การบริหารพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม ๒

ENERGY MANAGEMENT OF INDUSTRIAL SYSTEM II

โดย

นาย บุญชู วงศ์จำปา

นาย สนธยา นนทิบัณฑิต

นาย บุญนำ แก้วกลม

นาย พิเชษฐ ฉัตรพาน

วัน เดือน ปี -5 ตค 2541

เลขทะเบียน 038595

เลขเรียกหนังสือ T 400 ...

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038595

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2540

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การบริหารพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม 2

ผู้จัดทำ

1. นายบุญชู วงศ์จำปา
2. นายสนธยา นนทิบัณฑิต
3. นายบุญนำ แก้วกลม
4. นายพิเชษฐ ฉัตรพาน

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. นิทัศน์ กฤษณจินดา)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. สมโภชน์ ประไพ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I

การบริหารพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม 2

นาย บุญชู	วงศ์จำปา	รหัส 38013109
นาย สนธยา	นนทิบัณฑิต	รหัส 38013124
นาย บุญนำ	แก้วกลม	รหัส 38013149
นาย พิเชษฐ	ฉัตรพาน	รหัส 38013153
ผศ. นิทัศน์	กฤษณจินดา	อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. สมโภชน์	ประไพ	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการประยุกต์ใช้แนวทางการบริหารพลังงานไฟฟ้าร่วมกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซี โดยได้ทำโปรแกรมมีคำอธิบายการใช้งานโปรแกรมเป็นภาษาไทย และเนื่องจากตัวโปรแกรมมีขนาดไม่ใหญ่มากนักทำให้สามารถนำไปติดตั้งกับคอมพิวเตอร์สำนักงาน (PC) ทั่วๆไปได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถนำโปรแกรมบริหารพลังงานไฟฟ้านี้ไปใช้งานร่วมกับการบริหารพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อให้คำแนะนำและใช้ในการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้ได้แนวทางที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

II

ENERGY MANAGEMENT OF INDUSTRIAL ELECTRICAL SYSTEM 2

Boonchoo Wongchumpa code 38013109

Sontsaya Nontibundit code 38013124

Boonnum Kaewklom code 38013149

Pichet Chatpan code 38013153

Assist.Prof. Nithad Krisanachinda Advisor

Sompotsh Prapai Advisor

1997

ABSTRACT

This thesis is an application of the electrical energy management by using C language computer program. The explanation subscribe of program is Thai language. Because of the small size of program ,it is easily to install in the personal computer. Furthermore, it can use with the energy management program of industrial electrical system . This program is purpose for presentation and comparetion of the consumption of energy in the factory for the maximum efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญภาพ	III
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 อัตราค่าไฟฟ้า	2
บทที่ 3 ความหมายของเทอมต่างๆที่ควรทราบ	19
บทที่ 4 การประหยัดไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ	22
บทที่ 5 เทคนิคการลดต้นทุนค่าไฟฟ้า	28
บทที่ 6 ขั้นตอนในการบริหารพลังงาน	41
บทที่ 7 การวิเคราะห์อัตราค่าไฟฟ้า	47
บทที่ 8 โปรแกรมการบริหารพลังงาน	57
บทที่ 9 กรณีศึกษาและผลการทดลอง	72
บทที่ 10 การทดลองโปรแกรมกับงานจริง	93
บทที่ 11 สรุปและวิจารณ์	107

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. 3300 ACM Installation & Operation

