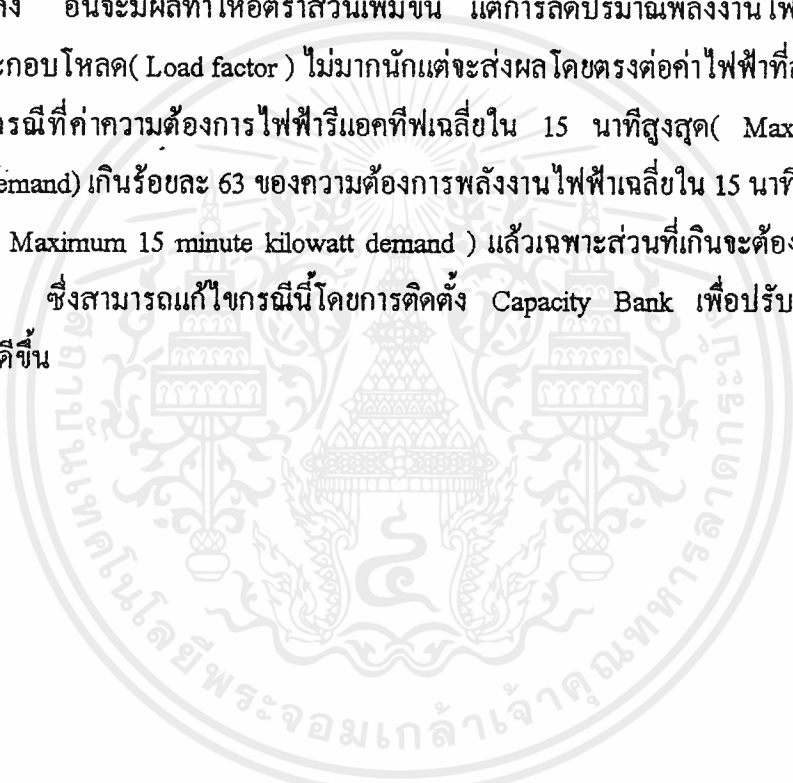
เนื่องจากสถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนั้นปัจจุบันจะถูกจัดอยู่ในผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 6 (ส่วนราชการขนาดใหญ่และองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร) แต่เมื่อถึงการคิดค่าไฟฟ้าประจำเดือนตุลาคม 2540 จึงจะจัดอยู่ในประเภทที่ 4 หัวข้อ 4.2 เนื่องจากมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 355,000 หน่วยต่อเดือน ตามที่ระบุในคู่มืออัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง ซึ่งจะทำให้การคิดค่าไฟฟ้าจะต้องคิดรวม ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้วย เมื่อผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังงานไฟฟ้านี้ออกที่เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงที่สุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์(kVAR) เกินกว่าร้อยละ 63 ของความต้องการพลังไฟฟ้าออกที่เฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงที่สุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์(kW) เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ในราคาอัตรา กิโลวาร์ละ 14.02 บาท โดยเศษของกิโลวาร์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ ให้ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.6 ถ้าค่า ϕ มีค่ามากกว่า $\arctan 0.63$ หรือ 32.218 องศา หรือค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ มีค่าน้อยกว่า 0.846 จะต้องเสียค่าธรรมเนียมคงที่กล่าวมาแล้ว(อัตราภิโวลาร์ละ 14.02 บาท)

2.3.3 แนวทางการลดค่าไฟฟ้า

ในกรณีการคิดค่าไฟฟ้าทั้งการคิดแบบอัตรา TOU และ TOD

1. ลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด(Peak Demand)ลง
2. ลดการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้า(Unit: kWhr) ลงเพื่อให้สมดุลกับค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่ลดลง อันจะมีผลทำให้อัตราส่วนเพิ่มขึ้น แต่การลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าจะมีผลต่อการเพิ่มตัวประกอบโหลด(Load factor) ไม่มากนักแต่จะส่งผลโดยตรงต่อค่าไฟฟ้าที่ลดลง
3. ในกรณีที่ค่าความต้องการไฟฟ้ายี่แอกทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด(Maximum 15 minute kilowatt demand) เกินร้อยละ 63 ของความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดเมื่อคิดเป็นภิโวลต์ต์ (Maximum 15 minute kilowatt demand) แล้วเฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ซึ่งสามารถแก้ไขกรณีนี้โดยการติดตั้ง Capacity Bank เพื่อปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้ดีขึ้น



บทที่ 3 การติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์

3.1 การติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์

ในการวัดค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการวัดค่าข้อมูลลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้านั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ได้ โดยในที่นี้ได้เลือกเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์ (Power Monitoring) ของบริษัท Power Measurement รุ่น 3720 ACM มาทำการติดตั้งเพื่อบันทึกค่าต่าง ๆ ซึ่งจะเริ่มต้นพิจารณาการติดตั้งดังนี้

เริ่มจากการติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์เข้ากับตู้เมนที่จ่ายไฟฟ้าเข้า เพื่อที่จะได้ทราบค่าต่าง ๆ โดยรวมของระบบที่กำลังพิจารณาอยู่ ก่อนที่จะเริ่มติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์นั้น จะต้องวิเคราะห์ระบบที่จะทำการติดตั้งเครื่องมือให้ถูกต้องเสียก่อน จากการศึกษาระบบไฟฟ้าที่จ่ายเข้าให้อาคาร 12 ชั้นนั้นเป็นระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย มีแรงดัน 220 โวลต์ มีการจ่ายไฟฟ้าเข้ามา 2 ไลน์ (lines) ด้วยกัน โดยไลน์แรกต่อเข้ากับตู้ MDB โดย MDB ตู้แรกนี้จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดจำพวกโหลดแสงสว่าง โหลดเด้ารับ โหลดพัดลม โหลดลิฟท์ รวมทั้งโหลดเบ็ดเตล็ดอื่น ๆ ส่วนไลน์ที่สองจะจ่ายเข้ากับตู้ MDB-A อีกตู้หนึ่ง โดยตู้ MDB-A นี้จะจ่ายโหลดปรับอากาศและเพาเวอร์ปลั๊ก สำหรับหม้อแปลงที่จ่ายให้กับทั้ง 2 ไลน์นี้มีขนาด 1500 kVA 2 ตัว โดยการจ่ายไลน์ทั้งสองแยกจากกันโดยสมบูรณ์

ในตำแหน่งที่จะติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์นั้นจะติดตั้ง ที่ตำแหน่งก่อนเข้าสู่เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Main Circuit Breaker) โดยค่าแรงดันและกระแสที่จะนำเข้ามาวัดในเครื่องมือวัดแสดงไว้ดังรูปที่ 3.1

จากรูปแสดงถึงการเดินสายในการติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์ โดยขยายความได้ดังนี้ สายไฟฟ้าที่เลือกในการเดินสายนั้นเลือกใช้สายควบคุม (Control) ขนาด 2.5 mm² ทั้งหมด ในการพิจารณาในส่วนของแรงดันนั้น เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้แรงดันที่จะทำการวัดที่พิกัด 110 โวลท์ จึงจำเป็นต้องติดตั้งหม้อแปลงสัญญาณ 3 ตัวขนาด 240/120 V. พิกัด 1 VA มาแปลงแรงดันไฟฟ้าก่อนที่จะเข้ามาในเครื่องมือวัด ทำการติดตั้งฟิวส์ ขนาด 2 A ที่ด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงแรงดัน เท่านั้นจะได้แรงดัน v₁, v₂, v₃ และ ครบถ้วน

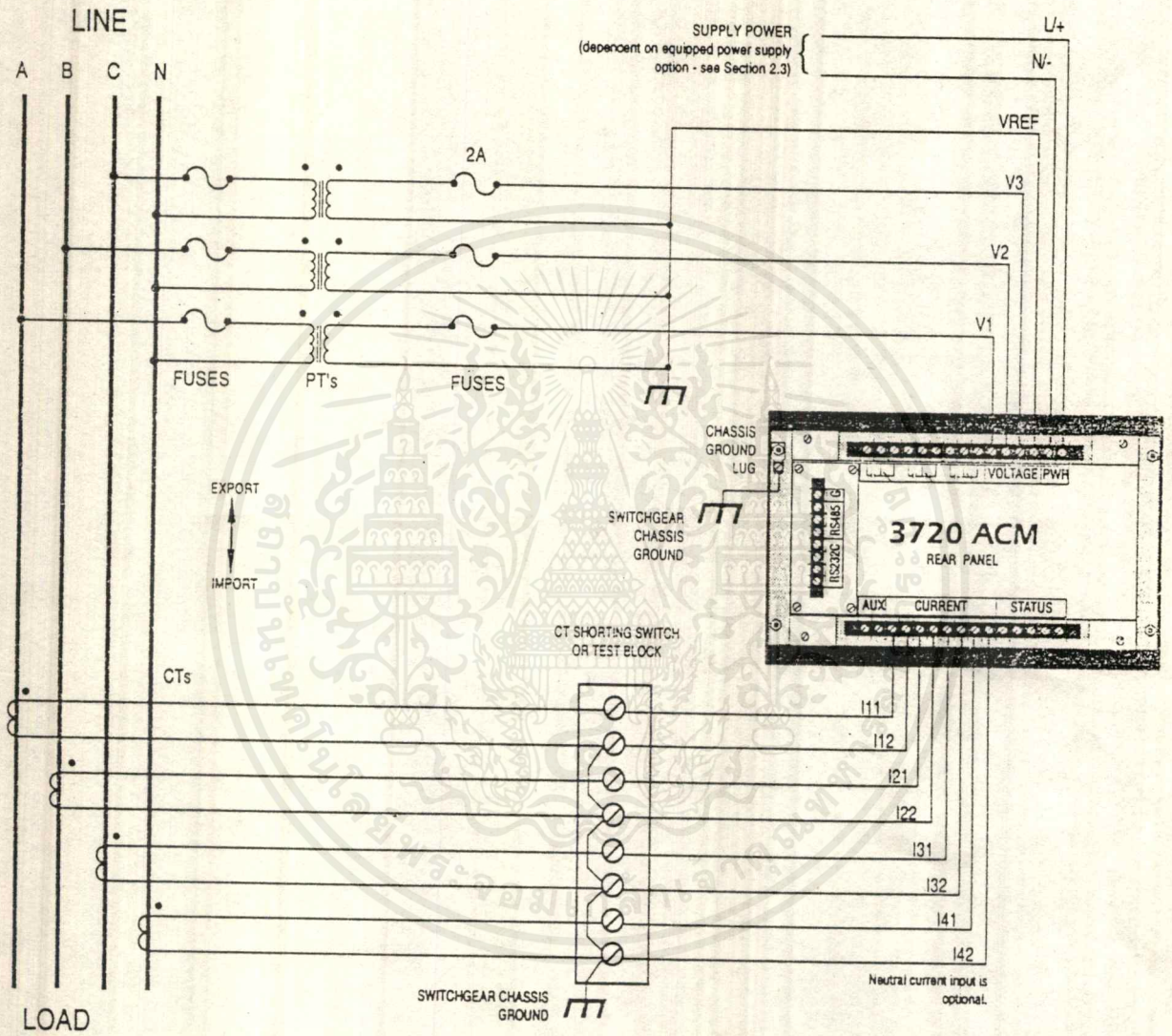
ในส่วนของกระแสนั้นเดินสายจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ขึ้นมาทุกเส้น (เซอร์กิตเบรกเกอร์ 1 ตัวเดินสายไฟ 2 เส้นดังรูปที่ 3.1) ก็จะได้ I₁₁, I₁₂, I₂₁, I₂₂, I₃₁, I₃₂ ดังรูป 3.1 โดย I₁₂, I₃₁, I₃₂ จะต้องต่อลัดวงจร (short circuit) เข้าด้วยกัน

สำหรับระบบกราวด์ (Grounding System) ก็ทำการเดินสายกราวด์ จากตู้ MDB ต่อเข้ากับสายกราวด์ภายในตู้ ในส่วนของแรงดันที่จ่ายให้กับเครื่องมือวัดนั้นใช้แรงดันไฟฟ้าขนาด 220 โวลท์

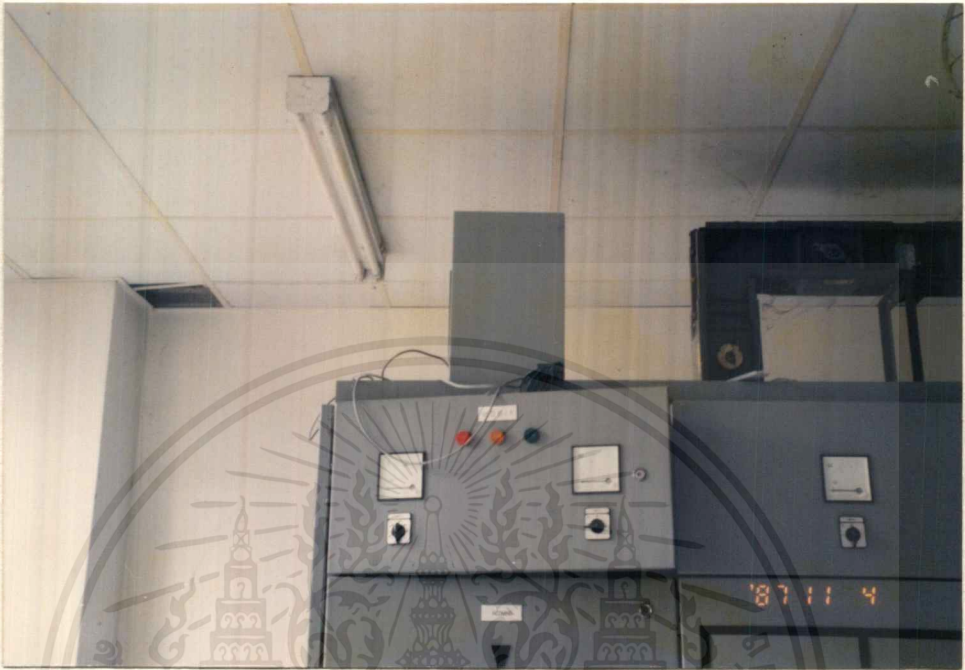
จากการอธิบายเบื้องต้นเพื่อความเข้าใจเพิ่มขึ้น สามารถดูรูปถ่ายที่แสดงประกอบการอธิบายการติดตั้งเครื่องมือในหน้าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

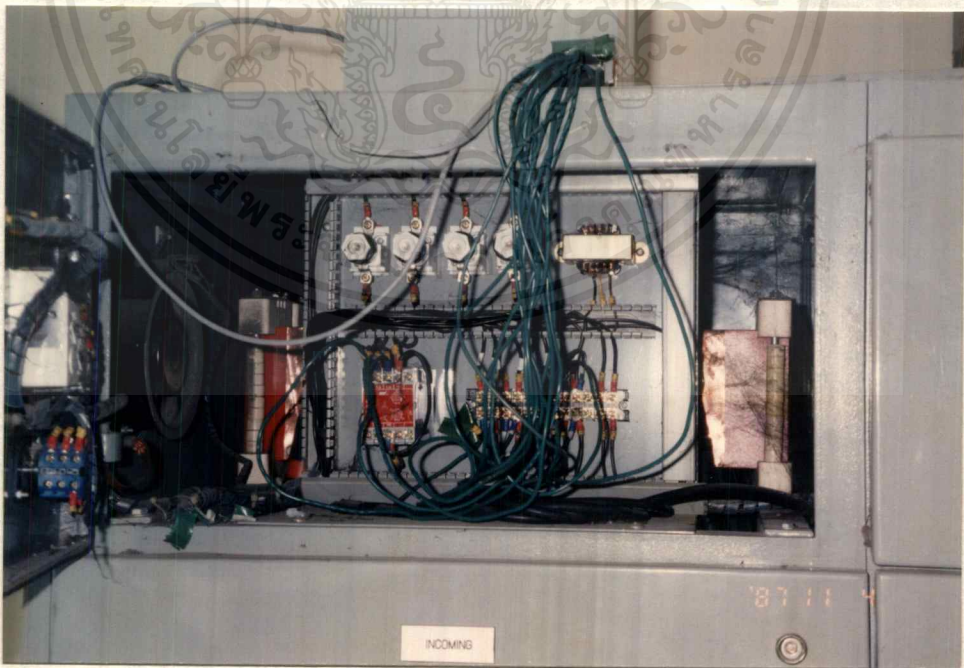
(หมายเหตุ ที่ ไม่มี I_{41} และ I_{42} เพราะว่าภายในตู้ MDB ไม่มีหม้อแปลงกระแสใน
 ไลน์ของนิวทรัล(Neutral) และในคู่มือการติดตั้งเครื่องมือบอกว่าสามารถจะใส่ได้)



รูปที่ 3.1 การเดินสายไฟในการติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์กับ
 ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย



รูป 3.2 รูปแสดงการติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอไนเตอร์ริง

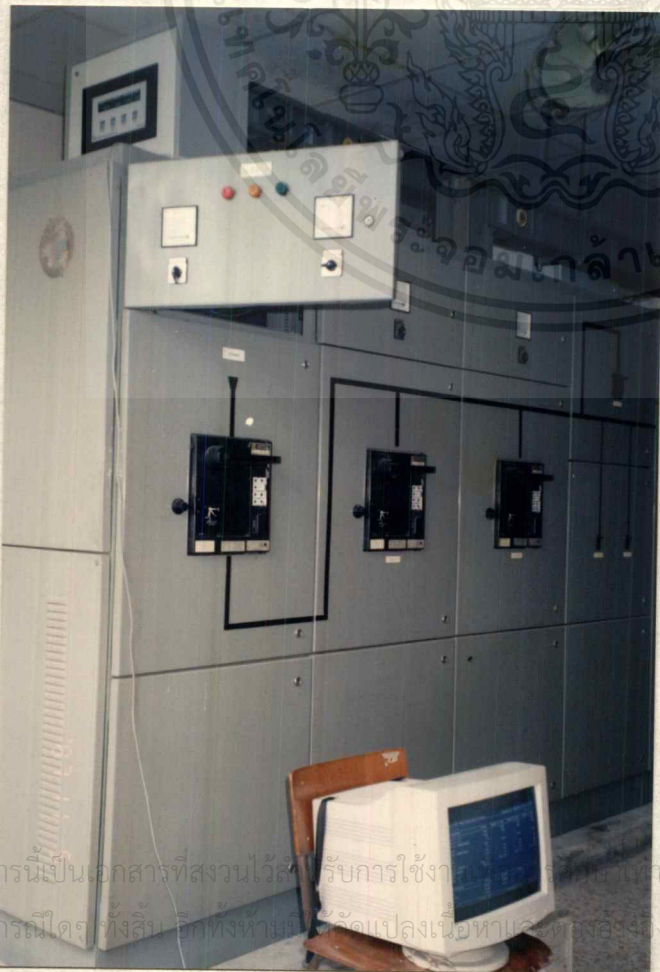


รูป 3.3 รูปแสดงการเดินสายจากเครื่องมือเพาเวอร์มอไนเตอร์ริงเข้าสู่ MDB-A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.4 รูปแสดงแผงหน้าปัดของเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์ิ่งขณะทำงาน