ภาคผนวก ข. L- SCADA Software Installation & Operation

ภาคผนวก ค. พระราชบัญญัติ โรงงาน พ.ศ. 2535

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ 1 ตัวอย่างการคิดค่าไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรม 17
รูปที่ 2 แสดงการแก้ไขระบบแสงสว่างในโรงงาน 24
รูปที่ 3 แสดงเส้นกราฟของโหลด 29
รูปที่ 4 แสดงผลของ load factor ต่ออัตราค่าไฟฟ้า 31
รูปที่ 5 แสดงการทำงานของโหลด 35
รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและช่วงเวลาปิด 38
รูปที่ 7 การควบคุมโหลดด้วย Duty Cycle 39
รูปที่ 8 การย้ายโหลดไปทำช่วงเวลาอื่นเมื่อมีโหลดสม่ำเสมอ 48
รูปที่ 9 การย้ายโหลดไปทำช่วงกลางคืนเมื่อมีโหลดสม่ำเสมอ 49
รูปที่ 10 การย้ายโหลดไปทำช่วงกลางวันเมื่อมีโหลดสม่ำเสมอ 49
รูปที่ 11 การย้ายโหลดไปทำช่วงเวลาอื่นเมื่อมีโหลดตอนหัวค่ำสูงกว่าตอนกลางวัน 50
รูปที่ 12 การย้ายโหลดไปทำช่วงกลางคืนเมื่อมีโหลดตอนหัวค่ำสูงกว่าตอนกลางวัน 50
รูปที่ 13 การย้ายโหลดไปทำช่วงกลางวันเมื่อมีโหลดตอนหัวค่ำสูงกว่าตอนกลางวัน 50
รูปที่ 14 การย้ายโหลดไปทำช่วงเวลาอื่นเมื่อมีโหลดตอนหัวค่ำน้อยกว่าตอนกลางวัน 51
รูปที่ 15 การย้ายโหลดไปทำช่วงกลางคืนเมื่อมีโหลดตอนหัวค่ำน้อยกว่าตอนกลางวัน 52
รูปที่ 16 การย้ายโหลดไปทำช่วงกลางวันเมื่อมีโหลดตอนหัวค่ำน้อยกว่าตอนกลางวัน 52
รูปที่ 17 การปั่นไฟฟ้าให้โหลดบางส่วนในช่วงหัวค่ำ 53
รูปที่ 18 การแบ่งกะทำงานก็ควรหลีกเลี่ยงเวลาหัวค่ำ 54
รูปที่ 19 การจัดเวลาให้เครื่องจักรทำงานสอดคล้องกับการวัดความต้องการพลังไฟฟ้า 55
รูปที่ 20 แนวคิดในการนำระบบ Ice Storage มาใช้ 56
รูปที่ 21 แสดงโปรแกรมบริหารพลังงานไฟฟ้า 57
รูปที่ 22 แสดงการบันทึกข้อมูลของเครื่องจักรในแฟ้มข้อมูลที่ชื่อ EXAMPLE 58
รูปที่ 23 แสดงการใส่ชื่อแฟ้มข้อมูลที่ต้องการเปิด 59
รูปที่ 24 แสดงการแก้ไขข้อมูลของเครื่องจักร 60
รูปที่ 25 แสดงเมนูการใช้เมนูแสดงกราฟแบบ TOD 60
รูปที่ 26 แสดงข้อมูลต่างๆ ของเครื่องจักรแต่ละเครื่องของแฟ้มข้อมูลที่เลือกมาบริหาร 61
รูปที่ 27 แสดงกราฟโหลดแบบจัดโหลดเองแบบ TOD 62
รูปที่ 28 แสดงกราฟโหลดที่จัดแบบอัตโนมัติแบบ TOD 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 29 แสดงอัตราค่าไฟฟ้าที่ระดับแรงดันต่างๆ แบบ TOD 64
รูปที่ 30 แสดงการคำนวณค่าไฟฟ้าที่ได้จากการบริหารแบบ TOD 64
รูปที่ 31 แสดงกราฟโหลดแบบจัดเองแบบ TOU 65
รูปที่ 32 แสดงกราฟโหลดในวันอาทิตย์แบบ TOU 66
รูปที่ 33 แสดงกราฟโหลดจากการจัดแบบอัตโนมัติแบบ TOU 67
รูปที่ 34 แสดงอัตราค่าไฟฟ้าที่ระดับแรงดันต่างๆ แบบ TOU 68
รูปที่ 35 แสดงผลของการคำนวณค่าไฟฟ้าแบบ TOU จากการบริหาร 68
รูปที่ 36 แสดงการกำหนดจำนวนวันทำงานของเครื่องจักร 69
รูปที่ 37 แผนผังอุปกรณ์การผลิตในโรงหล่อเหล็กเหนียว 74
รูปที่ 38 รูปแสดงเครื่องวัดไฟฟ้ารุ่น 3300 ACM 76
รูปที่ 39 แบบมาตรฐานการติดตั้งเครื่องวัด 3300 ACM 77
รูปที่ 40 แบบการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องวัด 3300 ACM กับ คอมพิวเตอร์ 78
รูปที่ 41 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 1 79
รูปที่ 42 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 2 80
รูปที่ 43 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 3 81
รูปที่ 44 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของรวมของเตาหลอมทั้ง 3 เตา 82
รูปที่ 45 เส้นกราฟของความต้องการพลังไฟฟ้ารวมของเตาหลอมทั้ง 3 เตา 83
รูปที่ 46 แสดงตารางการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัทสมบูรณ์หล่อเหล็ก 84
รูปที่ 47 แสดงปริมาณการใช้พลังไฟฟ้าประจำปีของบริษัทสมบูรณ์หล่อเหล็ก 85
รูปที่ 48 กราฟแสดงความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด(PEAK) 85
รูปที่ 49 กราฟค่าไฟฟ้าสุทธิประจำปีของบริษัทสมบูรณ์หล่อเหล็ก 86
รูปที่ 50 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าสุทธิกับค่า PEAK ของบริษัทสมบูรณ์ 86
รูปที่ 51 แสดงรายชื่อของเครื่องจักรในโรงงานสมบูรณ์หล่อเหล็ก 94
รูปที่ 52 แสดงแบบฟอร์มการตรวจสอบช่วงเวลาการทำงานของเครื่องจักร 95
รูปที่ 53 แสดงการกำหนดเวลาการทำงานของเครื่องจักรแบบต่าง ๆ 96
รูปที่ 54 แสดงกราฟของโหลดจากการบริหารครั้งที่ 1 97
รูปที่ 55 แสดงกราฟของโหลดจากการบริหารครั้งที่ 2 98
รูปที่ 56 แสดงกราฟของโหลดจากการบริหารครั้งที่ 3 99
รูปที่ 57 แสดงกราฟของโหลดแบบ TODจากการบริหารแบบ AUTO 100
รูปที่ 58 แสดงกราฟของโหลดแบบ TOUจากการบริหารแบบ AUTO 101
รูปที่ 59 แสดงกราฟการเปรียบค่าไฟฟ้าจากการบริหารแต่ละครั้ง 102
รูปที่ 60 แสดงกราฟการเปรียบอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOD และ TOU กับ LF. 106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

จุดประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์

จุดประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นอกจากจะเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแล้ว มีดังต่อไปนี้

- เพื่อให้เข้าใจหลักการจัดการพลังงาน และชนิดของโหลดที่จะทำการ management
- เพื่อศึกษาถึงวิธีการจัดการพลังงาน เพื่อลดต้นทุนค่าไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม

ขั้นตอนการดำเนินงานการทำ Project

ในการทำProject Energy Management นี้มีขั้นตอนการเตรียมการและการดำเนินงานดังนี้

- ศึกษาถึงชนิดและจำนวนของโหลดที่จะทำการ Managementโดยโหลดที่ทำการศึกษาได้แก่โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง
- ศึกษาการทำงานของ process โดยรวม
- ศึกษาถึงวิธีการคิดค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง
- ศึกษาถึงวิธีการต่าง ๆที่เหมาะกับโหลดชนิดต่าง ๆ
- จัดช่วงเวลาการทำงานให้กับอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ เพื่อละค่าพลังงานไฟฟ้า
- ประยุกต์การบริหารพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขอบเขตของ Project

ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ของโหลดดังต่อไปนี้

- ศึกษาเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ โดยนำ TOD,TOU Rate มาใช้ในการคำนวณ
- พิจารณาเกี่ยวกับการประหยัดไฟฟ้าจากอุปกรณ์ต่าง ๆ
- ศึกษาเทคนิคการลดต้นทุนค่าไฟฟ้า
- สำรวจถึงชนิดและจำนวนของโหลดที่จะทำการ Management
- วางแผนการจัดการพลังงานของโหลด
- เปรียบเทียบ load curve ก่อนการ Manage กับหลังการ Management
- ศึกษา Software ของ Project ปี 2539 ทดสอบด้วยการทำ case study ต่าง ๆ และปรับปรุง software ให้มีความแน่นอนขึ้นและทันเหตุการณ์ปัจจุบัน
- เขียน soft ware ในกรณีของ TOU เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่าง TOD กับ TOU จากหลาย ๆ Case Study