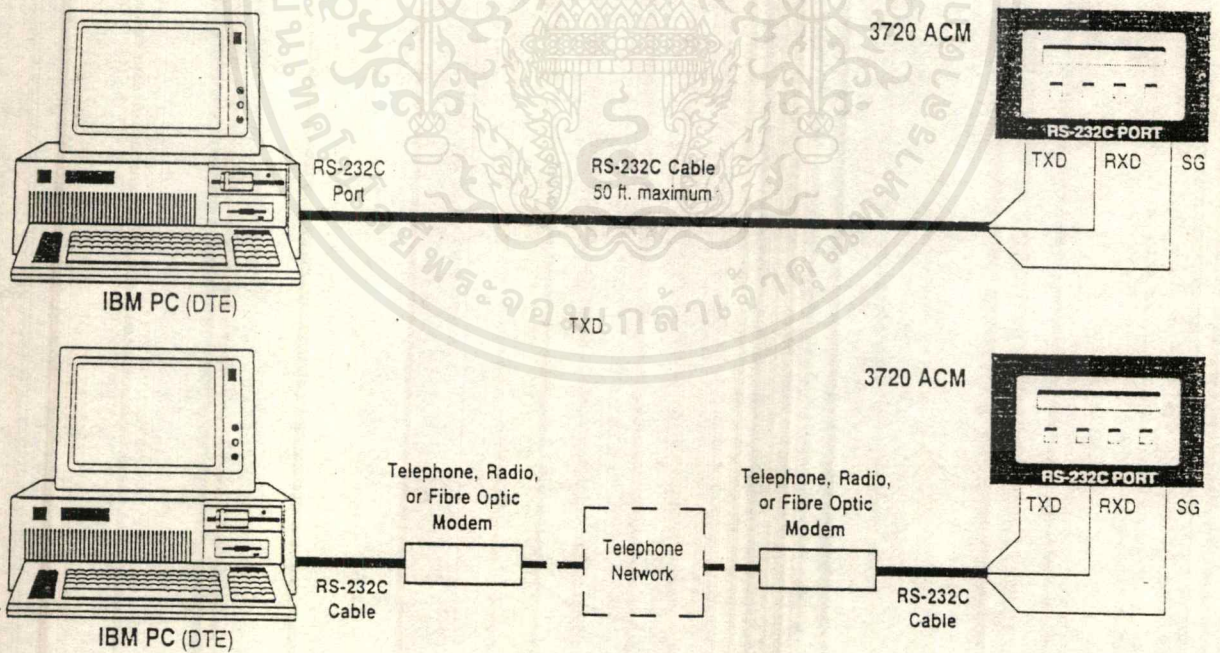


รูป 3.5 รูปแสดงการถ่ายข้อมูลระหว่างเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์ิ่งกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อยู่ภายใต้การเผยแพร่สู่สาธารณะ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

3.2 การติดต่อระหว่างเครื่องมือวัดเพาเวอร์มอนิเตอร์รឹងกับคอมพิวเตอร์

หลังจากผ่านการติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์รឹង (Power Mointoring) แล้วก็จะมา กล่าวถึงในส่วนของการสื่อสารระหว่างเครื่องมือวัดเพาเวอร์มอนิเตอร์รឹងกับคอมพิวเตอร์ ในการ รับหรือส่งข้อมูลนั้น จะใช้สาย RS-485 หรือ สาย RS-232 ในกรณีนี้จะพิจารณาเลือกสาย RS-232 มาใช้งาน แต่สาย RS-232 นั้นมีข้อจำกัด คือใช้ในระยะทางไม่เกิน 50 ฟุต ถ้าทำการต่อโดยตรงซึ่ง วิธีนี้เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลระยะทางไม่มากนัก แต่ถ้าทำการส่งข้อมูลระยะไกลจะใช้โมเด็ม สาย โทรศัพทหรือสายใยแก้วนำแสงมาช่วย สำหรับปลายสายของ RS-232 นั้นปลายด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับตัวพอร์ทของ DB9 อีกปลายด้านหนึ่งของสายจะต่อเข้ากับเครื่องมือวัด 3720ACM ตัวพอร์ท DB9 จะต่อเข้ากับ พอร์ทของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถติดต่อสื่อสารกับเครื่องมือได้ สายสัญญาณที่นำมาใช้รับหรือส่งข้อมูลภายใน RS-232 นั้นจะใช้สายสัญญาณทั้งหมด 3 เส้น ได้แก่ สาย RX (RS-232 C RECEIVE DATA) สาย TX (RS-123C TRANSMIT DATA) และ สายSG (RS-232 C SIGNAL GROUND)

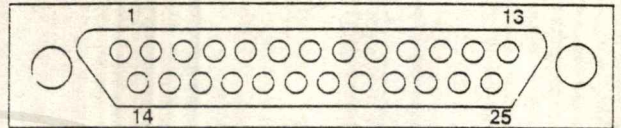
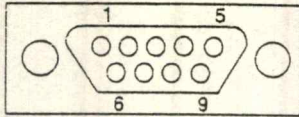


รูปที่ 3.6 แสดงการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์รឹងกับคอมพิวเตอร์ โดยผ่านสายเคเบิล RS-232 ทั้งระยะสั้นและระยะไกล

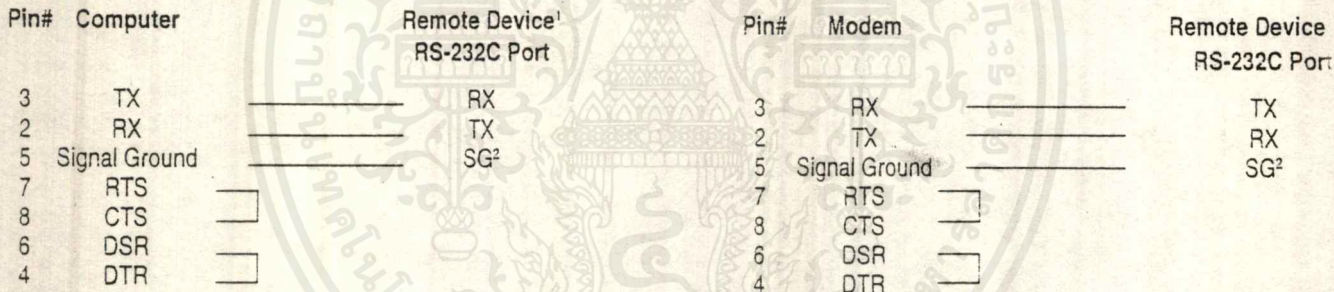
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพอร์ท ของ DB 9 นั้น การต่อสาย RX , TX และ SG เข้ากับพินต่างๆของพอร์ทจะ
 ทำการต่อดังรูป3.7

RS-232C CONNECTOR PINOUTS



RS-232C SERIAL CABLE WIRING CONNECTIONS



รูป 3.7 แสดงการต่อสาย RS-232 เข้ากับ พอร์ท DB 9

ดังรูป 3.7 ซึ่งแสดงการต่อสาย RS-232 เข้ากับ พอร์ท DB 9 สามารถอธิบายการต่อวงจรภายในได้ดังนี้ จะทำการต่อโดยแจกแจงเป็นข้อๆดังนี้

1. เริ่มจากการต่อพินที่ 3 เข้ากับสาย RX
2. พินที่ 2 ต่อเข้ากับสาย TX
3. พินที่ 5 ต่อเข้ากับสาย SG
4. ส่วนพินที่ 7 ต่อลัดวงจรเข้ากับพินที่ 8
5. และพินที่ 6 ต่อลัดวงจร เข้ากับพินที่ 4 ดังรูปข้างบน ซึ่งแสดงการต่อสาย RS-232 เข้ากับ

พอร์ท DB 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การแสดงข้อมูลที่บันทึกได้จากเครื่องวัด

จากข้อมูลที่ได้รับจากการบันทึกข้อมูลของเครื่องมือวัดเพาเวอร์มอนิเตอร์รีจ ของทั้งตู้ MDB และ ตู้ MDB1 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาเปรียบเทียบวันต่อวัน จะสามารถนำข้อมูลมาพลอตเส้นกราฟของโหลด (LOAD CURVE) ทั้ง 7 วัน เส้นกราฟของโหลดที่พลอตแล้วนั้นจะอยู่ในภาคผนวก โดยข้อมูลที่บันทึกได้นั้นจะทำการบันทึกทุก 15 นาที

สำหรับข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับสามารถแจกแจงข้อมูลต่าง ๆ ที่สำคัญที่ใช้ในการคำนวณหาค่าตัวประกอบโหลด และหาค่าอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU (TIME OF USE) เนื่องจากว่าทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ นั้นคิดค่าไฟฟ้าแบบ TOU ตามกฎระเบียบของการไฟฟ้านครหลวง

ดังนั้นจึงสามารถสรุปข้อมูลต่าง ๆ ที่สำคัญได้ดังตารางข้างล่างนี้

วัน	Peak Demand	พลังงานไฟฟ้าแต่ละวัน	พลังงานไฟฟ้า On Peak	พลังงานไฟฟ้า Off Peak
วันจันทร์	336 Kw.	3139.6 Kw./Hr.	2643.5 Kw./Hr.	496.13 Kw./Hr.
วันอังคาร	317 Kw.	2867.9 Kw./Hr.	2382.125 Kw./Hr.	485.75 Kw./Hr.
วันพุธ	412 Kw.	3729.2 Kw./Hr.	3198.3 Kw./Hr.	530.88 Kw./Hr.
วันพฤหัสบดี	357 Kw.	3298.1 Kw./Hr.	2747.8 Kw./Hr.	541.25 Kw./Hr.
วันศุกร์	425 Kw.	3676.5 Kw./Hr.	3142.6 Kw./Hr.	533.88 Kw./Hr.
วันเสาร์	188 Kw.	1739.4 Kw./Hr.	1383.8 Kw./Hr.	355.63 Kw./Hr.
วันอาทิตย์	114 Kw.	1235 Kw./Hr.		1235 Kw./Hr.
	รวม	19685.7 Kw./Hr.	15498.13 Kw./Hr.	4178.52 Kw./Hr.

ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละประเภทในแต่ละวัน

จากข้อมูลเบื้องต้นสามารถหาอัตราค่าไฟฟ้าโดยประมาณของอาคาร 12 ชั้นได้ ในกรณีนี้จะสมมติว่าเป็นการหาค่าไฟฟ้าโดยสุทธิของเดือนมีนาคม พ.ศ. 2541 (ซึ่งระยะเวลาภายในเดือนนั้นประกอบด้วย 4 สัปดาห์และอีก 3 วันโดยที่ 3 วันนั้นจะประกอบด้วย วันอาทิตย์ , วันจันทร์ และ วันอังคาร) เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่คำนวณได้โดยประมาณจากเครื่องวัดเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าจริงโดยรวมของคณะวิศวกรรมศาสตร์

ในที่นี่อัตราการคิดค่าไฟฟ้าของทางคณะวิศวกรรมศาสตร์จะคิดระบบอัตราค่าไฟฟ้าจะคิดในอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU และจัดอยู่ในประเภทที่ 4 โดยแสดงค่าไฟฟ้าต่อหน่วยแต่ละประเภทดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวด	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า บาท / กิโลวัตต์	ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท / หน่วย		
		1.	2.	3.
หมวด 4.2.3	200.93	1.7736	0.6861	0.6236
	1.วันจันทร์ - วันเสาร์	เวลา 09.00 - 22.00 (ON PEAK)		
	2.วันจันทร์ - วันเสาร์	เวลา 22.00 - 09.00 (OFF PEAK)		
	3.วันอาทิตย์	เวลา 00.00 - 24.00 (OFF PEAK)		

โดยแสดงการคำนวณค่าไฟฟ้าของอาคาร 12 ชั้น โดยประมาณดังนี้

จากข้อมูลในตารางนำมาพิจารณาได้ดังนี้

การคำนวณหาค่าไฟฟ้าแบบ TOU

จำนวนกิโลวัตต์สูงสุด = 425 กิโลวัตต์

จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมงในช่วงON-PEAK = 67,018หน่วย

จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมงในช่วงOFF - PEAK(22.00-09.00วันจันทร์-วันเสาร์)=12,756หน่วย

จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมงในช่วง OFF - PEAK (00.00-24.00 วันอาทิตย์) = 6,175หน่วย

จากข้อมูลเบื้องต้นสามารถคำนวณหาค่าไฟฟ้าของอาคาร 12 ชั้น โดยประมาณได้ดังนี้

1. หาค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge)

$$= 425 \text{ กิโลวัตต์} \times 200.93 \text{ บาท / กิโลวัตต์}$$

$$= 85395.25 \text{ บาท}$$

2. หาค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) ในช่วงON PEAK

$$= 67018 \text{ หน่วย} \times 1.7736 \text{ บาท / หน่วย}$$

$$= 118863.12 \text{ บาท}$$

3. หาค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) ในช่วง OFF PEAK (22.00-09.00วันจันทร์- วันเสาร์)

$$= 67018 \text{ หน่วย} \times 1.7736 \text{ บาท / หน่วย}$$

$$= 8751.89 \text{ บาท}$$

4. หาค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) ในช่วง OFF PEAK (00.00-24.00 วันอาทิตย์)

$$= 6175 \text{ หน่วย} \times 0.6236 \text{ บาท / หน่วย}$$

$$= 3850.73$$

หาค่าพลังงานไฟฟ้าสุทธิต่อเดือน = (3850.73+8751.89+118863.12+85395.25)

$$= 216861 \text{ บาท}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการวิเคราะห์อัตราค่าไฟฟ้าแล้วสามารถนำข้อมูลที่ได้จากตารางมาวิเคราะห์หาค่าตัวประกอบโหลด(Load Factor) รายวันได้ดังวิธีใช้สมการในบทที่2

ค่าตัวประกอบโหลดของวันจันทร์	$\frac{3139.6}{336 \times 24} \times 100 = 38.93 \%$
ค่าตัวประกอบโหลดของวันอังคาร	$\frac{2867.9}{317 \times 24} \times 100 = 37.7 \%$
ค่าตัวประกอบโหลดของวันพุธ	$\frac{3729.2}{412 \times 24} \times 100 = 37.7 \%$
ค่าตัวประกอบโหลดของวันพฤหัสบดี	$\frac{3298.1}{397 \times 24} \times 100 = 38.49 \%$
ค่าตัวประกอบโหลดของวันศุกร์	$\frac{3676.5}{429 \times 24} \times 100 = 36.04\%$
ค่าตัวประกอบโหลดของวันเสาร์	$\frac{1739.4}{188 \times 24} \times 100 = 38.55\%$
ค่าตัวประกอบโหลดของวันอาทิตย์	$\frac{1235}{144 \times 24} \times 100 = 45.14\%$

สำหรับตัวประกอบโหลดที่เหมาะสมจากการพิจารณาเส้นกราฟของโหลด ทั้ง7วันในภาคผนวกจะประมาณได้ว่าช่วงเวลาที่ใช้ในการทำงานโดยเฉลี่ยประมาณ 11 ชม. ค่าตัวประกอบโหลดที่เหมาะสมนั้นถ้าทำงานวันละ 24 ชม. ค่าตัวประกอบโหลดที่เหมาะสมควรมีค่าประมาณ 80 %

ฉะนั้นถ้าทำงานวันละ 11 ชม. ตัวประกอบโหลดที่เหมาะสมจะมีค่า

$$= \frac{11}{24} \times 80$$

$$= 36.67 \%$$

จากการพิจารณาค่าตัวประกอบโหลดทั้ง7 วัน จะเห็นว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสม(โดยคำนวณที่ชั่วโมงการทำงานต่อวันประมาณ 11 ชั่วโมง) ดังนั้นถ้าชั่วโมงการทำงานเป็นระยะเวลา 11 ชั่วโมงคงที่แล้ว การที่จะต้องแก้ไขค่าตัวประกอบโหลดให้ดีขึ้นนั้นไม่จำเป็น

สำหรับข้อเสนอแนะแนวทางในการประหยัดพลังงานนั้น ในเมื่อตัวประกอบโหลดมีค่าที่เหมาะสมแล้ว จึงต้องใช้แนวทางอื่นในการประหยัดพลังงาน คือ พยายามลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวม โดยใช้วิธีที่แนะนำไปแล้วในบทที่1 คือการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหมาะสมและการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างคุ้มค่า

บทที่ 4 อธิบายส่วนโปรแกรม

4.1 ลักษณะโปรแกรม แบ่งได้ 3 ส่วน ดังนี้

4.1.1 ส่วนรับข้อมูล (INPUT)

4.1.2 ส่วนประมวลผล (EXECUTE)

4.1.3 ส่วนแสดงผลข้อมูล (OUTPUT)

4.1.1 ส่วนรับข้อมูล

ส่วนนี้จะเริ่มต้นโดยให้ผู้ใช้โปรแกรมกำหนดข้อมูลดังนี้

■ **ห้องเรียน (Room)** ว่ามีทั้งหมดกี่ห้อง แต่ละห้องกำหนดให้ในวันหนึ่งๆ มีการใช้งานทั้งหมดเป็นเวลานานเท่าใด และแต่ละห้องขณะใช้งานนั้นใช้กำลังไฟฟ้าเท่าใด (หน่วยกิโลวัตต์)

■ **ภาระไฟฟ้าส่วนกลาง (Center Load)** ว่า เวลาใดจะมีการใช้ภาระไฟฟ้าส่วนกลางเท่าใด (หน่วยกิโลวัตต์) ซึ่งเราจะทำการแบ่งเวลาแต่วัน (24 ชั่วโมง) เป็น 96 ช่วงๆละ 15 นาที (หรือสามารถแบ่งเป็นช่วงตามที่ต้องการก็ได้ว่าต้องการทั้งหมดกี่ช่วง เช่น 6 ช่วงๆละ 4 ชั่วโมง หรือ 24 ช่วงๆละ 1 ชั่วโมง แต่ต้องไปแก้ไขในส่วนฐานข้อมูล(database) ของโปรแกรม ในส่วนตารางห้อง)

■ **ช่วงที่ใช้เป็นเวลาในการเรียน (Study Time)** จากที่เราได้แบ่งเวลาแต่ละวันเป็นช่วงๆละ 15 นาทีนั้น ผู้ใช้โปรแกรมต้องทำการกำหนดว่า ต้องการให้เวลาใดบ้างที่สามารถมีการเรียนการสอนได้ (หรือกำหนดช่วงเองอย่างภาระไฟฟ้าส่วนกลาง)

■ **อัตราค่าไฟฟ้า** ว่าทางการไฟฟ้านครหลวงมีการเก็บค่าไฟฟ้าโดยใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบใด แบ่งเป็นกี่ช่วงเวลา แต่ละช่วงเวลามีระยะเวลาทั้งหมดเท่าใด เริ่มตั้งแต่เวลาใด และสามารถคำนวณหาค่าไฟฟ้าจากสมการใด. ซึ่งส่วนนี้ผู้ใช้สามารถกำหนดสมการที่ใช้คำนวณเองได้

4.1.2 ส่วนประมวลผล

จะเป็นส่วนที่ทำการจัดให้แต่ละห้องมีการใช้งานในเวลาใดบ้างของแต่ละวัน

โดยเริ่มการบริหาร(Manage) ภาระทางไฟฟ้าส่วนกลางก่อน โดยส่วนกลางจะมีภาระทางไฟฟ้าถูกกำหนดไว้ตายตัวไม่สามารถบริหารได้เท่าใด แต่กำหนดให้เป็นภาระพื้นฐานของการบริหารต่อไป