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

อัตราค่าไฟฟ้า

เริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน มกราคม 2540

ในประเทศไทยมีหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการจ่ายไฟฟ้าและเก็บค่าไฟฟ้าอยู่ 2 หน่วยงานคือ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ซึ่งรับผิดชอบในการจ่ายกระแสไฟฟ้าและเก็บค่าไฟฟ้าในนครหลวงและชานเมือง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ซึ่งรับผิดชอบในการจ่ายกระแสไฟฟ้าในเขตภูมิภาคหรือต่างจังหวัด หน่วยงานทั้งสองหน่วยมีอัตราการเก็บค่าไฟฟ้าที่คิดกับลูกค้าหลายประเภทด้วยกัน โดย กฟน. ได้แบ่งการคิดอัตราค่าไฟฟ้ากับลูกค้าทั้งหมด 7 ประเภท คือ

1. บ้านอยู่อาศัย
2. กิจการขนาดเล็ก
3. กิจการขนาดกลาง
4. กิจการขนาดใหญ่
5. ธุรกิจเฉพาะอย่าง
6. ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร
7. สูบน้ำเพื่อการเกษตร

อัตราค่าไฟฟ้าสำรอง

อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่สามารถงดจ่ายไฟฟ้าได้

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่าง ๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

1.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

อัตรารายเดือน : ค่าพลังงานไฟฟ้า

5 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1-5)	เป็นเงิน	**4.96**	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6-15)	หน่วยละ	**0.7124**	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16-25)	หน่วยละ	**0.8993**	บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26-35)	หน่วยละ	**1.1516**	บาท
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36-100)	หน่วยละ	**1.5348**	บาท
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101-150)	หน่วยละ	**1.6282**	บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151-400)	หน่วยละ	**2.1329**	บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	**2.4226**	บาท

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 4.67 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน

อัตรารายเดือน : ค่าพลังงานไฟฟ้า

35 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1-35)	เป็นเงิน	**85.21**	บาท
115 หน่วย (หน่วยที่ 36-150)	หน่วยละ	**1.1236**	บาท
250 หน่วย (หน่วยที่ 151-400)	หน่วยละ	**2.1329**	บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	**2.4226**	บาท

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 83.18 บาท

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดไม่เกิน 5 แอมแปร์ 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย จะถูกจัดให้อยู่ในประเภทที่ 1 ข้อ 1.1 แต่ถ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ติดต่อกัน 3 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 1 ข้อ 1.2 และถ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือนติดต่อกัน 3 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 1 ข้อ 1.1 ตามเดิม

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดเกินกว่า 5 แอมแปร์ 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย จะถูกจัดให้อยู่ในประเภทที่ 1 ข้อ 1.2 ตลอดไป

3. สถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องสามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6 ได้

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัยอุตสาหกรรม และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรืออื่น ๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน : ค่าพลังงานไฟฟ้า

35 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1-35)	เป็นเงิน	**89.89**	บาท
115 หน่วย (หน่วยที่ 36-150)	หน่วยละ	**1.1236**	บาท
250หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151-400)	หน่วยละ	**2.1329**	บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	**2.4226**	บาท

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 87.85 บาท

หมายเหตุ

ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 2 นี้ หากในรอบเดือนใดมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 ประเภทที่ 4 หรือประเภทที่ 5 แล้วแต่กรณี และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 2 อีกต่อเมื่อความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าวลดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 30-1,999กิโลวัตต์และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 355,000 หน่วยต่อเดือนรวมถึงส่วนราชการที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 250,000 ถึง 355,000 หน่วยต่อเดือนโดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

3.1 อัตราปกติ

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/กิโลวัตต์	ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย
3.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	**175.70**	**1.0208**
3.1.2 แรงดัน 12-24 กิโลโวลท์	**196.26**	**1.0582**
3.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	**221.50**	**1.0862**