จากนั้นจะเริ่มการบริหารภาระไฟฟ้าของห้องเรียนแต่ละห้อง โดยเริ่มที่ห้องแรกก่อน จากส่วนรับข้อมูลจะทราบว่าห้องนี้จะมีภาระทางไฟฟ้าเท่าใด เวลาที่ใช้เรียนทั้งหมดเป็นเท่าใด โดยเริ่มทำการทดลองให้ห้องเรียนมีการใช้เรียนในเวลาต่างๆ โดยจากสมการการคิดค่าไฟฟ้าจะทำให้เราทราบค่าไฟฟ้าที่ต้องเสียถ้าห้องเรียนนี้มีการใช้งานในเวลาใดๆ ทำการคำนวณค่าไฟฟ้า ทดลองทุกๆเวลา เลือกเวลาการใช้ห้องเรียนที่จะทำให้สูญเสียค่าไฟฟ้าน้อยที่สุด ทำการบันทึกเวลานั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่บริหารเสร็จผ่านไปแล้วเป็นภาระพื้นฐานของการบริหารห้องต่อไป เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ส่วนแสดงผลข้อมูล

เมื่อเราทำการบริหารห้องเรียนหลายๆห้องแล้วจะสามารถแสดง

■ **ตารางการใช้ห้องเรียนแต่ละวัน** ซึ่งจะแสดงการใช้ห้องเรียนใน 1 วัน ว่าในแต่ละวัน มีการใช้ห้องใดในเวลาใด

■ **ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละช่วง** ซึ่งใน 1 วันจะทำการเปรียบเทียบค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละช่วงของวัน นำค่าสูงสุดมาแสดงเป็นกราฟ และตัวเลข

■ **ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละช่วง** ซึ่งเป็นผลรวมของปริมาณไฟฟ้าในแต่ละช่วงของทุกวัน ซึ่งจะนำผลรวมนี้มาแสดงเป็นกราฟและตัวเลข

■ **ค่าไฟฟ้าที่ต้องเสียให้กับการไฟฟ้านครหลวง** ซึ่งคำนวณมาจากสมการที่ใช้คำนวณค่าไฟฟ้า

■ **กราฟแสดงการใช้งานของห้องเรียน** ซึ่งจะแสดงการทำงานของห้องเรียนทุกๆห้องว่า ใน 1 วันมีการใช้งานในเวลาใดบ้าง

4.2 ข้อกำหนดสำหรับโปรแกรม

1. สำหรับโปรแกรมนี้นั้น ในส่วนสมการที่ใช้คำนวณหาค่าไฟฟ้านั้น ถ้าเราต้องการให้พจน์ใดทำก่อนต้องมีการใส่วงเล็บให้ถูกต้อง หรือพจน์ใดที่มีการคูณ (×) หรือการหาร(÷)กัน ต้องมีการใส่วงเล็บในทุกๆ การคูณ ,การหารนั้นจะมีวงเล็บนั้นค่าจะผิดพลาด เช่น

$$C = P1 + (4 \times P2) + 3 \times (2 \times P3) \text{ และ}$$

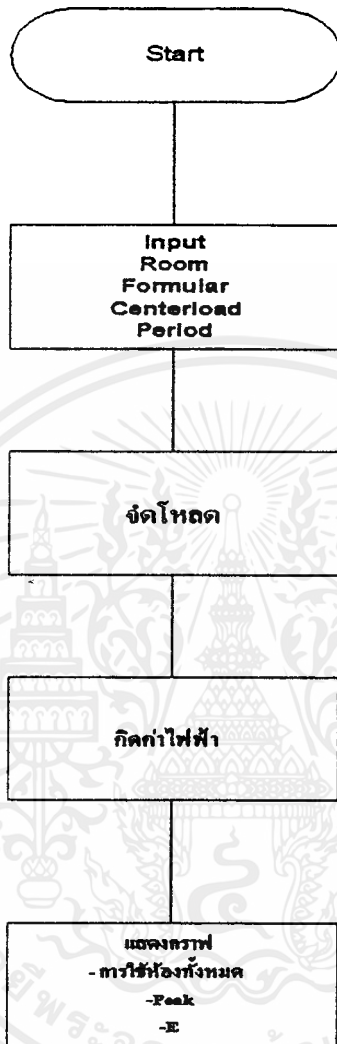
$$C = P1 + (4 \times P2) + (3 \times (2 \times P3))$$

ถ้าเรากำหนดให้ $P1=5$, $P2=10$ และ $P3=4$ จะได้ค่า C ออกมาเท่ากับ 384 และ 1080 ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่า หากเราทำการใส่วงเล็บต่างกันจะทำให้ผลลัพธ์ที่เราสามารถคำนวณหาออกมาได้ต่างกัน

2. ส่วนรับข้อมูลในส่วนของภาระไฟฟ้าของห้องเรียนนั้น เราได้กำหนดให้สามารถรับข้อมูลได้ไม่เกิน 20 ห้องเรียน หากว่าข้อมูลมีเกินกว่า 20 ห้อง ต้องทำการปรับในส่วนโปรแกรม

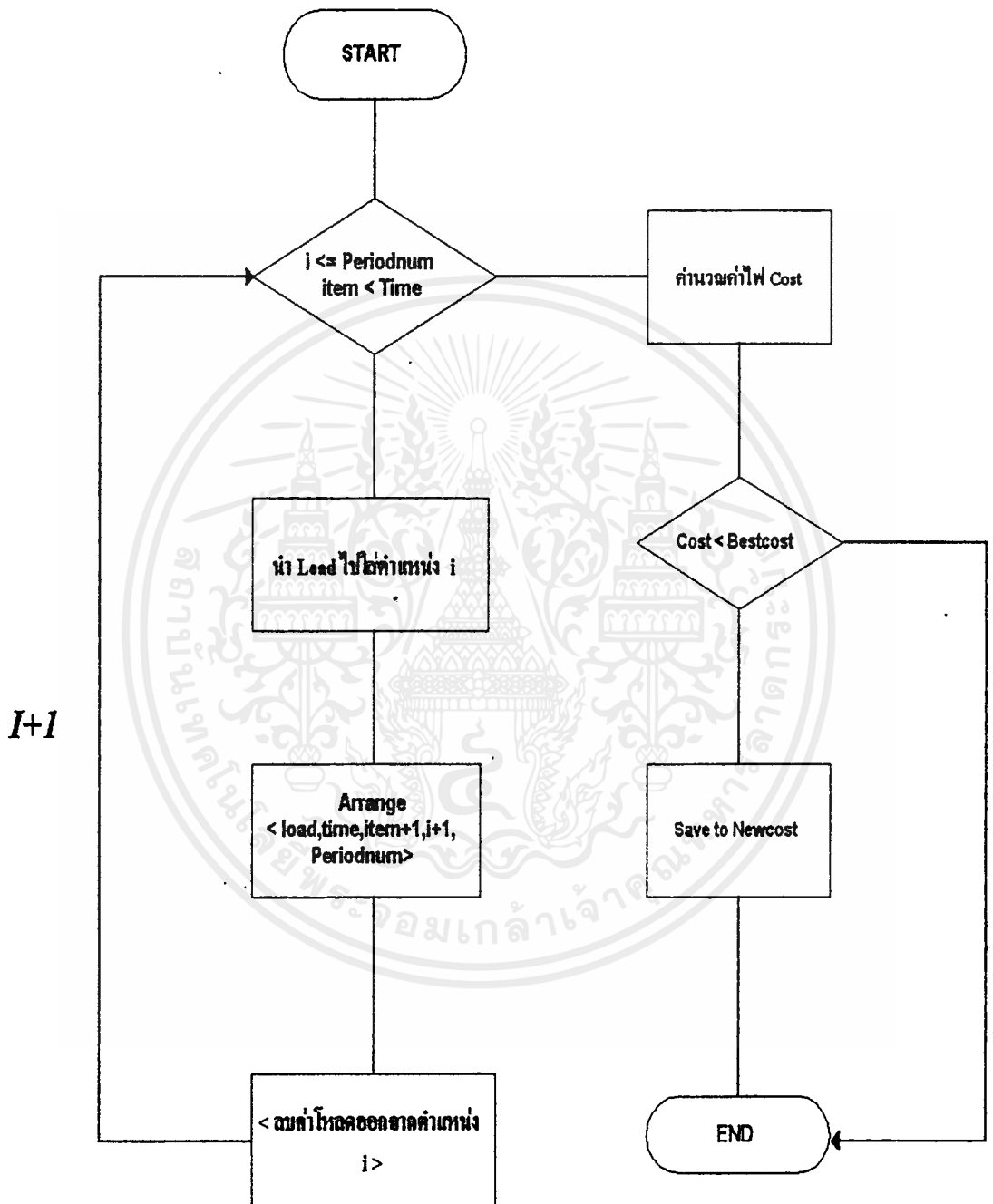
3. การจัดการห้องเรียนนั้น ผู้ใช้โปรแกรมต้องเป็นผู้สังเกตว่า ข้อมูลภาระทางไฟฟ้าของห้องใดมีค่ามากที่สุดแล้วทำการจัดการห้องนั้นก่อน แล้วจึงจัดการห้องที่มีภาระทางไฟฟ้ามากเป็นอันดับ 2 ต่อมา ทำเช่นนี้เรื่อยๆจนครบทุกห้อง

4. โปรแกรมนี้สามารถแบ่งช่วงเวลาได้ตามต้องการไม่ได้ถูกกำหนดไว้ 3 ช่วงแบบ TOU หรือแบบ TOD สามารถแบ่งได้มากที่สุดถึง 48 ช่วง(ช่วงที่ 0 - 47)



รูปที่ 4.1 Flow chart แสดงการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 Flow chart แสดงส่วนการจัดห้องเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The image shows a software interface with the following sections:

- Room:** Contains input fields for 'Room', 'Load' (labeled 'kiloWatts'), and 'Time' (labeled '1/2Hours'). It includes buttons for 'Open', 'Close', 'Save', 'Save As', 'Print', 'Back', 'New', 'Exit', 'Open', 'Delete', and 'Cancel'.
- Formular:** Features a large text input area with 'Load from file' and 'Save to file' buttons.
- Center Load:** Includes a 'Load' input field, a checkbox for 'kWh/Day', and a 'Time' input field. It has 'Open', 'Close', 'Save', and 'Save As' buttons.
- Period:** Contains a 'Period' input field, a 'Time' input field, and 'Open', 'Close', 'Save', and 'Save As' buttons.
- Bottom Section:** Includes a 'Calculate' button, a 'Room no.' input field, a 'Clear' button, and a 'Cost' input field.

รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะหน้าต่างโปรแกรม

รูปที่ 4.4 แสดงส่วนรับข้อมูลในส่วนภาระทางไฟฟ้าในแต่ละห้อง

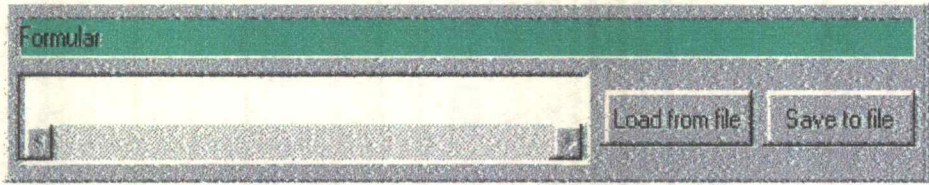
ซึ่งประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนแสดงค่า เช่น

- Record No. แสดงให้ทราบว่าข้อมูลนี้เป็น Record No. ที่เท่าไร
- Room แสดงให้ทราบว่าข้อมูลนี้เป็นของห้องใด
- Load แสดงให้ทราบว่าห้องเรียนนี้มีภาระทางไฟฟ้าเท่าใด
- Time แสดงให้ทราบว่าห้องเรียนนี้มีการใช้งานเป็นเวลาเท่าใด

2. ส่วนเลือกค่า เช่น

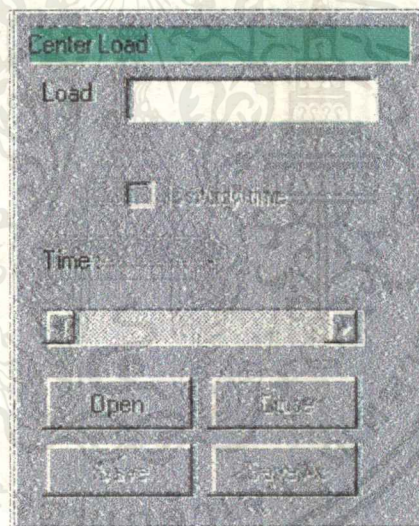
- Open สำหรับ เลือกไฟล์(file)ข้อมูลที่จะทำการเปิด
- Close สำหรับ ปิดไฟล์ข้อมูลที่ทำกรเปิด
- Save สำหรับบันทึกข้อมูลลงในไฟล์นั้นๆ
- Save As สำหรับบันทึกข้อมูลเป็นชื่อใหม่
- First ,Last สำหรับเลื่อนข้อมูลไปที่ข้อมูลแรกและข้อมูลสุดท้ายตามลำดับ
- Next ,Back สำหรับเลื่อนข้อมูลไปข้างหน้าและข้างหลัง 1 ข้อมูลตามลำดับ
- Insert สำหรับแทรกข้อมูลเข้าไปในตำแหน่งที่ต้องการ
- Delete สำหรับทำการลบข้อมูลที่ไม่ต้องการ



รูปที่ 4.5 แสดงส่วนรับข้อมูลในส่วนสูตรการคิดค่าไฟฟ้า

ซึ่งประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนแสดงค่า แสดงค่าสูตรที่ใช้ในการคิดค่าไฟฟ้า
2. ส่วนเลือกค่า เช่น
 - Load from file สำหรับ เลือกไฟล์(file)ข้อมูลที่จะทำการเปิด
 - Save to file สำหรับบันทึกสูตรการคิดค่าไฟฟ้า



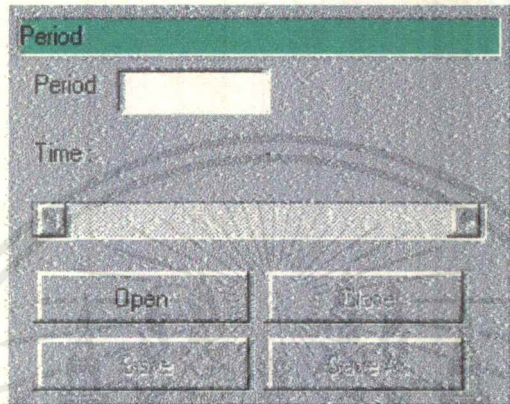
รูปที่ 4.6 แสดงส่วนรับข้อมูลในส่วนภาระไฟฟ้าส่วนกลางและส่วนแบ่งช่วงเวลา

ซึ่งประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนแสดงค่า เช่น
 - Time แสดงให้ทราบว่าข้อมูลภาระไฟฟ้าส่วนกลางที่อ้างถึงเป็นระยะเวลาใด
 - Study Time แสดงให้ทราบว่าเวลาที่อ้างถึงสามารถใช้เป็นเวลาเรียนได้หรือไม่
 - Load แสดงให้ทราบว่าเวลาที่อ้างถึงมีภาระทางไฟฟ้าส่วนกลางเท่าใด

2. ส่วนเลือกค่า เช่น

- Open สำหรับ เลือกไฟล์(file)ข้อมูลที่จะทำการเปิด
- Close สำหรับ ปิดไฟล์ข้อมูลที่ทำกรเปิด
- Save สำหรับบันทึกข้อมูลลงในไฟล์นั้นๆ
- Save As สำหรับบันทึกข้อมูลเป็นชื่อใหม่



รูปที่ 4.7 แสดงส่วนรับข้อมูลในส่วนการแบ่งช่วงเวลาในการคิดค่าไฟฟ้า

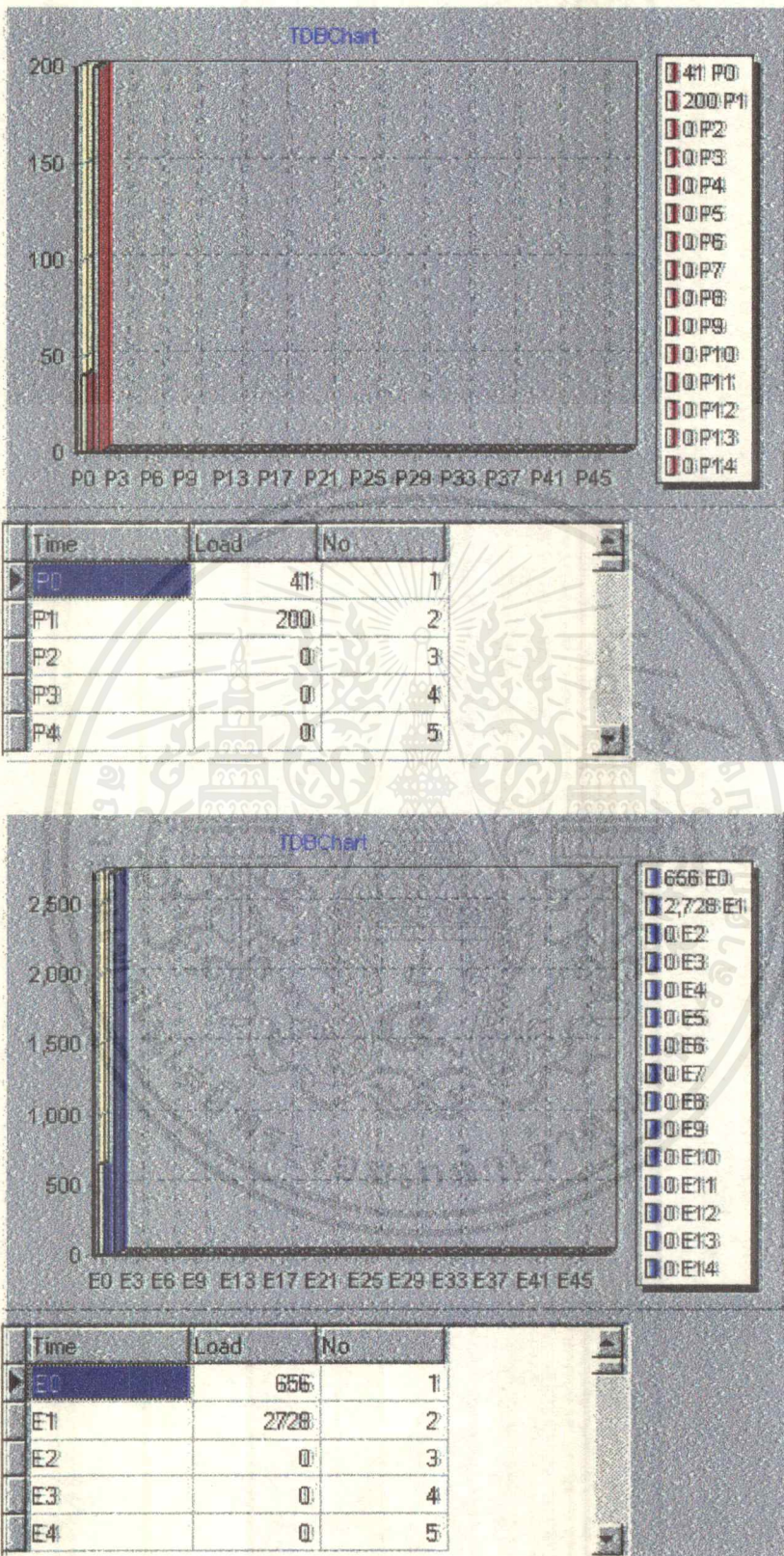
ซึ่งประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนแสดงค่า

- Time แสดงให้ทราบว่าเวลาที่อ้างถึงเป็นเวลาใด
- Period แสดงให้ทราบว่าระยะเวลาที่อ้างถึงถูกแบ่งอยู่ในช่วงเวลาใด

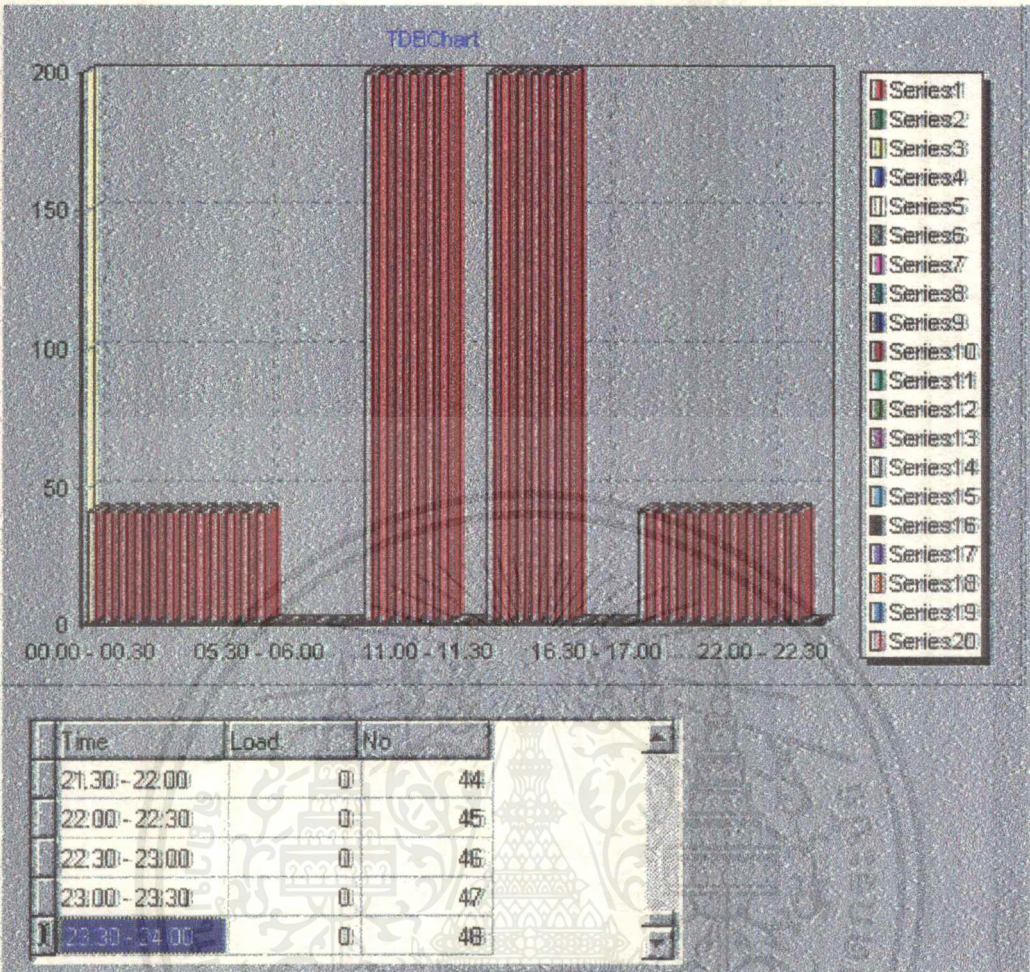
2. ส่วนเลือกค่า เช่น

- Open สำหรับ เลือกไฟล์(file)ข้อมูลที่จะทำการเปิด
- Close สำหรับ ปิดไฟล์ข้อมูลที่ทำกรเปิด
- Save สำหรับบันทึกข้อมูลลงในไฟล์นั้นๆ
- Save As สำหรับบันทึกข้อมูลเป็นชื่อใหม่



รูปที่ 4.8 แสดงค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ของภาระไฟฟ้าส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



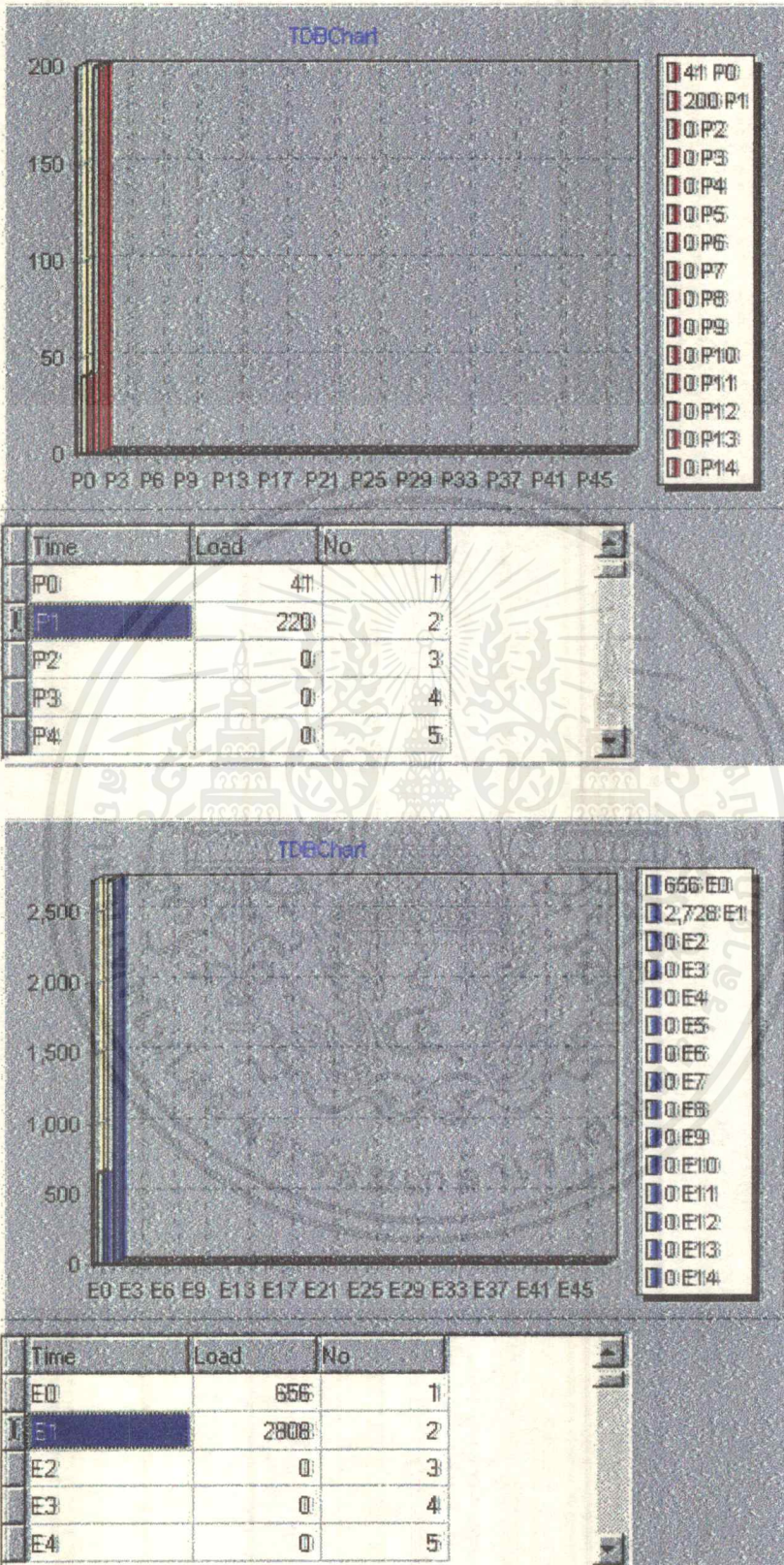
รูปที่ 4.9 แสดงการใช้ห้องเรียนต่างๆเมื่อคิดเพียงภาระไฟฟ้าส่วนกลาง

Calculate Room no. Clear

Cost

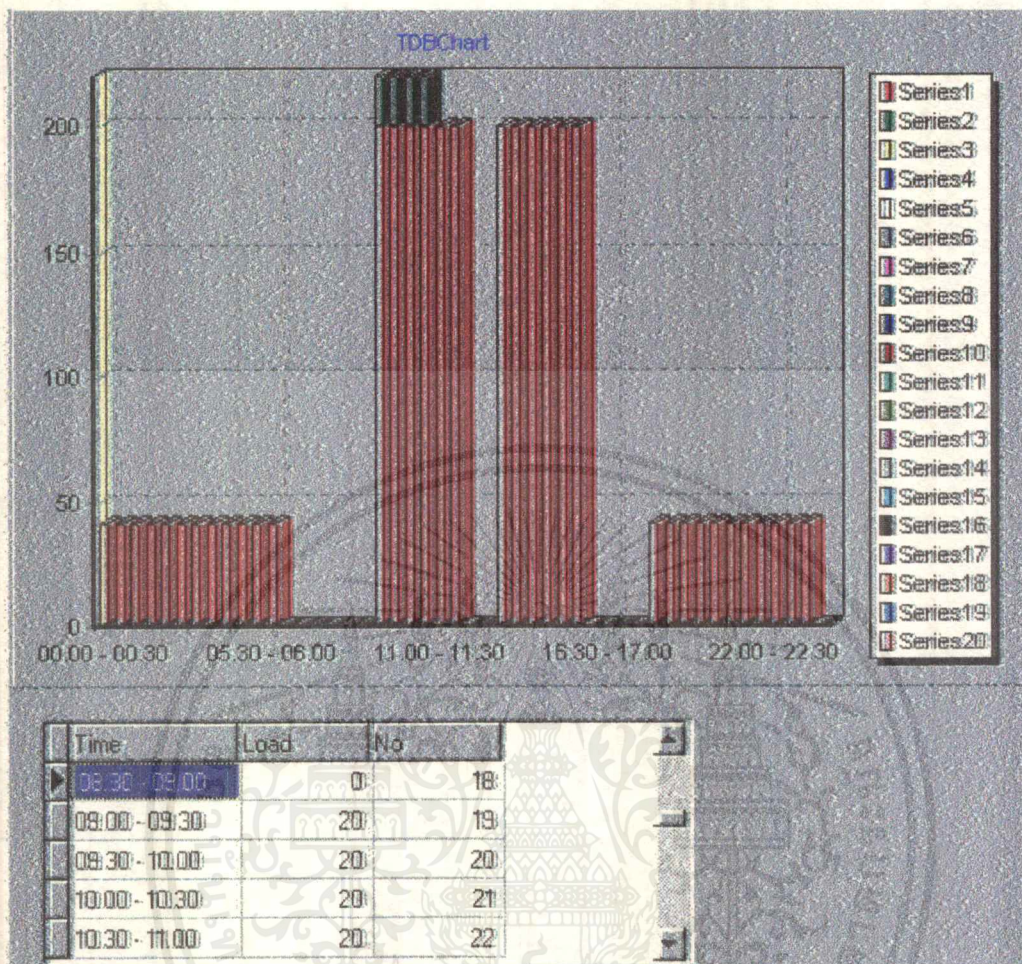
รูปที่ 4.10 แสดงผลการคิดคำนวณค่าไฟฟ้าของภาระไฟฟ้าส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดและค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของ
ภาระไฟฟ้าส่วนกลางและห้องเรียนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงการใช้ห้องเรียนต่างๆ เมื่อคิดภาระไฟฟ้าส่วนกลางและห้องเรียนที่ 1

Calculate Room no. 11 Clear

Cost 51102

รูปที่ 4.13 แสดงผลการคำนวณค่าไฟฟ้าเมื่อคิดภาระไฟฟ้าส่วนกลางและห้องเรียนที่ 1

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสรุปส่วนหลักได้ 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่หนึ่ง คือ ส่วนของการศึกษาทฤษฎีในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และศึกษาการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคาร 12 ชั้น ตลอดจนแนะนำการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆให้เหมาะสม เช่น ระบบแสงสว่าง ถ้านำบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้จะประหยัดพลังงานเท่าใด จุดคุ้มทุนใช้เวลาเท่าใด ระบบปรับอากาศ ห้องต่างๆภายในอาคาร 12 ชั้นควรติดตั้งระบบปรับอากาศขนาดเท่าใด

ส่วนที่สอง คือ การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร 12 ชั้น ในส่วนนี้ได้ทำการติดตั้งเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร 12 ชั้น โดยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกมาทำการวาด Load curve เพื่อดูแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร 12 ชั้น ใน 7 วัน

ส่วนที่สาม คือ ส่วนของการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้จัดการพลังงาน โดยในได้ทำการเขียนโดยใช้ภาษาเดลไฟ (Delphi) ซึ่งจะเป็นโปรแกรมที่ใช้จัดการการใช้ห้องเรียนว่าควรใช้ห้องเรียนใด ในเวลาใด เพื่อจะทำให้เราสูญเสียค่าไฟฟ้าให้น้อยที่สุด โดยโปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่สามารถยืดหยุ่นได้ เช่น ไม่ได้เจาะจงว่าจะสามารถรับข้อมูลได้กี่ข้อมูล ผู้ใช้สามารถกำหนดว่าจะจัดห้องเรียนกี่ห้องได้ตามความต้องการ สามารถกำหนดเวลาที่ใช้เรียนได้เอง สามารถกำหนดว่าจะคำนวณค่าไฟฟ้าแบบใดได้ตามต้องการ

สรุปแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคาร 12 ชั้น

สำหรับแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 12 ชั้นนั้น ถ้าพิจารณาในส่วนของ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือเพาเวอร์มอนิเตอร์จะพบว่า ค่าตัวประกอบโหลดในแต่ละวัน จะพบว่ามีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน(จากการพิจารณาชั่วโมงการทำงานเท่ากับ 11 ชั่วโมง) หมายความว่า ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละวันมีค่าไม่ต่างจากค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยในแต่ละวันเท่าใดนัก ดังนั้นแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคาร 12 ชั้นนั้นควรลดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวม

โดยแนวทางต่างๆที่จะแนะนำมี 2 แนวทางหลักๆดังนี้

1. การใช้พลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างประหยัด สามารถจำแนกได้ 2 ส่วนโดย ส่วนแรกคือ ส่วนแสงสว่าง เช่นควรใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบัลลาสต์แบบเดิมที่มีอยู่ และเมื่อไม่มีการใช้งานควรทำการดับไฟฟ้าแสงสว่าง ส่วนที่สองคือส่วนปรับอากาศ ซึ่งถือว่าเป็น โหลดที่มีขนาดมากที่สุดในอาคาร 12 ชั้น ในปฏิญญาพันธบัตรนี้ได้แนะนำว่าในแต่ละห้องของ อาคาร 12 ชั้นควรใช้เครื่องปรับอากาศขนาดเท่าใด ดังนั้นในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศในอนาคตสามารถกระทำได้ตามคำแนะนำ การใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบปรับอากาศก็ควรใช้อย่างประหยัดเพราะจากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 12 ชั้น พบว่าบางครั้งมีการเปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้โดยไม่มีผู้ใช้งานในห้อง ดังนั้นควรมีการปลุกจิตสำนึกให้ทุกคนมีแนวคิดในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดและคุ้มค่าที่สุด

2. ในส่วนของโปรแกรม เราควรนำโปรแกรมที่เขียนขึ้น เป็นแนวทางและนำมาปรับปรุง เพื่อให้ได้โปรแกรมที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และนำมาใช้ในการจัดเวลาการใช้ห้องเรียนต่างๆ ซึ่งจะ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่ง

ภาคผนวก



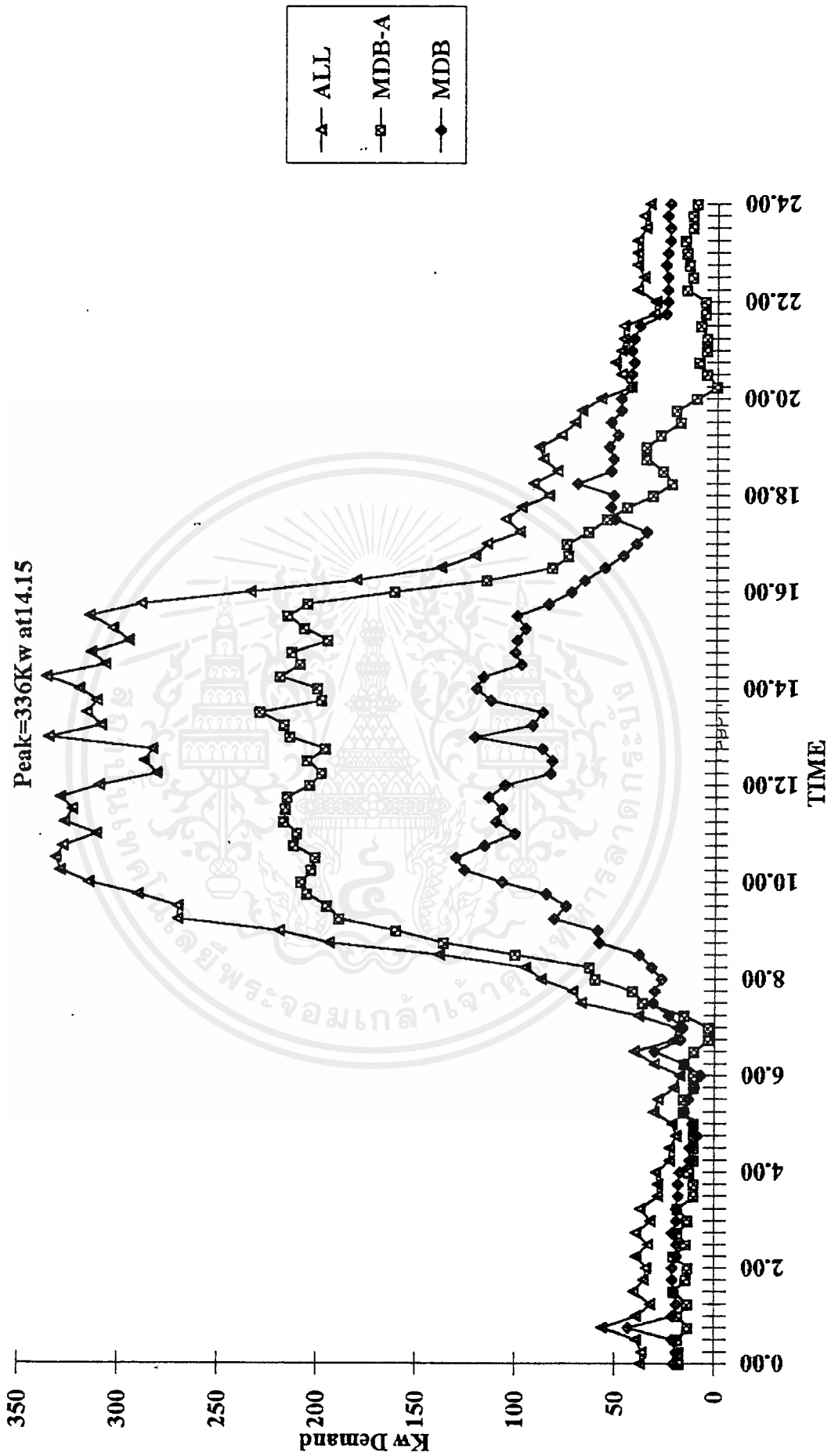
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นกราฟของโหลด(Load Curve)ทั้ง 7 วัน