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวัตต์

3.2 อัตราตามช่วงเลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU Rate)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/กิโลวัตต์		ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย		ค่าบริการ บาท/เดือน
	1*	1*	2*	3*	
3.2.1 แรงดัน 115 กิโลโวลท์ขึ้นไป	**102.80**	**1.5349**	**0.6671**	**0.6062**	**400.00**
3.2.2 แรงดัน 69 กิโลโวลท์	**158.88**	**1.6292**	**0.6769**	**0.6153**	**400.00**
3.2.3 แรงดัน 12-24 กิโลโวลท์	**200.93**	**1.7736**	**0.6861**	**0.6236**	**850.00**
3.2.4 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	**214.9**	**1.8891**	**0.7283**	**0.6616**	**850.00**

1* วันจันทร์-เสาร์ เวลา 09.00-22.00 น.

2* วันจันทร์-เสาร์ เวลา 22.00-09.00 น.

3* วันอาทิตย์ เวลา 00.00-24.00 น.

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือนเศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lag) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ (Maximum 15 minute Kilovar Demand)เกินกว่าร้อยละ 63 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์ (Maximum 15 minute kilowatt demand) แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 นี้ จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 ข้อ 3.1 และหากมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน สามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3 ข้อ 3.2 ได้ ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้ แม้ว่าต่อไปจะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน นอกจากจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า

2. ส่วนราชการที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 นี้ ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน ตุลาคม 2540 โดยจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 ข้อ 3.2

3. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 หรือประเภทที่ 6 แล้วแต่กรณี และจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 อีกเมื่อมีความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าวตั้งแต่ 30-1,999 กิโลวัตต์

4. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ประสงค์จะเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3 ข้อ 3.2 ต้องติดต่อแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

ลักษณะการใช้ สรหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการและหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 2,000 กิโลวัตต์ขึ้น หรือ มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 355,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

4.1 อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate : TOD Rate)

อัตรารายเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/กิโลวัตต์			ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย
	1*	2*	3*	
4.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	**224.30**	**29.91**	**0**	**1.0208**
4.1.2 แรงดัน 12-24 กิโลโวลท์	**285.05**	**58.88**	**0**	**1.0582**
4.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	**332.71**	**68.22**	**0**	**1.0862**

1* เวลา 18.30-21.30 น. ของทุกวัน On Peak

2* เวลา 08.00-18.30 น. ของทุกวัน(Partial Peak) คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่เกินจากช่วง On Peak

3* เวลา 21.30-08.00 น. ของทุกวัน (Off Peak) ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดของแต่ละช่วงเวลาในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไป คิดเป็น 1 กิโลวัตต์

4.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU Rate)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/กิโลวัตต์	ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย			ค่าบริการ บาท/เดือน
	1*	1*	2*	3*	
4.2.1 แรงดัน 115 กิโลโวลท์ขึ้นไป	**102.80**	**1.5349**	**0.6671**	**0.6062**	**400.00**
4.2.2 แรงดัน 69 กิโลโวลท์	**158.88**	**1.6292**	**0.6769**	**0.6153**	**400.00**
4.2.3 แรงดัน 12-24 กิโลโวลท์	**200.93**	**1.7736**	**0.6861**	**0.6236**	**850.00**
4.2.4 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	**214.95**	**1.8891**	**0.7283**	**0.6616**	**850.00**

1* วันจันทร์ - เสาร์ เวลา 09.00-22.00 น. (On Peak)

2* วันจันทร์ - เสาร์ เวลา 22.00-09.00 น. (Off Peak)

3* วันอาทิตย์ เวลา 00.00-24.00 น. (Off Peak)

ความต้องการพลังไฟฟ้า ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือนเศษของกิโลวัตต์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวัตต์

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

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lag) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ (Maximum 15 minute kilovar demand) เกินกว่าร้อยละ 63 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์ (Maximum 15 minute kilowatt demand) เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ **14.02** บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4 นี้ จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 ข้อ 4.1 ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน มกราคม 2540 และสามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4 ข้อ 4.2 ได้ ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้ แม้ว่าต่อไปจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 2,000 กิโลวัตต์หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 355,000 หน่วยต่อเดือน นอกจากจะมีความต้องการพลังไฟฟ้า ดังกล่าวต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน ตุลาคม 2540 จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 ข้อ 4.2 แม้ว่าต่อไปจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 2,000 กิโลวัตต์ หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 355,000 หน่วยต่อเดือน นอกจากจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าวต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า