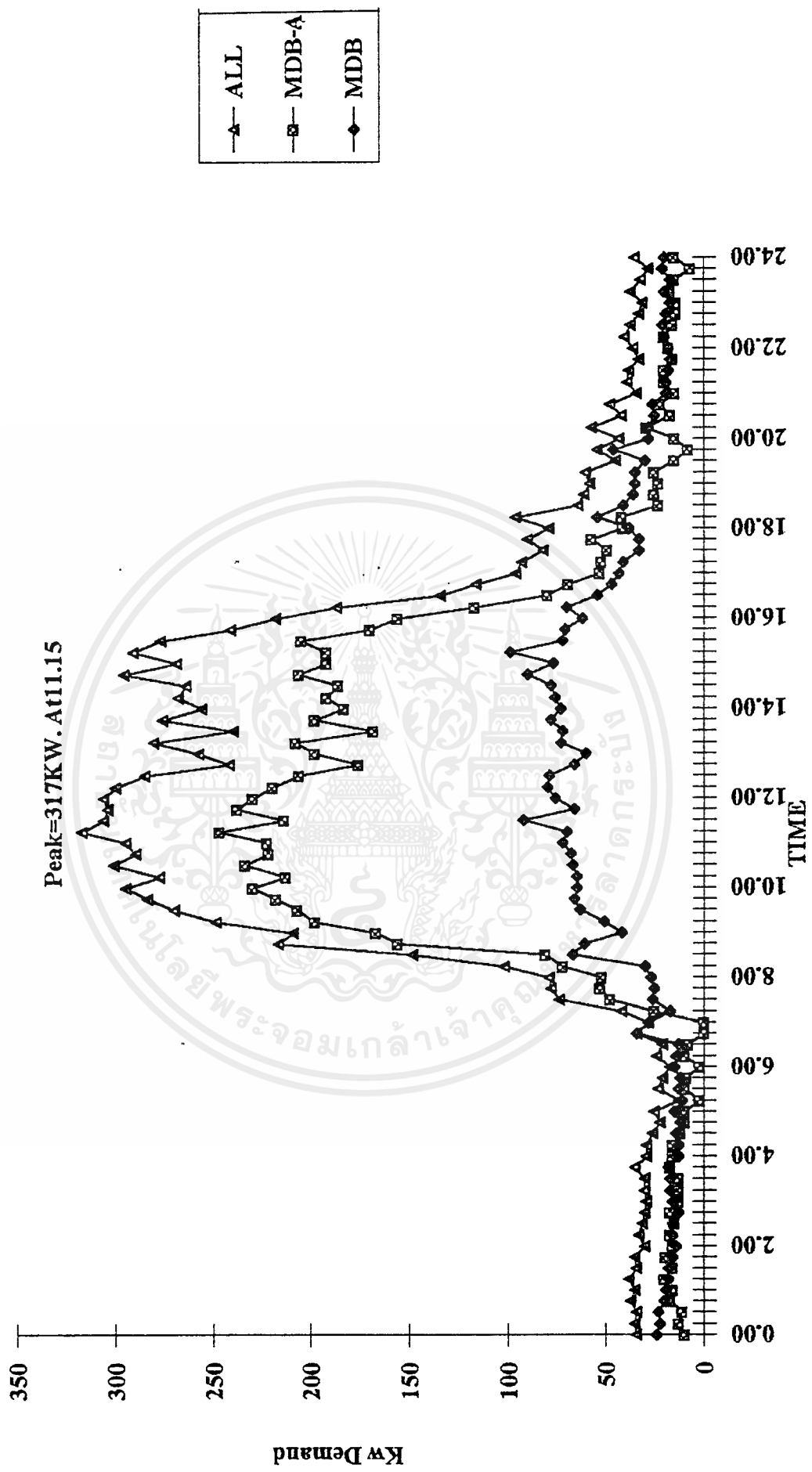
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Load Curve of Monday



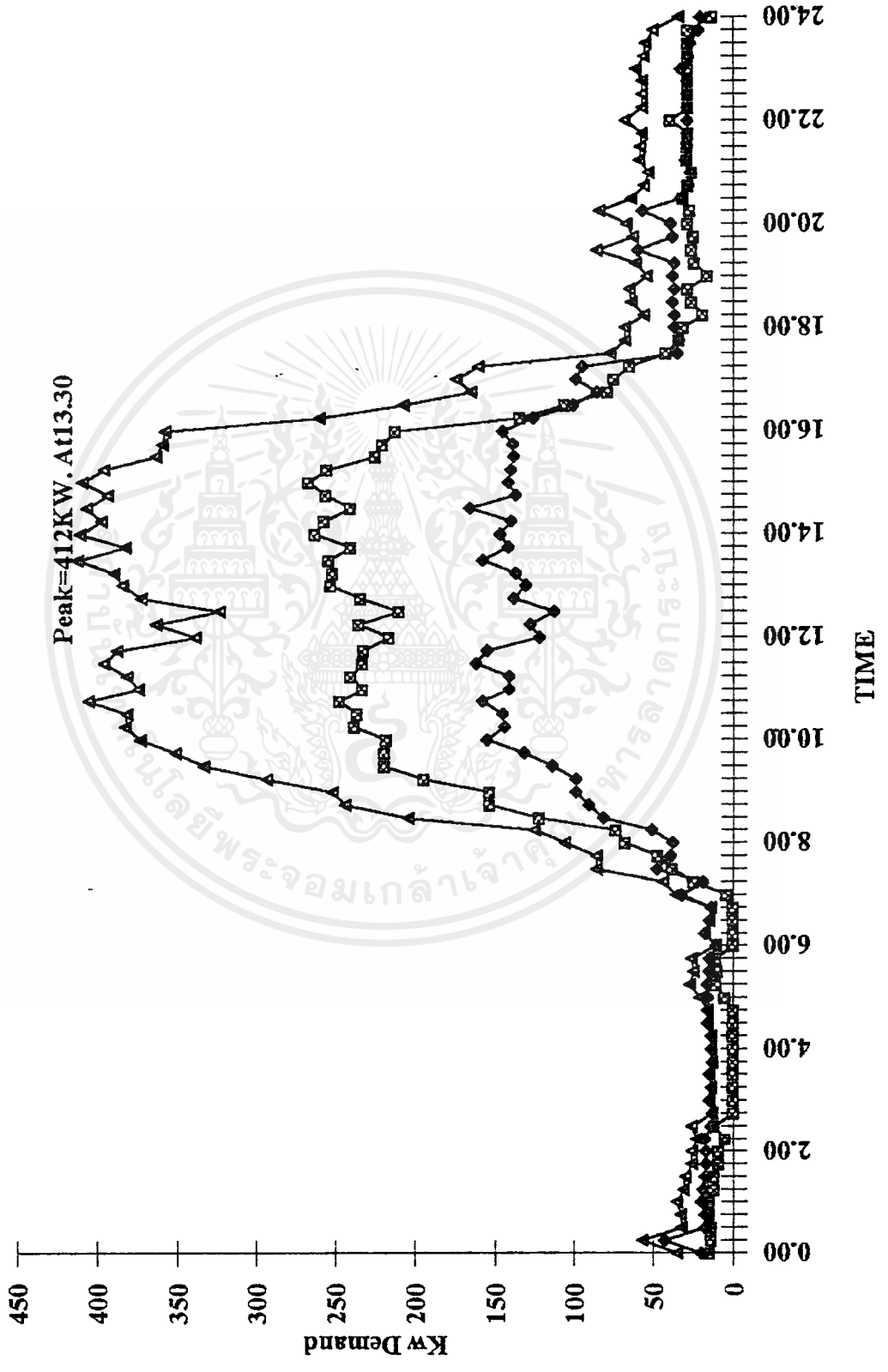
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
และการพาณิชย์อื่น ๆ อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Load Curve of Tuesday



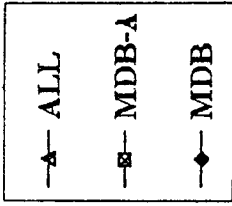
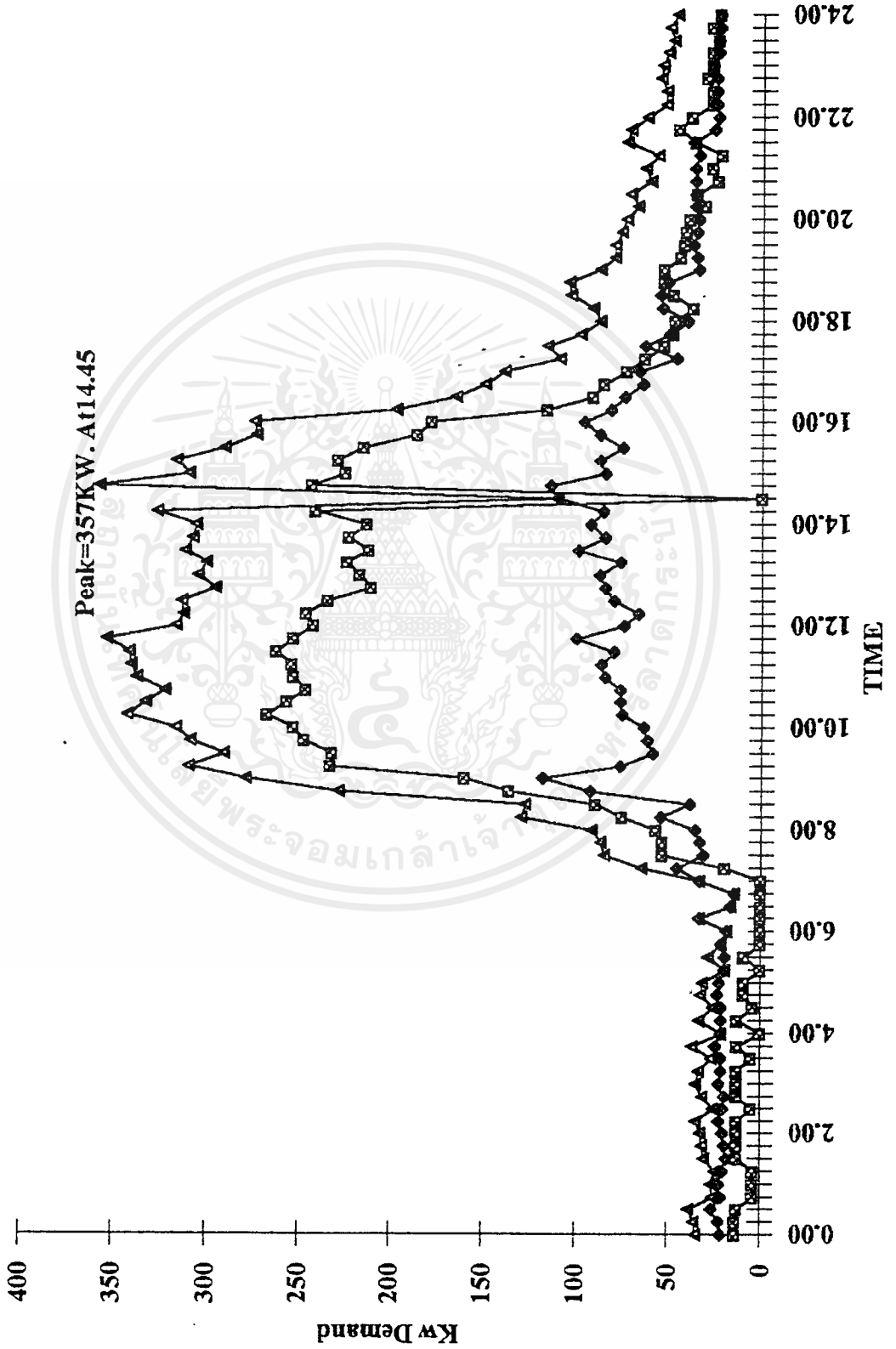
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น กรุณาอย่าเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Load Curve of Wednesday



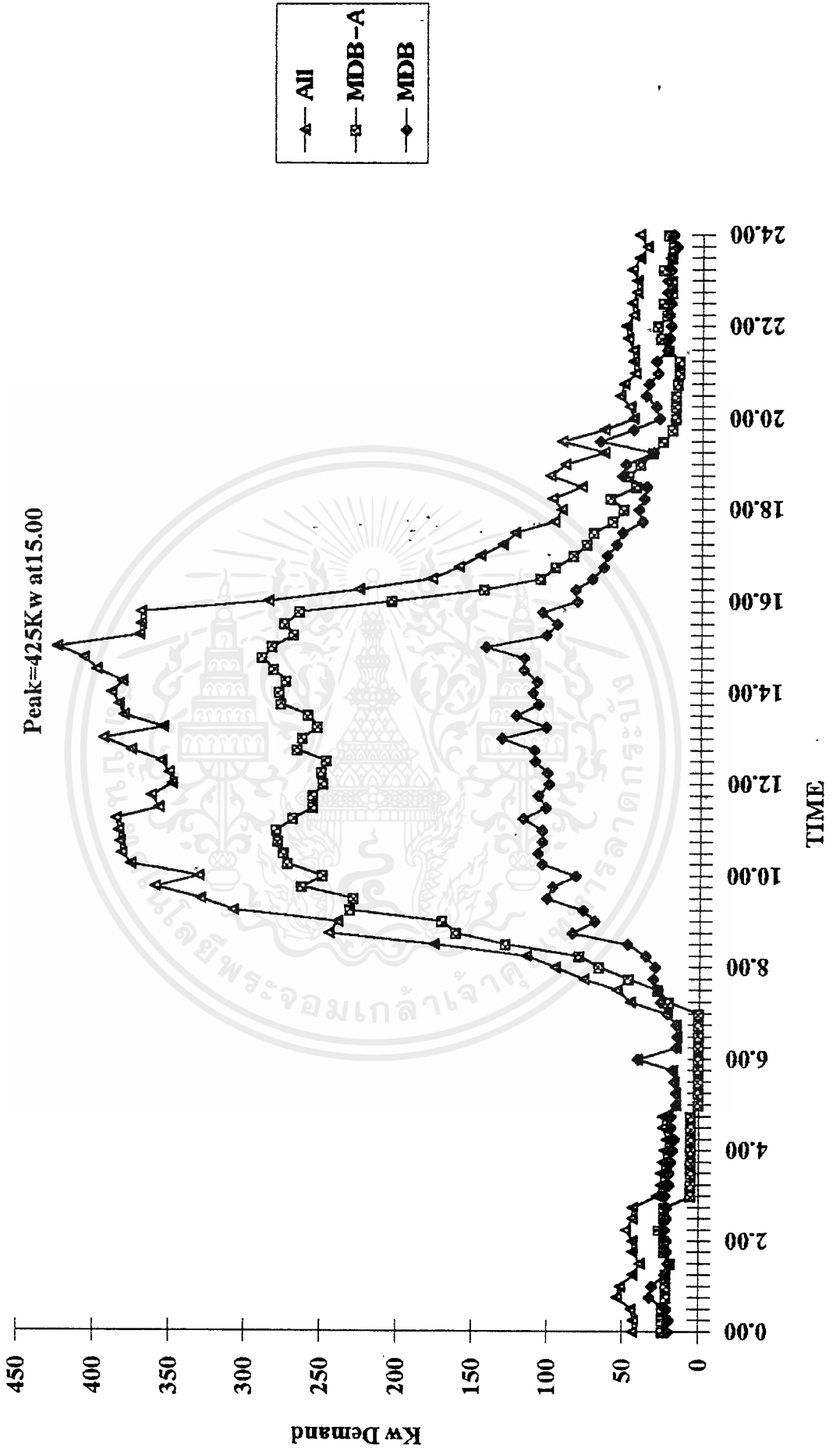
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Load Curve of Thursday

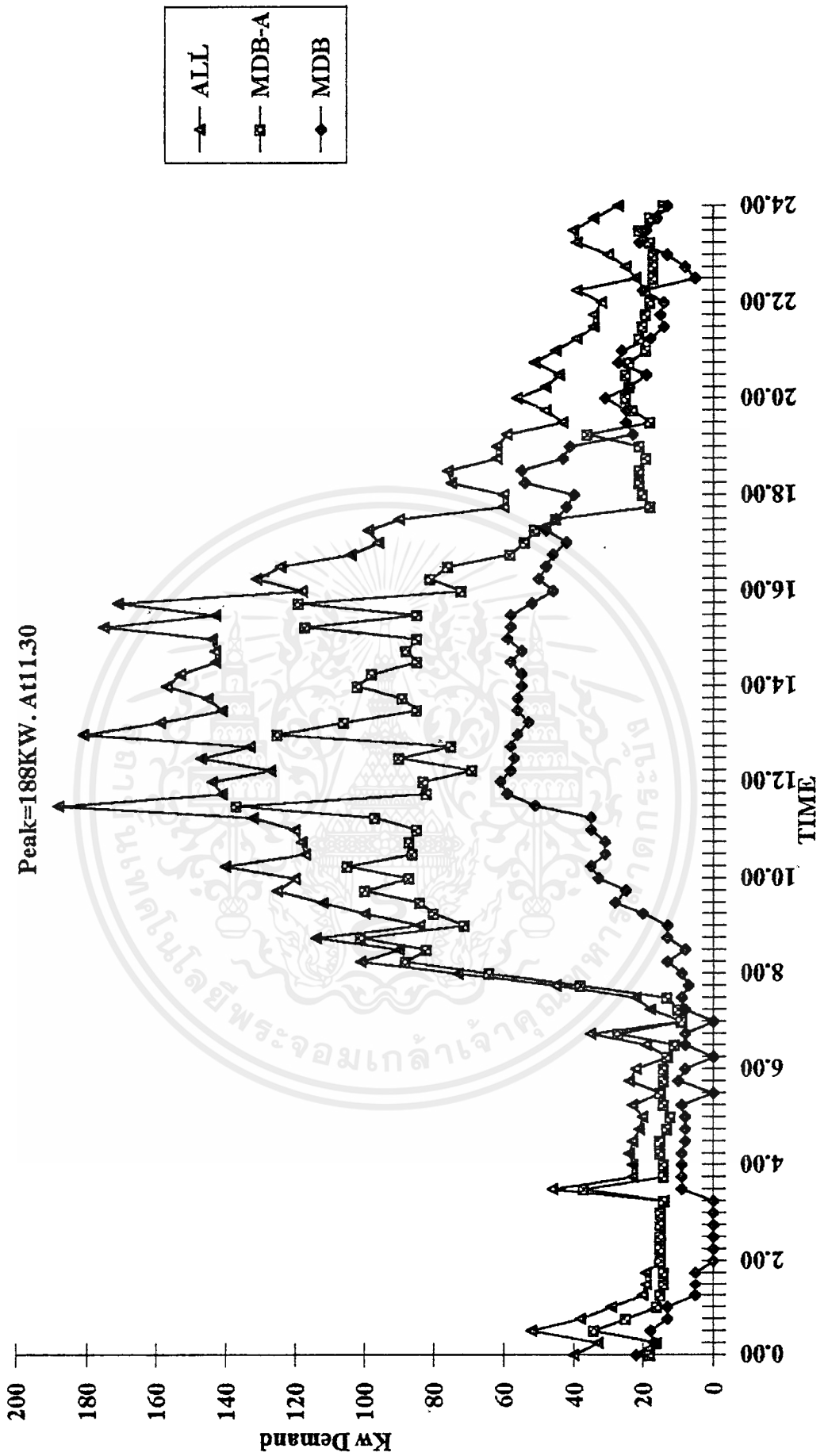


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่การณใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Load Cure of Friday

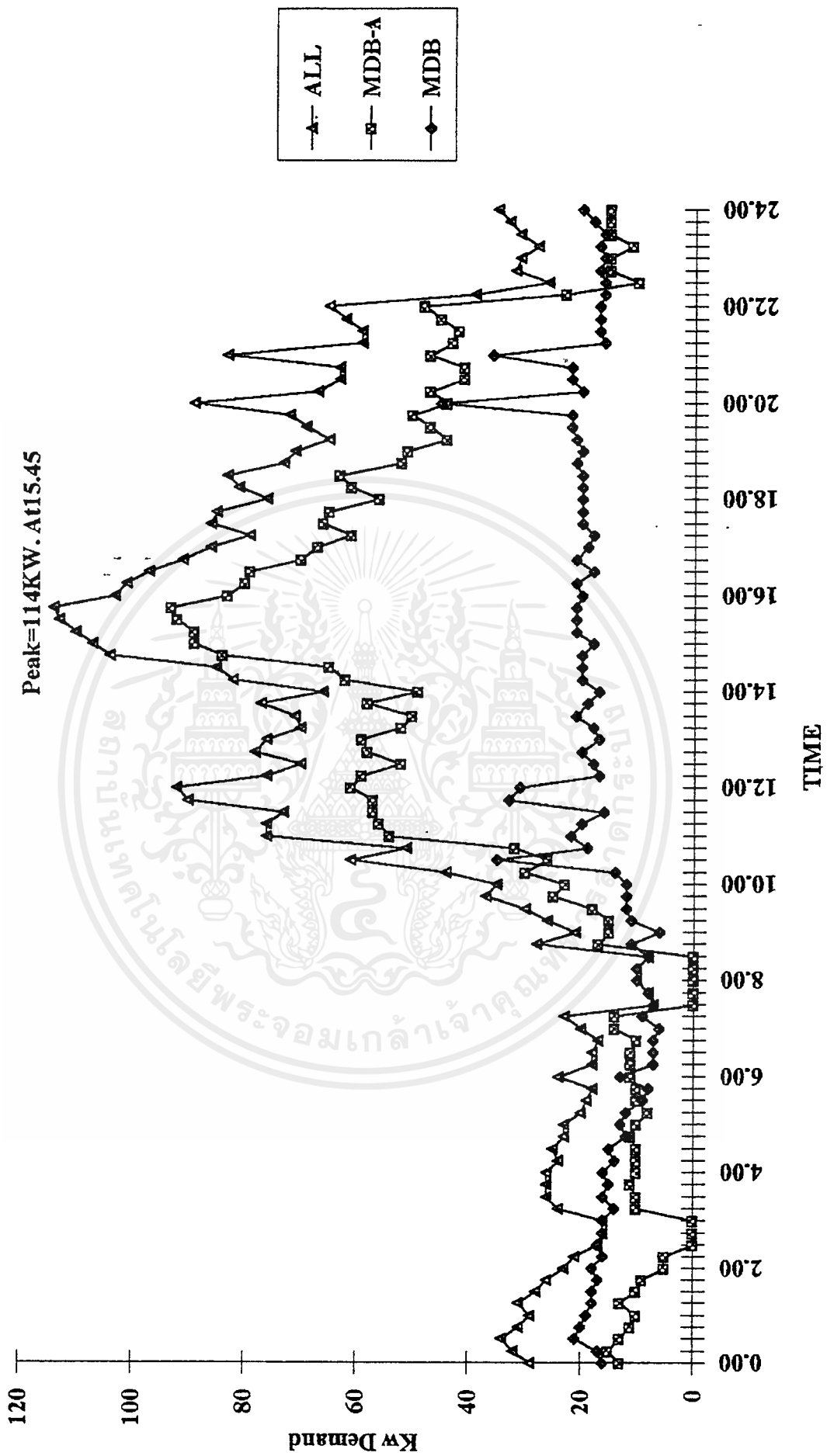


Load Curve of Saturday



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Load Curve of Sunday



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The seal of the National Library of Thailand is a circular emblem. It features a central sunburst with rays emanating from a central point. Below the sunburst are three tiered stupas or pagodas, each flanked by a stylized flame or leaf-like motif. The entire central design is enclosed within a circular border containing Thai text. The text at the top of the border reads "กรมหอสมุดแห่งชาติ" (National Library Bureau) and the text at the bottom reads "พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง" (Kajonrajavidyalaya University, Ladkrabang).

**ตัวอย่างข้อมูลที่บันทึกได้จากเครื่องมือเพาเวอร์มอโนเตอร์ริง
ในวันที่ 1 / 3 / 1998**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SITE: A

DEVICE: A

DATE	TIME	V A RT	V B RT	V C RT	AMP A RT
98/03/01	04:15:00.000	230	230	229	31
98/03/01	04:00:00.000	229	230	229	27
98/03/01	03:45:00.000	229	229	228	32
98/03/01	03:30:00.000	229	229	228	33
98/03/01	03:15:00.000	228	229	228	31
98/03/01	03:00:00.000	229	229	228	30
98/03/01	02:45:00.000	228	229	228	31
98/03/01	02:30:00.000	229	230	229	32
98/03/01	02:15:00.000	228	229	227	33
98/03/01	02:00:00.000	228	229	228	34
98/03/01	01:45:00.000	228	229	228	33
98/03/01	01:30:00.000	229	230	228	36
98/03/01	01:15:00.000	229	229	228	35
98/03/01	01:00:00.000	228	229	227	33
98/03/01	00:45:00.000	229	230	228	40
98/03/01	00:30:00.000	228	229	228	39
98/03/01	00:15:00.000	228	229	227	33
98/03/01	00:00:00.000	227	228	227	30

DATE	TIME	AMP B RT	AMP C RT	KW A RT	KW B RT
98/03/01	04:15:00.000	33	19	5	6
98/03/01	04:00:00.000	37	21	5	7
98/03/01	03:45:00.000	33	19	6	6
98/03/01	03:30:00.000	33	21	6	6
98/03/01	03:15:00.000	33	20	5	6
98/03/01	03:00:00.000	30	27	5	6
98/03/01	02:45:00.000	30	24	5	6
98/03/01	02:30:00.000	31	24	6	6
98/03/01	02:15:00.000	29	23	6	6
98/03/01	02:00:00.000	33	26	6	7
98/03/01	01:45:00.000	32	27	6	6
98/03/01	01:30:00.000	36	26	6	7
98/03/01	01:15:00.000	32	30	6	6
98/03/01	01:00:00.000	33	33	6	6
98/03/01	00:45:00.000	37	32	7	7
98/03/01	00:30:00.000	42	29	7	8
98/03/01	00:15:00.000	31	26	6	6
98/03/01	00:00:00.000	33	25	5	6

DATE	TIME	KW C RT	PF A RT	PF B RT	PF C RT
98/03/01	04:15:00.000	3	LAG 75	LAG 83	LAG 77
98/03/01	04:00:00.000	4	LAG 77	LAG 83	LAG 78
98/03/01	03:45:00.000	3	LAG 82	LAG 80	LAG 78
98/03/01	03:30:00.000	4	LAG 74	LAG 82	LAG 77
98/03/01	03:15:00.000	3	LAG 76	LAG 83	LAG 78
98/03/01	03:00:00.000	5	LAG 77	LAG 82	LAG 84
98/03/01	02:45:00.000	5	LAG 76	LAG 81	LAG 86
98/03/01	02:30:00.000	5	LAG 75	LAG 86	LAG 82
98/03/01	02:15:00.000	4	LAG 77	LAG 87	LAG 83
98/03/01	02:00:00.000	5	LAG 77	LAG 87	LAG 83
98/03/01	01:45:00.000	5	LAG 77	LAG 86	LAG 83
98/03/01	01:30:00.000	5	LAG 77	LAG 87	LAG 91
98/03/01	01:15:00.000	6	LAG 77	LAG 86	LAG 87
98/03/01	01:00:00.000	7	LAG 79	LAG 86	LAG 90
98/03/01	00:45:00.000	6	LAG 76	LAG 87	LAG 85
98/03/01	00:30:00.000	6	LAG 83	LAG 89	LAG 88
98/03/01	00:15:00.000	5	LAG 76	LAG 86	LAG 87
98/03/01	00:00:00.000	5	LAG 78	LAG 87	LAG 89

SITE: A

DEVICE: A

DATE	TIME	V A RT	V B RT	V C RT	AMP A RT
98/03/01	08:45:00.000	226	226	225	21
98/03/01	08:30:00.000	226	227	226	19
98/03/01	08:15:00.000	224	225	224	19
98/03/01	08:00:00.000	225	226	225	15
98/03/01	07:45:00.000	226	227	225	16
98/03/01	07:30:00.000	226	227	225	15
98/03/01	07:15:00.000	225	226	225	15
98/03/01	07:00:00.000	229	230	229	19
98/03/01	06:45:00.000	226	228	226	18
98/03/01	06:30:00.000	229	230	228	18
98/03/01	06:15:00.000	228	229	227	18
98/03/01	06:00:00.000	227	228	226	26
98/03/01	05:45:00.000	228	229	227	21
98/03/01	05:30:00.000	227	228	226	23
98/03/01	05:15:00.000	227	228	227	23
98/03/01	05:00:00.000	229	230	228	23
98/03/01	04:45:00.000	230	230	229	25
98/03/01	04:30:00.000	230	230	229	31

DATE	TIME	AMP B RT	AMP C RT	KW A RT	KW B RT
98/03/01	08:45:00.000	24	20	3	5
98/03/01	08:30:00.000	27	0	3	5
98/03/01	08:15:00.000	21	16	3	4
98/03/01	08:00:00.000	25	14	3	5
98/03/01	07:45:00.000	17	13	3	3
98/03/01	07:30:00.000	23	0	3	4
98/03/01	07:15:00.000	19	14	3	4
98/03/01	07:00:00.000	18	0	3	3
98/03/01	06:45:00.000	20	0	3	4
98/03/01	06:30:00.000	20	0	3	4
98/03/01	06:15:00.000	23	0	3	4
98/03/01	06:00:00.000	29	15	5	6
98/03/01	05:45:00.000	26	0	3	5
98/03/01	05:30:00.000	27	0	4	5
98/03/01	05:15:00.000	32	13	4	6
98/03/01	05:00:00.000	30	17	4	6
98/03/01	04:45:00.000	29	14	4	5
98/03/01	04:30:00.000	34	22	5	6

DATE	TIME	KW C RT	PF A RT	PF B RT	PF C RT
98/03/01	08:45:00.000	3	LAG 75	LEAD 88	LAG 75
98/03/01	08:30:00.000	0	LAG 72	LEAD 84	100
98/03/01	08:15:00.000	3	LAG 71	LEAD 85	LAG 75
98/03/01	08:00:00.000	2	LEAD 77	LEAD 85	LAG 76
98/03/01	07:45:00.000	2	LEAD 77	LEAD 83	LAG 71
98/03/01	07:30:00.000	0	LEAD 74	LEAD 84	100
98/03/01	07:15:00.000	2	LEAD 74	LEAD 84	LAG 70
98/03/01	07:00:00.000	0	LAG 71	LEAD 82	100
98/03/01	06:45:00.000	0	LAG 73	LEAD 82	100
98/03/01	06:30:00.000	0	LAG 69	LEAD 81	100
98/03/01	06:15:00.000	0	LEAD 78	LEAD 85	100
98/03/01	06:00:00.000	2	LAG 83	LAG 85	LAG 75
98/03/01	05:45:00.000	0	LAG 73	LEAD 89	100
98/03/01	05:30:00.000	0	LAG 74	LEAD 87	100
98/03/01	05:15:00.000	2	LAG 73	LAG 86	LAG 81
98/03/01	05:00:00.000	3	LAG 74	LAG 84	LAG 78
98/03/01	04:45:00.000	3	LAG 73	LAG 81	LAG 81
98/03/01	04:30:00.000	4	LAG 74	LAG 81	LAG 76

SITE: A

DEVICE: A

DATE	TIME	V A RT	V B RT	V C RT	AMP A RT
98/03/01	13:15:00.000	226	226	225	33
98/03/01	13:00:00.000	224	225	224	29
98/03/01	12:45:00.000	226	226	225	32
98/03/01	12:30:00.000	226	226	225	29
98/03/01	12:15:00.000	226	226	225	28
98/03/01	12:00:00.000	226	226	225	52
98/03/01	11:45:00.000	225	225	224	52
98/03/01	11:30:00.000	225	225	224	31
98/03/01	11:15:00.000	225	225	225	33
98/03/01	11:00:00.000	225	225	224	35
98/03/01	10:45:00.000	225	225	224	34
98/03/01	10:30:00.000	226	226	225	55
98/03/01	10:15:00.000	226	226	225	26
98/03/01	10:00:00.000	225	225	224	26
98/03/01	09:45:00.000	226	226	225	23
98/03/01	09:30:00.000	224	225	224	21
98/03/01	09:15:00.000	225	225	224	21
98/03/01	09:00:00.000	226	226	225	15

DATE	TIME	AMP B RT	AMP C RT	KW A RT	KW B RT
98/03/01	13:15:00.000	32	27	6	6
98/03/01	13:00:00.000	38	27	5	7
98/03/01	12:45:00.000	38	29	6	8
98/03/01	12:30:00.000	34	31	5	7
98/03/01	12:15:00.000	36	24	5	7
98/03/01	12:00:00.000	59	49	10	12
98/03/01	11:45:00.000	65	52	10	13
98/03/01	11:30:00.000	31	20	6	6
98/03/01	11:15:00.000	36	23	7	8
98/03/01	11:00:00.000	42	29	7	9
98/03/01	10:45:00.000	36	26	7	7
98/03/01	10:30:00.000	67	52	11	14
98/03/01	10:15:00.000	28	17	5	6
98/03/01	10:00:00.000	21	14	5	4
98/03/01	09:45:00.000	21	20	4	4
98/03/01	09:30:00.000	25	15	4	5
98/03/01	09:15:00.000	21	16	4	4
98/03/01	09:00:00.000	20	0	2	4

DATE	TIME	KW C RT	PF A RT	PF B RT	PF C RT
98/03/01	13:15:00.000	6	LAG 82	LEAD 90	LAG 91
98/03/01	13:00:00.000	5	LAG 79	LAG 89	LAG 91
98/03/01	12:45:00.000	6	LAG 83	LAG 90	LAG 89
98/03/01	12:30:00.000	6	LAG 78	LEAD 90	LAG 87
98/03/01	12:15:00.000	5	LAG 79	LAG 89	LAG 91
98/03/01	12:00:00.000	9	LAG 88	LAG 91	LAG 83
98/03/01	11:45:00.000	10	LAG 86	LAG 91	LAG 84
98/03/01	11:30:00.000	4	LAG 82	LAG 88	LAG 85
98/03/01	11:15:00.000	5	LAG 91	LEAD 94	LAG 92
98/03/01	11:00:00.000	6	LAG 88	LAG 92	LAG 89
98/03/01	10:45:00.000	5	LAG 88	LAG 90	LAG 91
98/03/01	10:30:00.000	10	LAG 88	LEAD 92	LAG 83
98/03/01	10:15:00.000	3	LAG 84	LEAD 88	LAG 85
98/03/01	10:00:00.000	3	LAG 78	LEAD 87	LAG 87
98/03/01	09:45:00.000	4	LAG 82	LEAD 87	LAG 81
98/03/01	09:30:00.000	3	LAG 82	LEAD 87	LAG 88
98/03/01	09:15:00.000	3	LAG 82	LEAD 84	LAG 74
98/03/01	09:00:00.000	0	LEAD 71	LEAD 84	100

SITE: A

DEVICE: A

DATE	TIME	V A RT	V B RT	V C RT	AMP A RT
98/03/01	17:45:00.000	225	226	224	40
98/03/01	17:30:00.000	225	226	224	38
98/03/01	17:15:00.000	226	227	225	35
98/03/01	17:00:00.000	226	227	226	38
98/03/01	16:45:00.000	226	226	225	40
98/03/01	16:30:00.000	226	227	226	34
98/03/01	16:15:00.000	227	227	226	36
98/03/01	16:00:00.000	227	227	226	37
98/03/01	15:45:00.000	226	227	226	39
98/03/01	15:30:00.000	226	227	225	41
98/03/01	15:15:00.000	226	226	225	41
98/03/01	15:00:00.000	226	226	225	33
98/03/01	14:45:00.000	226	226	225	35
98/03/01	14:30:00.000	226	226	225	36
98/03/01	14:15:00.000	225	226	224	35
98/03/01	14:00:00.000	226	226	225	35
98/03/01	13:45:00.000	226	226	225	33
98/03/01	13:30:00.000	226	226	225	40

DATE	TIME	AMP B RT	AMP C RT	KW A RT	KW B RT
98/03/01	17:45:00.000	33	28	7	7
98/03/01	17:30:00.000	33	31	7	7
98/03/01	17:15:00.000	30	30	6	6
98/03/01	17:00:00.000	31	31	7	6
98/03/01	16:45:00.000	29	33	8	6
98/03/01	16:30:00.000	30	31	6	6
98/03/01	16:15:00.000	34	36	7	7
98/03/01	16:00:00.000	31	36	7	6
98/03/01	15:45:00.000	35	36	7	7
98/03/01	15:30:00.000	31	35	8	6
98/03/01	15:15:00.000	34	31	8	7
98/03/01	15:00:00.000	33	27	6	7
98/03/01	14:45:00.000	33	31	7	7
98/03/01	14:30:00.000	34	28	7	7
98/03/01	14:15:00.000	37	28	7	7
98/03/01	14:00:00.000	27	30	6	5
98/03/01	13:45:00.000	33	30	6	7
98/03/01	13:30:00.000	34	32	8	7

DATE	TIME	KW C RT	PF A RT	PF B RT	PF C RT
98/03/01	17:45:00.000	6	LAG 82	LAG 87	LAG 88
98/03/01	17:30:00.000	6	LAG 78	LEAD 88	LAG 89
98/03/01	17:15:00.000	6	LAG 79	LEAD 86	LAG 88
98/03/01	17:00:00.000	6	LAG 81	LEAD 89	LAG 91
98/03/01	16:45:00.000	7	LAG 83	LEAD 87	LAG 91
98/03/01	16:30:00.000	6	LAG 80	LEAD 88	LAG 91
98/03/01	16:15:00.000	7	LAG 83	LAG 87	LAG 89
98/03/01	16:00:00.000	7	LAG 81	LAG 85	LAG 90
98/03/01	15:45:00.000	7	LAG 80	LAG 87	LAG 90
98/03/01	15:30:00.000	7	LAG 88	LAG 86	LAG 91
98/03/01	15:15:00.000	6	LAG 83	LAG 87	LAG 89
98/03/01	15:00:00.000	5	LAG 84	LEAD 89	LAG 90
98/03/01	14:45:00.000	6	LAG 85	LEAD 90	LAG 89
98/03/01	14:30:00.000	6	LAG 84	LAG 88	LAG 92
98/03/01	14:15:00.000	6	LAG 83	LAG 88	LAG 91
98/03/01	14:00:00.000	6	LAG 83	LEAD 89	LAG 89
98/03/01	13:45:00.000	6	LAG 84	LEAD 89	LAG 90
98/03/01	13:30:00.000	6	LAG 87	LEAD 87	LAG 88

SITE: A

DEVICE: A

DATE	TIME	V A RT	V B RT	V C RT	AMP A RT
98/03/01	22:15:00.000	225	228	224	25
98/03/01	22:00:00.000	224	227	223	29
98/03/01	21:45:00.000	227	229	226	31
98/03/01	21:30:00.000	226	229	225	30
98/03/01	21:15:00.000	226	229	225	31
98/03/01	21:00:00.000	226	229	224	54
98/03/01	20:45:00.000	225	228	224	38
98/03/01	20:30:00.000	225	228	223	39
98/03/01	20:15:00.000	221	224	219	35
98/03/01	20:00:00.000	221	224	219	80
98/03/01	19:45:00.000	222	225	220	40
98/03/01	19:30:00.000	222	225	220	38
98/03/01	19:15:00.000	222	225	220	36
98/03/01	19:00:00.000	222	225	220	35
98/03/01	18:45:00.000	223	226	222	39
98/03/01	18:30:00.000	225	227	223	32
98/03/01	18:15:00.000	227	229	225	35
98/03/01	18:00:00.000	223	225	222	34