3. ส่วนราชการที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 355,000 หน่วยต่อเดือน จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 นี้ ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน ตุลาคม 2540 โดยจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 ข้อ 4.2

4. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 หรือประเภทที่ 6 แล้วแต่กรณี และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 4 อีกเมื่อมีความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าวตั้งแต่ 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 355,000 หน่วยต่อเดือน

5. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไปในเดือนใด หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 355,000 หน่วยต่อเดือน จะจัดเข้าอยู่ประเภทที่ 4 ในเดือนถัดไปหลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามช่วงเลาของวัน (TOD Meter)หรือเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้(TOU Meter) หากยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องวันหน่วยไฟฟ้าดังกล่าวอนุโลมให้คิดค่าไฟฟ้าตามอัตราประเภทเดิมไปพลางก่อน

6. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ประสงค์จะเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4 ข้อ 4.2 ต้องติดต่อแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการโรงแรมและกิจการให้เช่าพักอาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไปโดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วย ไฟฟ้าเครื่องเดียว

5.1 อัตราปกติ

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/กิโลวัตต์	ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย
5.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	**220.56**	**1.0208**
5.1.2 แรงดัน 12-24 กิโลโวลท์	**256.07**	**1.0582**
5.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	**276.64**	**1.0862**

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวัตต์

5.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU Rate)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/กิโลวัตต์		ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย		ค่าบริการ บาท/เดือน
	1*	1*	2*	3*	
5.2.1 แรงดัน 115 กิโลโวลท์ขึ้นไป	**102.80**	**1.5349**	**0.6671**	**0.6062**	**400.00**
5.2.2 แรงดัน 69 กิโลโวลท์	**158.88**	**1.6292**	**0.6769**	**0.6153**	**400.00**
5.2.3 แรงดัน 12-24 กิโลโวลท์	**200.93**	**1.7736**	**0.6861**	**0.6236**	**850.00**
5.2.4แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	**214.95**	**1.8891**	**0.7283**	**0.6616**	**850.00**

1* วันจันทร์ - เสาร์ เวลา 09.00 - 22.00 น. (On Peak)

2* วันจันทร์ - เสาร์ เวลา 22.00 - 09.00 น. (Off Peak)

3* วันอาทิตย์ เวลา 00.00 - 24.00 น. (Off Peak)

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือนเศษของกิโลวัตต์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวัตต์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lag) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ (Maximum 15 minute kilovar demand) เกินกว่าร้อยละ 63 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์ (Maximum 15 minute kilowatt demand) แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 5 นี้ จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 5 ข้อ 5.1 ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน มกราคม 2540 และหากมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน สามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 5 ข้อ 5.2 ได้ ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้แม้ว่าต่อไปจะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน นอกจากจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 5 ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน ตุลาคม 2540 จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 5 ข้อ 5.1 และหากมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 355,000หน่วยต่อเดือน นอกจากจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า

3. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 5 อีกเมื่อมีความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าวตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป

4. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 5 ข้อ 5.2 จะจัดเข้าอยู่ในเดือนถัดไป หลังเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU Meter) หากยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามอัตราประเภทเดิมไปพลางก่อน

5. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ประสงค์จะเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 5 ข้อ 5.2 ต้องติดต่อแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน

ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าของส่วนราชการ หน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000หน่วยต่อเดือน และองค์กรที่ไม่ใช่ส่วนราชการแต่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทน รวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมถึงหน่วยงานรัฐวิสาหกิจสถานทูต สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศโดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน

6.1 ระดับแรงดันไฟฟ้า 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป

ค่าพลังงานไฟฟ้า :

10,000 หน่วย (กิโลวัตต์ ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1-10,000)	เป็นเงิน	**14,413.31**	บาท
เกินกว่า 10,000 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 10,001เป็นต้นไป)	หน่วยละ	**1.4413**	บาท

6.2 ระดับแรงดันไฟฟ้า 12-24 กิโลโวลท์

ค่าพลังงานไฟฟ้า :

300 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1-300)	เป็นเงิน	**480.06**	บาท
เกินกว่า 300 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 301 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	**1.6002**	บาท

6.3 ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์

ค่าพลังงานไฟฟ้า :

10 (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1-10)	เป็นเงิน	**18.06**	บาท
เกินกว่า 10 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 11 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	**1.8058**	บาท

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด :

ระดับแรงดันไฟฟ้า 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	เดือนละ	**13,831.78**	บาท
ระดับแรงดันไฟฟ้า 12-24 กิโลโวลท์	เดือนละ	**462.62**	บาท
ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	เดือนละ	**17.48**	บาท

หมายเหตุ

1. สถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 1 สามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6 นี้ได้

2. ส่วนราชการที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 6 นี้ไปก่อน จนกว่าจะถึงการคิดค่าไฟฟ้าประจำเดือนตุลาคม 2540 จึงจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 หรือประเภทที่ 4 แล้วแต่กรณี

ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูงน้ำเพื่อการเกษตรของส่วนราชการกลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการรับรอง หรือสหกรณ์เพื่อการเกษตร โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน : ค่าพลังงานไฟฟ้า

100 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1-100)	เป็นเงิน	115.16	บาท
เกินกว่า 100 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 101 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	1.1516	บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 109.35 บาท

หมายเหตุ

ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราประเภทที่ 7 จะต้องติดต่อเพื่อทำสัญญากับการไฟฟ้านครหลวงก่อน

อัตราค่าไฟฟ้าสำรอง

กรณีที่ 1 สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าเฉพาะที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของตนเองและใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของตนเองเป็นหลัก แต่ต้องการไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง เพื่อสำรองไว้ใช้ทดแทนในกรณีที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังกล่าวขัดข้อง หรือหยุดเพื่อช่วยซ่อมแซมและบำรุงรักษาตามแผนงานที่ได้แจ้งการไฟฟ้านครหลวงไว้ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

1.1 เดือนที่ไม่มีการใช้ไฟฟ้าสำรอง : ค่าไฟฟ้าคิดจาก ความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญาโดยคิดเฉพาะค่าความต้องการพลังไฟฟ้าร้อยละ 30 ของอัตราปกติ ดังนี้

อัตรารายเดือน : ความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา

	ตั้งแต่ 30-1,999กิโลวัตต์ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/กิโลวัตต์	ตั้งแต่ 2,000กิโลวัตต์ ขึ้นไป ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/กิโลวัตต์
1.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	**52.71**	**67.29**
1.1.2 แรงดัน 12-24 กิโลโวลท์	**58.88**	**85.51**
1.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	**66.45**	-

1.2 เดือนที่มีการใช้ไฟฟ้าสำรอง

1.2.1 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : คิดจาก ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าที่ใช้จริงแต่ไม่เกินความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา รวมกับค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าสัญญา

1.2.1.1 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าที่ใช้จริง แต่ไม่เกินความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา : คิดตามอัตราค่าไฟฟ้าปกติ

1.2.1.2 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าสัญญา

กรณีต่ำกว่าสัญญา : คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าสัญญาตามอัตราค่าไฟฟ้าสำรอง ข้อ 1.1

กรณีสูงกว่าสัญญา : คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่สูงกว่าสัญญาเป็น 2 เท่าของอัตราค่าไฟฟ้าปกติ

1.2.2 ค่าพลังงานไฟฟ้า : คิดตามอัตราค่าไฟฟ้าปกติ

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญาในข้อ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 2 สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าเฉพาะที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของตนเอง ผลิตพลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานความร้อย (Cogeneration) ที่มีคุณสมบัติตามระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็ก และใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของตนเองเป็นหลัก แต่ต้องการไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง เพื่อสำรองไว้ใช้ทดแทนในกรณีที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังกล่าวขัดข้อง หือหยุดเพื่อซ่อมแซมและบำรุงรักษาตามแผนงานที่ได้แจ้งการไฟฟ้านครหลวงไว้ โดยต่อผ่าน เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.1 เดือนที่ไม่มีการใช้ไฟฟ้าสำรอง : ค่าไฟฟ้าคิดจาก ความต้องการพลังไฟฟ้า สำรองตามสัญญา โดยคิดเฉพาะค่าความต้องการพลังไฟฟ้าร้อยละ 15 ของอัตราปกติ ดังนี้