DATE	TIME	AMP B RT	AMP C RT	KW A RT	KW B RT
98/03/01	22:15:00.000	29	29	4	6
98/03/01	22:00:00.000	28	30	5	6
98/03/01	21:45:00.000	29	32	5	6
98/03/01	21:30:00.000	29	32	5	6
98/03/01	21:15:00.000	24	27	5	5
98/03/01	21:00:00.000	69	65	10	14
98/03/01	20:45:00.000	38	34	7	8
98/03/01	20:30:00.000	41	36	7	8
98/03/01	20:15:00.000	41	30	6	8
98/03/01	20:00:00.000	84	65	16	16
98/03/01	19:45:00.000	42	30	8	8
98/03/01	19:30:00.000	38	36	7	8
98/03/01	19:15:00.000	38	32	7	8
98/03/01	19:00:00.000	43	32	6	8
98/03/01	18:45:00.000	38	29	7	8
98/03/01	18:30:00.000	37	33	6	8
98/03/01	18:15:00.000	39	30	6	8
98/03/01	18:00:00.000	39	30	6	8

DATE	TIME	KW C RT	PF A RT	PF B RT	PF C RT
98/03/01	22:15:00.000	6	LAG 77	LEAD 87	LAG 92
98/03/01	22:00:00.000	6	LAG 76	LEAD 89	LAG 89
98/03/01	21:45:00.000	6	LAG 74	LEAD 88	LAG 88
98/03/01	21:30:00.000	6	LAG 75	LEAD 89	LAG 88
98/03/01	21:15:00.000	6	LAG 75	LEAD 88	LAG 89
98/03/01	21:00:00.000	12	LAG 84	LEAD 90	LAG 81
98/03/01	20:45:00.000	7	LAG 83	LAG 88	LAG 87
98/03/01	20:30:00.000	7	LAG 78	LAG 89	LAG 85
98/03/01	20:15:00.000	6	LAG 81	LAG 90	LAG 89
98/03/01	20:00:00.000	13	LAG 90	LAG 86	LAG 90
98/03/01	19:45:00.000	6	LAG 84	LAG 90	LAG 88
98/03/01	19:30:00.000	7	LAG 83	LAG 89	LAG 89
98/03/01	19:15:00.000	6	LAG 81	LAG 89	LAG 91
98/03/01	19:00:00.000	6	LAG 81	LAG 88	LAG 89
98/03/01	18:45:00.000	6	LAG 85	LAG 89	LAG 89
98/03/01	18:30:00.000	6	LAG 78	LAG 89	LAG 87
98/03/01	18:15:00.000	6	LAG 77	LAG 87	LAG 87
98/03/01	18:00:00.000	6	LAG 78	LAG 89	LAG 87

SITE: A

DEVICE: A

DATE	TIME	V A RT	V B RT	V C RT	AMP A RT
98/03/02	02:45:00.000	226	227	226	22
98/03/02	02:30:00.000	226	227	225	26
98/03/02	02:15:00.000	226	228	226	26
98/03/02	02:00:00.000	224	225	224	23
98/03/02	01:45:00.000	225	226	225	26
98/03/02	01:30:00.000	227	228	227	25
98/03/02	01:15:00.000	228	229	227	25
98/03/02	01:00:00.000	227	228	227	29
98/03/02	00:45:00.000	227	228	226	29
98/03/02	00:30:00.000	227	228	226	34
98/03/02	00:15:00.000	226	227	225	35
98/03/02	00:00:00.000	227	228	226	33
98/03/01	23:45:00.000	228	230	228	30
98/03/01	23:30:00.000	227	229	226	26
98/03/01	23:15:00.000	227	229	227	29
98/03/01	23:00:00.000	226	228	226	24
98/03/01	22:45:00.000	225	228	225	31
98/03/01	22:30:00.000	227	229	226	27

DATE	TIME	AMP B RT	AMP C RT	KW A RT	KW B RT
98/03/02	02:45:00.000	24	20	4	5
98/03/02	02:30:00.000	25	20	4	5
98/03/02	02:15:00.000	25	22	5	5
98/03/02	02:00:00.000	28	24	4	6
98/03/02	01:45:00.000	30	23	4	6
98/03/02	01:30:00.000	24	23	4	5
98/03/02	01:15:00.000	24	23	4	5
98/03/02	01:00:00.000	26	26	5	5
98/03/02	00:45:00.000	30	41	5	6
98/03/02	00:30:00.000	36	35	6	7
98/03/02	00:15:00.000	30	39	6	6
98/03/02	00:00:00.000	31	38	6	6
98/03/01	23:45:00.000	29	38	5	6
98/03/01	23:30:00.000	25	29	5	5
98/03/01	23:15:00.000	25	34	5	5
98/03/01	23:00:00.000	30	28	4	6
98/03/01	22:45:00.000	29	31	5	6
98/03/01	22:30:00.000	27	29	5	5

DATE	TIME	KW C RT	PF A RT	PF B RT	PF C RT
98/03/02	02:45:00.000	4	LAG 76	LEAD 87	LAG 87
98/03/02	02:30:00.000	4	LAG 76	LEAD 87	LAG 88
98/03/02	02:15:00.000	4	LAG 77	LEAD 88	LAG 86
98/03/02	02:00:00.000	4	LAG 77	LEAD 89	LAG 84
98/03/02	01:45:00.000	4	LAG 76	LEAD 88	LAG 84
98/03/02	01:30:00.000	5	LAG 74	LEAD 87	LAG 89
98/03/02	01:15:00.000	4	LAG 73	LEAD 87	LAG 83
98/03/02	01:00:00.000	5	LAG 74	LEAD 86	LAG 86
98/03/02	00:45:00.000	8	LAG 78	LAG 85	LAG 87
98/03/02	00:30:00.000	7	LAG 76	LAG 85	LAG 87
98/03/02	00:15:00.000	8	LAG 79	LAG 84	LAG 86
98/03/02	00:00:00.000	8	LAG 83	LAG 83	LAG 90
98/03/01	23:45:00.000	7	LAG 79	LAG 84	LAG 87
98/03/01	23:30:00.000	6	LAG 77	LEAD 87	LAG 88
98/03/01	23:15:00.000	7	LAG 76	LEAD 87	LAG 86
98/03/01	23:00:00.000	6	LAG 78	LEAD 88	LAG 89
98/03/01	22:45:00.000	6	LAG 77	LEAD 89	LAG 87
98/03/01	22:30:00.000	6	LAG 76	LEAD 89	LAG 89

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

unit U1;

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
StdCtrls, ExtCtrls, ComCtrls, Mask, Buttons, Db, DBTables, DBCtrls;

type

TForm1 = class(TForm)

DataSource1: TDataSource;

Table1: TTable;

Table2: TTable;

DataSource2: TDataSource;

OpenDialog1: TOpenDialog;

SaveDialog1: TSaveDialog;

DataSource3: TDataSource;

Table3: TTable;

DBEdit1_r: TDBEdit;

DBEdit2_r: TDBEdit;

DBEdit3_r: TDBEdit;

DBEdit4_r: TDBEdit;

First_br: TButton;

Back_br: TButton;

Insert_br: TButton;

Save_br: TButton;

Last_br: TButton;

Next_br: TButton;

Delete_br: TButton;

Cancel_br: TButton;

ScrollBar1: TScrollBar;

DBCheckBox1_c: TDBCheckBox;

ScrollBar2: TScrollBar;

DBEdit1_c: TDBEdit;

StaticText1: TStaticText;

StaticText2: TStaticText;

StaticText3: TStaticText;
StaticText4: TStaticText;
StaticText5: TStaticText;
StaticText6: TStaticText;
StaticText7: TStaticText;
StaticText8: TStaticText;
StaticText9: TStaticText;
Record_no_s: TStaticText;
Open_br: TButton;
SaveAs_br: TButton;
StaticText11: TStaticText;
StaticText12: TStaticText;
Time1_s: TStaticText;
Time2_s: TStaticText;
StaticText15: TStaticText;
StaticText17: TStaticText;
time1_sp: TStaticText;
Period: TStaticText;
OpenDialog2: TOpenDialog;
SaveDialog2: TSaveDialog;
OpenDialog3: TOpenDialog;
SaveDialog3: TSaveDialog;
Bevel1: TBevel;
Bevel2: TBevel;
Bevel3: TBevel;
Open_bc: TButton;
Save_bc: TButton;
Open_bp: TButton;
StatusBar3: TStatusBar;
StatusBar2: TStatusBar;
StatusBar1: TStatusBar;
StaticText20: TStaticText;
StaticText21: TStaticText;
Close_br: TButton;
SaveAs_bc: TButton;
Close_bc: TButton;



```
Close_bp: TButton;
Save_bp: TButton;
SaveAs_bp: TButton;
DBEdit2_p: TDBEdit;
StaticText10: TStaticText;
time2_sp: TStaticText;
formular_mm: TMemo;
Loadformular_b: TButton;
Saveformular_b: TButton;
Bevel4: TBevel;
StaticText13: TStaticText;
OpenDialog4: TOpenDialog;
SaveDialog4: TSaveDialog;
cal_b: TButton;
roomno: TEdit;
put: TMemo;
bestput: TMemo;
Clear: TButton;
pvalue: TMemo;
evalue: TMemo;
StaticText14: TStaticText;
ProgressBar1: TProgressBar;
Edit1: TEdit;
Label1: TLabel;
ProgressBar2: TProgressBar;
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
procedure First_brClick(Sender: TObject);
procedure Save_brClick(Sender: TObject);
procedure Next_brClick(Sender: TObject);
procedure Back_brClick(Sender: TObject);
procedure Last_brClick(Sender: TObject);
procedure Insert_brClick(Sender: TObject);
procedure Delete_brClick(Sender: TObject);
procedure Cancel_brClick(Sender: TObject);
procedure Open_brClick(Sender: TObject);
```

```

procedure Open_bcClick(Sender: TObject);
procedure Save_bcClick(Sender: TObject);
procedure ScrollBar1Scroll(Sender: TObject; ScrollCode: TScrollCode;
  var ScrollPos: Integer);
procedure SaveAs_brClick(Sender: TObject);
procedure Close_brClick(Sender: TObject);
procedure Close_bcClick(Sender: TObject);
procedure SaveAs_bcClick(Sender: TObject);
procedure Open_bpClick(Sender: TObject);
procedure Close_bpClick(Sender: TObject);
procedure Save_bpClick(Sender: TObject);
procedure SaveAs_bpClick(Sender: TObject);
procedure ScrollBar2Scroll(Sender: TObject; ScrollCode: TScrollCode;
  var ScrollPos: Integer);
procedure Loadformular_bClick(Sender: TObject);
procedure Saveformular_bClick(Sender: TObject);
procedure cal_bClick(Sender: TObject);
Procedure arrange(load,time,item,start,periodnum:integer);
Procedure calculate;
procedure ClearClick(Sender: TObject);
Function getperiodcount:integer;
Function getperiod(no:integer):integer;
function cal(s:string;pos:integer;var nextpos:integer):real;
Function getvalue(s:string;pos:integer;var nextpos:integer):real;

```

private

```
{ Private declarations }
```

public

```
{ Public declarations }
```

end;

var

```
Form1 : TForm1;
```

```
curfname_r : string;
```

```
record_no_r,old_record_r : integer;
```

```
curfname_c      : string;
old_pos_c       : integer;
curfname_p      : string;
old_pos_p       : integer;
curfname_f      : string;
```

implementation

uses U2, U3, U4;

{ $\$R$ *.DFM}

```
{-----}
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
```

begin

```
  table1.close;
  first_br.enabled:=false;
  last_br.enabled:=false;
  back_br.enabled:=false;
  next_br.enabled:=false;
  save_br.enabled:=false;
  insert_br.enabled:=false;
  delete_br.enabled:=false;
  cancel_br.enabled:=false;
  saveas_br.enabled:=false;
  close_br.enabled:=false;
  dbedit1_r.enabled:=false;
  dbedit2_r.enabled:=false;
  dbedit3_r.enabled:=false;
  dbedit4_r.enabled:=false;
```

```
  statusBar1.panels[0].text="";
```

```
table2.close;
scrollbar1.enabled:=false;
close_bc.enabled:=false;
save_bc.enabled:=false;
saveas_bc.enabled:=false;
dedit1_c.enabled:=false;
dbcheckbox1_c.enabled:=false;
statusbar2.panels[0].text:=
```

```
table3.close;
scrollbar2.enabled:=false;
close_bp.enabled:=false;
save_bp.enabled:=false;
saveas_bp.enabled:=false;
dedit2_p.enabled:=false;
time1_sp.caption:=;
time2_sp.caption:=;
statusbar3.panels[0].text:=
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
```

```
begin
```

```
table1.close;
```

```
table2.close;
```

```
end;
```

```
{-----}
```

```
{-----}
```

```
procedure TForm1.Open_brClick(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
  if Opendialog1.execute then
```

```
  begin
```

```
    table1.close;
```

```
    table1.databasesname:=extractfilepath(opendialog1.filename);
```

```
    table1.tablename:=extractfilename(opendialog1.filename);
```

```
    curfname_r:=opendialog1.filename;
```

```
    table1.open;
```

```
    table1.first;
```

```
    record_no_r :=1;
```

```
    record_no_s.caption:=inttostr(record_no_r);
```

```
    statusbar1.panels[0].text='ROOM FILE : '+curfname_r;
```

```
    first_br.enabled:=true;
```

```
    last_br.enabled:=true;
```

```
    back_br.enabled:=true;
```

```
    next_br.enabled:=true;
```

```
    save_br.enabled:=true;
```

```
    insert_br.enabled:=true;
```

```
    delete_br.enabled:=true;
```

```
    cancel_br.enabled:=true;
```

```
    saveas_br.enabled:=true;
```

```
    close_br.enabled:=true;
```

```
    dbedit1_r.enabled:=true;
```

```
    dbedit2_r.enabled:=true;
```

```
    dbedit3_r.enabled:=true;
```

```
    dbedit4_r.enabled:=true;
end;
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.Close_brClick(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
    table1.close;
    first_br.enabled:=false;
    last_br.enabled:=false;
    back_br.enabled:=false;
    next_br.enabled:=false;
    save_br.enabled:=false;
    insert_br.enabled:=false;
    delete_br.enabled:=false;
    cancel_br.enabled:=false;
    saveas_br.enabled:=false;
    close_br.enabled:=false;
    dbedit1_r.enabled:=false;
    dbedit2_r.enabled:=false;
    dbedit3_r.enabled:=false;
    dbedit4_r.enabled:=false;
    record_no_s.caption:="";
    statusBar1.panels[0].text:="";
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.Save_brClick(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
    table1.edit;
    table1.post;
end;
```

```

var flag:boolean;
begin
  if savedialog1.execute then
  begin
    table1.close;
    deletefile(savedialog1.filename);
    copyfile(pchar(curfname_r),pchar(savedialog1.filename),flag);
    curfname_r:=savedialog1.filename;
    table1.databasesname:=extractfilepath(curfname_r);
    table1.tablename:=extractfilename(curfname_r);
    table1.open;
    table1.first;
    record_no_r:=1;
    record_no_s.caption:=inttostr(record_no_r);
    statusbar1.panels[0].text='ROOM FILE : '+curfname_r;
  end;
end;

```

```

procedure TForm1.First_brClick(Sender: TObject);
begin
  table1.first;
  record_no_r:=1;
  record_no_s.caption:=inttostr(record_no_r);
end;

```

```

procedure TForm1.Next_brClick(Sender: TObject);
begin
  table1.Moveby(1);
  if record_no_r<table1.RecordCount then
    record_no_r:=record_no_r+1
  else if table1.recordcount=0 then record_no_r:=1

```

```

  else if record_no_R>table1.recordcount then

```

```

    record_no_r:=table1.recordcount;

```

```
record_no_s.caption:=inttostr(record_no_r);  
end;
```

```
procedure TForm1.Back_brClick(Sender: TObject);  
begin  
table1.Moveby(-1);  
if record_no_r > 1 then record_no_r:=record_no_r-1;  
record_no_s.caption:=inttostr(record_no_r);  
end;
```

```
procedure TForm1.Last_brClick(Sender: TObject);  
begin  
table1.last;  
record_no_r := table1.RecordCount;  
record_no_s.caption:=inttostr(record_no_r);  
end;
```

```
procedure TForm1.Insert_brClick(Sender: TObject);  
begin  
old_record_r:=record_no_r;  
record_no_s.caption:=inttostr(record_no_r);  
table1.Insert;  
end;
```

```
procedure TForm1.Delete_brClick(Sender: TObject);  
begin  
table1.Delete;  
if table1.recordcount=0 then  
begin  
record_no_r:=1;  
record_no_s.caption:=inttostr(record_no_r);  
end  
else if record_no_r > table1.recordcount then  
begin
```

```
record_no_r:=table1.recordcount;
```

```
record_no_s.caption:=inttostr(record_no_r);
```

```

end;
end;

procedure TForm1.Cancel_brClick(Sender: TObject);
begin
table1.Cancel;
if record_no_r > table1.recordcount then
begin
record_no_r := old_record_r;
record_no_s.caption := inttostr(record_no_r);
end;
end;
{-----}

```

```

{-----}

```

```

procedure TForm1.Open_bcClick(Sender: TObject);
begin
if opendirlog2.execute then
begin
table2.Close;

```

```

table2.databasename := extractfilepath(opendirlog2.filename);
table2.tablename := extractfilename(opendirlog2.filename);

```

```

curfname_c:=opendialog2.filename;
table2.open;
table2.first;
old_pos_c:=1;
Time1_s.caption:=table2.Fields[2].Asstring;
Time2_s.caption:=table2.fields[3].Asstring;

scrollbar1.enabled:=true;
close_bc.enabled:=true;
save_bc.enabled:=true;
saveas_bc.enabled:=true;
scrollbar1.enabled:=true;
dedit1_c.enabled:=true;
dbcheckbox1_c.enabled:=true;
statusbar2.panels[0].text:='CENTER LOAD FILE : '+curfname_c;
end;

end;

procedure TForm1.Close_bcClick(Sender: TObject);
begin
  Table2.close;
  scrollbar1.enabled:=false;
  close_bc.enabled:=false;
  save_bc.enabled:=false;
  saveas_bc.enabled:=false;
  scrollbar1.enabled:=false;
  dedit1_c.enabled:=false;
  dbcheckbox1_c.enabled:=false;
  time1_s.caption:='';
  time2_s.caption:='';
  statusbar2.panels[0].text:='';
end;

```

```

begin
    table2.edit;
    table2.post;
end;

procedure TForm1.SaveAs_bcClick(Sender: TObject);
var flag:boolean;
begin
    if savedialog2.execute then
    begin
        table2.close;
        deletefile(savedialog2.filename);
        copyfile(pchar(curfname_c),pchar(savedialog2.filename),flag);
        curfname_c:=savedialog2.filename;
        table2.databasesname:=extractfilepath(curfname_c);
        table2.tablename:=extractfilename(curfname_c);
        table2.open;
        table2.first;
        old_pos_c:=1;
        Time1_s.caption:=table2.Fields[2].AsString;
        Time2_s.caption:=table2.fields[3].AsString;
        statusBar2.panels[0].text:='CENTER LOAD FILE : '+curfname_c;
    end;
end;

```

```

procedure TForm1.ScrollBar1Scroll(Sender: TObject; ScrollCode: TScrollCode;
var ScrollPos: Integer);
begin
    table2.moveby(scrollpos-old_pos_c);
    old_pos_c:=scrollpos;
    Time1_s.caption:=table2.Fields[2].AsString;
    Time2_s.caption:=table2.fields[3].AsString;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end;

end;

procedure TForm1.Close_bpClick(Sender: TObject);
begin
    Table3.close;
    scrollbar2.enabled:=false;
    close_bp.enabled:=false;
    save_bp.enabled:=false;
    saveas_bp.enabled:=false;
    scrollbar2.enabled:=false;
    dbedit2_p.enabled:=false;
    time1_sp.caption:="";
    time2_sp.caption:="";
    statusbar3.panels[0].text:="";
end;

```

```

procedure TForm1.Save_bpClick(Sender: TObject);
begin
    table3.edit;
    table3.post;
end;

```

```

procedure TForm1.SaveAs_bpClick(Sender: TObject);
var flag:boolean;
begin
    if savedialog3.execute then
    begin
        table3.close;
        deletefile(savedialog3.filename);
        copyfile(pchar(curfname_p),pchar(savedialog3.filename),flag);
        curfname_p:=savedialog3.filename;
        table3.databasesname:=extractfilepath(curfname_p);
        table3.tablename:=extractfilename(curfname_p);
        table3.open;
        table3.first;
    end;
end;

```

```

old_pos_p:=1;
Time1_sp.caption:=table3.Fields[1].Asstring;
Time2_sp.caption:=table3.fields[2].Asstring;
statusbar3.panels[0].text:='FORMULAR FILE : '+curfname_p;
end;
end;

```

```

procedure TForm1.ScrollBar2Scroll(Sender: TObject; ScrollCode: TScrollCode;
var ScrollPos: Integer);
begin
table3.moveby(scrollpos-old_pos_p);
old_pos_p:=scrollpos;
Time1_sp.caption:=table3.Fields[1].Asstring;
Time2_sp.caption:=table3.fields[2].Asstring;
end;
{-----}

```

```

procedure TForm1.Loadformular_bClick(Sender: TObject);
begin
if opendialog4.execute then
begin
formular_mm.Lines.LoadFromFile(extractfilename(opendialog4.filename));
curfname_f:=opendialog4.FileName;
end;
end;

```

```

procedure TForm1.Saveformular_bClick(Sender: TObject);
begin
if savedialog4.execute then
begin
formular_mm.Lines.savetoFile(extractfilename(savedialog4.filename));
curfname_f:=savedialog4.FileName;
end;
end;

```

```

Function TForm1.getvalue(s:string;pos:integer;var nextpos:integer):real;
var i:integer;
    s2:string;
    period:integer;
begin
    if pos<=length(s) then
        begin
            period:=0;
            if s[pos]<>'(' then
                begin
                    if s[pos]='p' then
                        begin
                            pos:=pos+1;
                            period:=1;
                        end
                    else if s[pos]='e' then begin
                            period:=2;
                            pos:=pos+1;
                        end;
                end
            s2:="";
            i:=0;
            while (s[pos+i] in ['0'..'9']) and (pos+i<=length(s)) do
                begin
                    s2:=s2+s[pos+i];
                    i:=i+1;
                end;
            nextpos:=pos+i;
            if period=1 then getvalue:=strtofloat(pvalue.lines[strtoint(s2)])
            else if period=2 then getvalue:=strtofloat(evalue.lines[strtoint(s2)])
            else getvalue:=strtofloat(s2);
        end else begin
            getvalue:=cal(s,pos+1,nextpos);
        end;
    end;
end;

```

```
end;
```

```
Function TForm1.cal(s:string;pos:integer;var nextpos:integer):real;
```

```
var newpos:integer;
```

```
sum:real;
```

```
begin
```

```
if not( s[pos] in ['+', '-', '*', '/']) then
```

```
begin
```

```
sum:=getvalue(s,pos,newpos);
```

```
pos:=newpos;
```

```
while (pos<length(s)) and (s[pos]<>'') do
```

```
begin
```

```
pos:=pos+1;
```

```
case s[newpos] of
```

```
'+':sum:=sum+getvalue(s,pos,newpos);
```

```
'-':sum:=sum-getvalue(s,pos,newpos);
```

```
'*':sum:=sum*getvalue(s,pos,newpos);
```

```
('/:sum:=sum/getvalue(s,pos,newpos);
```

```
end;
```

```
pos:=newpos;
```

```
end;
```

```
nextpos:=pos+1;
```

```
cal:=sum;
```

```
end;
```

```
end;
```

```
Function TForm1.getperiodcount:integer;
```

```
var max,i:integer;
```

```
begin
```

```
max:=0;
```

```
table3.first;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for i:=0 to table3.recordcount-1 do
begin
  if strtoint(table3.fields[0].asstring)>max
  then max:=strtoint(table3.fields[0].asstring);
  table3.next;
end;
getperiodcount:=max+1;
end;

```

```

Function TForm1.getperiod(no:integer):integer;
begin
  table3.first;
  table3.moveby(no);
  getperiod:=strtoint(table3.fields[0].asstring);
end;

```

```

Procedure TForm1.calculate;
var sum,i,period,newpos:integer;
begin
  pvalue.clear;
  evalue.clear;
  for i:=0 to getperiodcount-1 do
  begin
    pvalue.Lines.add('0');
    evalue.lines.add('0');
  end;
  for i:=0 to put.lines.count-2 do
  begin
    period:=getperiod(i);
    if strtoint(put.lines[i])>strtoint(pvalue.lines[period])
    then pvalue.lines[period]:=put.lines[i];
    evalue.lines[period]:=floattostr(strtfloat(evalue.lines[period])+
      strtfloat(put.lines[i]));
  end;

```

```
put.lines[put.lines.count-1]:=floattostr(cal(formular_mm.lines[0],1,newpos));
end;
```

```
Procedure TForm1.arrange(load,time,item,start,periodnum:integer);
```

```
var i:integer;
```

```
begin
```

```
table2.first;
```

```
table2.moveby(start);
```

```
if (strlower(pchar(table2.fields[1].asstring))<>'false') then
```

```
begin
```

```
if (item<=time) and (start<=periodnum) then
```

```
begin
```

```
for i:=start to periodnum do
```

```
begin
```

```
progressbar2.position:=progressbar2.position+1;
```

```
put.lines[i]:=inttostr(strtoint(put.lines[i])+load);
```

```
calculate;
```

```
if (strtofloat(put.lines[put.lines.count-1])<(strtofloat(bestput.lines[bestput.lines.count-1])))
```

```
then arrange(load,time,item+1,i+1,periodnum);
```

```
put.lines[i]:=inttostr(strtoint(put.lines[i])-load);
```

```
progressbar2.position:=progressbar2.position-1;
```

```
if item=0 then progressbar1.position:=progressbar1.position+1;
```

```
end;
```

```
end else
```

```
begin
```

```
if (item>time) then
```

```
begin
```

```
calculate;
```

```
if strtofloat(bestput.lines[bestput.lines.count-1])>=0 then
```

```
begin
```

```
if (strtofloat(put.lines[put.lines.count-1])<(strtofloat(bestput.lines[bestput.lines.count-1])))
```

```
and (strtofloat(put.lines[put.lines.count-1])>0)
```

```
then begin
```

```
for i:=0 to bestput.lines.count-1 do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        bestput.lines[i]:=put.lines[i];
    end;
end else begin
    for i:=0 to bestput.lines.count-1 do
        bestput.lines[i]:=put.lines[i];
    end;
end else put.lines[put.lines.count-1]:='-1';
end;
end else
begin
    table2.first;
    table2.moveby(start+1);
    for i:=start+1 to periodnum do
        begin
            if strlower(pchar(table2.fields[1],asstring))<>'false'
            then begin
                arrange(load,time,item,i,periodnum);
                break;
            end;
            table2.next;
        end;
        if (item>time) then
            begin
                calculate;
                if strtfloat(bestput.lines[bestput.lines.count-1])>=0 then
                    begin
                        if (strtfloat(put.lines[put.lines.count-1])<(strtfloat(bestput.lines[bestput.lines.count-1])))
                        and (strtfloat(put.lines[put.lines.count-1])>0)
                        then begin
                            for i:=0 to bestput.lines.count-1 do
                                bestput.lines[i]:=put.lines[i];
                            end;
                        end else begin
                            for i:=0 to bestput.lines.count-1 do
                                bestput.lines[i]:=put.lines[i];

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
end else put.lines[put.lines.count-1]:='-1';  
end;  
end;
```

```
procedure TForm1.cal_bClick(Sender: TObject);  
var i,load,time,j:integer;  
begin  
if (strtoint(roomno.text)<>0) then  
begin  
roomno.text:=inttostr(strtoint(roomno.text)-1);  
if (strtoint(roomno.text)<=table1.recordcount-1) and  
(strtoint(roomno.text)<=20) then  
begin  
put.clear;  
for i:=0 to table2.recordcount do  
put.lines.add(bestput.lines[i]);  
  
table1.first;  
table1.moveby(strtoint(roomno.text));  
load:=strtoint(table1.fields[1].asstring);  
time:=strtoint(table1.fields[2].asstring);  
  
j:=0;  
table2.first;  
for i:=0 to time-1 do  
begin  
while (strlower(pchar(table2.fields[1].asstring))='false')  
and (j<=table2.recordcount-1) do  
begin  
j:=j+1;  
table2.next;  
  
end;  
put.lines[j]:=inttostr(load+strtoint(put.lines[j]));
```

```

j:=j+1;
table2.next;
end;

calculate;
j:=0;
table2.first;
for i:=0 to time-1 do
begin
while (strlower(pchar(table2.fields[1].asstring))='false')
and (j<=table2.recordcount-1) do
begin
j:=j+1;
table2.next;
end;
bestput.lines[j]:=put.lines[j];
put.lines[j]:=inttostr(strtoint(put.lines[j])-load);
j:=j+1;
table2.next;
end;
bestput.lines[bestput.lines.count-1]:=put.lines[put.lines.count-1];
{ bestput.lines[bestput.lines.count-1]:='-1'; }

progressbar2.position:=0;
progressbar1.position:=0;
arrange(load,time-1,0,0,table2.recordcount-1);
progressbar2.position:=0;
progressbar1.position:=0;

case strtoint(roomno.text)+1 of
1:begin
form2.table1.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin

```

```

form2.table1.moveby(i);
form2.table1.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table1.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table1.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
2:begin
form2.table2.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table2.first;
form2.table2.moveby(i);
form2.table2.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table2.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table2.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
3:begin
form2.table3.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table3.first;
form2.table3.moveby(i);
form2.table3.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table3.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table3.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
4:begin
form2.table4.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do

```

```

form2.table4.moveby(i);
form2.table4.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table4.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table4.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
5:begin
form2.table5.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table5.first;
form2.table5.moveby(i);
form2.table5.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table5.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table5.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
6:begin
form2.table6.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table6.first;
form2.table6.moveby(i);
form2.table6.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table6.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table6.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
7:begin
form2.table7.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table7.first;

```

```

form2.table7.moveby(i);
form2.table7.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table7.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table7.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
8:begin
form2.table8.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table8.first;
form2.table8.moveby(i);
form2.table8.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table8.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table8.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
9:begin
form2.table9.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table9.first;
form2.table9.moveby(i);
form2.table9.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table9.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table9.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
10:begin
form2.table10.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin

```

```

form2.table10.moveby(i);
form2.table10.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table10.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table10.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
11:begin
form2.table11.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table11.first;
form2.table11.moveby(i);
form2.table11.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table11.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table11.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
12:begin
form2.table12.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table12.first;
form2.table12.moveby(i);
form2.table12.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table12.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table12.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
13:begin
form2.table13.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table13.first;

```

```

form2.table13.moveby(i);
form2.table13.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table13.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table13.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
14:begin
form2.table14.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table14.first;
form2.table14.moveby(i);
form2.table14.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table14.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table14.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
15:begin
form2.table15.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table15.first;
form2.table15.moveby(i);
form2.table15.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table15.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table15.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
16:begin
form2.table16.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do

```

```

form2.table16.moveby(i);
form2.table16.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table16.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table16.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
17:begin
form2.table17.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table17.first;
form2.table17.moveby(i);
form2.table17.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table17.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table17.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
18:begin
form2.table18.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table18.first;
form2.table18.moveby(i);
form2.table18.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table18.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table18.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
19:begin
form2.table19.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table19.first;

```

```

form2.table19.moveby(i);
form2.table19.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table19.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table19.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
20:begin
form2.table20.open;
for i:=0 to bestput.lines.count-2 do
begin
form2.table20.first;
form2.table20.moveby(i);
form2.table20.edit;
if bestput.lines[i]<>put.lines[i]
then form2.table20.Fields[1].asstring:=inttostr(load)
else form2.table20.fields[1].asstring:='0';
end;
end;
end;
roomno.text:=inttostr(strtoint(roomno.text)+1);
end;
end else
begin
form2.tablec.first;
table2.first;
progressbar1.position:=0;
for i:=0 to table2.recordcount-1 do
begin
form2.tablec.first;
form2.tablec.moveby(i);
form2.tablec.edit;
bestput.lines[i]:=table2.fields[0].asstring;
form2.tablec.fields[1].asstring:=table2.fields[0].asstring;
table2.next;
progressbar1.position:=progressbar1.position+1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end;

progressbar1.position:=0;

end;

put.clear;

for i:=0 to table2.recordcount do
    put.lines.add(bestput.lines[i]);
calculate;
bestput.lines[bestput.lines.count-1]:=put.lines[put.lines.count-1];
edit1.text:=bestput.lines[bestput.lines.count-1];

for i:=0 to getperiodcount-1 do
begin
    form3.tablep.first;
    form4.tablee.first;
    form3.tablep.MoveBy(i);
    form4.tablee.moveby(i);
    form3.tablep.edit;
    form4.tablee.edit;
    form3.tablep.Fields[1].asString:=pvalue.lines[i];
    form4.tablee.Fields[1].asString:=evalue.lines[i];
end;

form2.table1.refresh;
form2.table2.refresh;
form2.table3.refresh;
form2.table4.refresh;
form2.table5.refresh;
form2.table6.refresh;
form2.table7.refresh;
form2.table8.refresh;
form2.table9.refresh;
form2.table10.refresh;
form2.table11.refresh;
form2.table12.refresh;
form2.table13.refresh;

```

```
form2.table14.refresh;  
form2.table15.refresh;  
form2.table16.refresh;  
form2.table17.refresh;  
form2.table18.refresh;  
form2.table19.refresh;  
form2.table20.refresh;  
form2.tablec.refresh;  
form3.tablep.refresh;  
form4.tablee.refresh;
```

```
form2.visible:=true;  
form3.visible:=true;  
form4.visible:=true;
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.ClearClick(Sender: TObject);
```

```
var i:integer;
```

```
begin
```

```
bestput.clear;
```

```
for i:=0 to table2.RecordCount do
```

```
bestput.lines.add('0');
```

```
form2.table1.open;
```

```
form2.table2.open;
```

```
form2.table3.open;
```

```
form2.table4.open;
```

```
form2.table5.open;
```

```
form2.table6.open;
```

```
form2.table7.open;
```

```
form2.table8.open;
```

```
form2.table9.open;
```

```
form2.table10.open;
```

```
form2.table11.open;
```

```
form2.table12.open;
form2.table13.open;
form2.table14.open;
form2.table15.open;
form2.table16.open;
form2.table17.open;
form2.table18.open;
form2.table19.open;
form2.table20.open;
form2.tablec.open;
form3.tablep.open;
form4.tablee.open;
```

```
progressbar1.position:=0;
for i:=0 to table2.recordcount do
begin
```

```
    form2.table1.first;
    form2.table2.first;
    form2.table3.first;
    form2.table4.first;
    form2.table5.first;
    form2.table6.first;
    form2.table7.first;
    form2.table8.first;
    form2.table9.first;
    form2.table10.first;
    form2.table11.first;
    form2.table12.first;
    form2.table13.first;
    form2.table14.first;
    form2.table15.first;
    form2.table16.first;
    form2.table17.first;
    form2.table18.first;
```

```
    form2.table19.first;
    form2.table20.first;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

form2.tablec.first;

form3.tablep.first;

form4.tablee.first;

form2.table1.moveby(i);

form2.table2.moveby(i);

form2.table3.moveby(i);

form2.table4.moveby(i);

form2.table5.moveby(i);

form2.table6.moveby(i);

form2.table7.moveby(i);

form2.table8.moveby(i);

form2.table9.moveby(i);

form2.table10.moveby(i);

form2.table11.moveby(i);

form2.table12.moveby(i);

form2.table13.moveby(i);

form2.table14.moveby(i);

form2.table15.moveby(i);

form2.table16.moveby(i);

form2.table17.moveby(i);

form2.table18.moveby(i);

form2.table19.moveby(i);

form2.table20.moveby(i);

form2.tablec.moveby(i);

form3.tablep.moveby(i);

form4.tablee.moveby(i);

form2.table1.edit;

form2.table2.edit;

form2.table3.edit;

form2.table4.edit;

form2.table5.edit;

form2.table6.edit;

form2.table7.edit;

form2.table8.edit;

form2.table9.edit;
form2.table10.edit;
form2.table11.edit;
form2.table12.edit;
form2.table13.edit;
form2.table14.edit;
form2.table15.edit;
form2.table16.edit;
form2.table17.edit;
form2.table18.edit;
form2.table19.edit;
form2.table20.edit;
form2.tablec.edit;
form3.tablep.edit;
form4.tablee.edit;

form2.table1.fields[1].asstring:='0';
form2.table2.fields[1].asstring:='0';
form2.table3.fields[1].asstring:='0';
form2.table4.fields[1].asstring:='0';
form2.table5.fields[1].asstring:='0';
form2.table6.fields[1].asstring:='0';
form2.table7.fields[1].asstring:='0';
form2.table8.fields[1].asstring:='0';
form2.table9.fields[1].asstring:='0';
form2.table10.fields[1].asstring:='0';
form2.table11.fields[1].asstring:='0';
form2.table12.fields[1].asstring:='0';
form2.table13.fields[1].asstring:='0';
form2.table14.fields[1].asstring:='0';
form2.table15.fields[1].asstring:='0';
form2.table16.fields[1].asstring:='0';
form2.table17.fields[1].asstring:='0';
form2.table18.fields[1].asstring:='0';
form2.table19.fields[1].asstring:='0';
form2.table20.fields[1].asstring:='0';

```
form2.tablec.fields[1].asstring:='0';
```

```
form3.tablep.fields[1].asstring:='0';
```

```
form4.tablee.fields[1].asstring:='0';
```

```
progressbar1.position:=progressbar1.position+1;
```

```
end;
```

```
progressbar1.position:=0;
```

```
end;
```

```
end.
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นได้ด้วยความร่วมมือจากหลายๆ ฝ่าย คำนึงทางผู้
จัดจึงขอขอบคุณหลายๆฝ่าย

ขอขอบคุณ ผศ. นิตศน์ กฤษณจินดา และ อ. สมโภชน์ ประไพ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่
ปรึกษาโครงการที่ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาในโครงการเสมอ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ฝ่ายอาคารและสถานที่ และฝ่ายพัสดุของทางสถาบันฯทุก
ท่านที่ให้ความร่วมมือและความสะดวกในการหาข้อมูล และติดตั้งอุปกรณ์

ขอขอบคุณ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ที่ให้ความสะดวกในการหาข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณ สุชาติ ภิญโญ และบริษัท Eletech จำกัด ที่ให้ความกรุณาให้ยืม
เครื่องมือ Power Monitoring รุ่น 3720 ACM





เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และพระราชกฤษฎีกาของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
2. หนังสืออัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าในนครหลวงฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2540
3. เอกสารต่างๆของ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
4. คู่มือประกอบการใช้เครื่องมือ Power Monitoring รุ่น 3720 ACM
5. หนังสือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