อัตรารายเดือน : ความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา

	ตั้งแต่ 30-1,999 กิโลวัตต์ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/กิโลวัตต์	ตั้งแต่ 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/กิโลวัตต์
2.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	**26.36**	**33.64**
2.1.2 แรงดัน 12-24 กิโลโวลท์	**29.44**	**42.76**
2.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์	**33.22**	-

2.2 เดือนที่มีการใช้ไฟฟ้าสำรอง

2.2.1 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : คิดจาก ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าที่ใช้จริงแต่ไม่เกินความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา รวมกับค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าสัญญา

2.2.1.1 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าที่ใช้จริง แต่ไม่เกินความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา : คิดตามอัตราค่าไฟฟ้าปกติ

2.2.1.2 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าสัญญา

กรณีต่ำกว่าสัญญา : คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าสัญญาตามอัตราค่าไฟฟ้าสำรอง ข้อ 2.1

กรณีสูงกว่าสัญญา : คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่สูงกว่าสัญญาเป็น 2 เท่าของอัตราค่าไฟฟ้าปกติ

2.2.2 ค่าพลังงานไฟฟ้า : คิดตามอัตราค่าไฟฟ้าปกติ

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญาในข้อ 2.1

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าต้องมีตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าในรอบปี (Annual Load Factor) ไม่เกินร้อยละ 15 หากเกินร้อยละ 15 การไฟฟ้านครหลวงจะยกเลิกสัญญาการขอใช้ไฟฟ้าสำรอง และเปลี่ยนไปคิดอัตราค่าไฟฟ้าปกติในเดือนถัดไป

2. ตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าในรอบปี (Annual Load Factor) คำนวณจากรอบปีของการใช้ไฟฟ้าสำรองตามสัญญา ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า = จำนวนพลังงานไฟฟ้าในรอบปี * 100

ในรอบปี (%) ความต้องการพลังไฟฟ้าที่สูงสุดในรอบปี * จำนวนชั่วโมงในรอบปี

3. ในเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้าที่ใช้จริงสูงกว่าความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา การไฟฟ้านครพลวงจะนำความต้องการพลังไฟฟ้าที่ใช้จริงมากำหนดเป็นความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญาในเดือนถัดไปเป็นต้นไป

4. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ขอใช้ไฟฟ้าสำรอง จะต้องติดต่อเพื่อทำสัญญากับการไฟฟ้านครหลวงและแจ้งปริมาณความต้องการพลังไฟฟ้าสำรอง โดยการไฟฟ้านครหลวงจะเป็นผู้พิจารณาปริมาณความต้องการพลังไฟฟ้าสำรอง

อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่สามารถงดจ่ายไฟฟ้าได้

(Interruptible Rate)

อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่สามารถงดจ่ายไฟฟ้าได้ เป็นอัตราเลือกอีกประเภทหนึ่งที่ใช้ควบคู่กับอัตราปกติสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่

มีรายละเอียดและเงื่อนไขดังนี้

1. คุณสมบัติผู้ใช้ไฟฟ้า

เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ ที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 5,000 kW ขึ้นไป และมี ปริมาณพลังไฟฟ้าที่สามารถให้งดจ่ายไฟฟ้าได้ (Interruptible Demand) เมื่อการไฟฟ้านครหลวงร้อง ขอไม่น้อยกว่า 1,000 kW

2. คำจำกัดความ

2.1 Interruptible Demand หมายถึง ปริมาณพลังไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้ายินยอมให้การไฟฟ้านครหลวงงดจ่ายไฟฟ้าได้ เมื่อการไฟฟ้านครหลวงร้องขอ

2.2 Firm Demand หมายถึง ผลต่างของ Maximum Demand (พลังไฟฟ้าสูงสุด) กับ Interruptible Demand

2.3 Maximum Take หมายถึง ปริมาณพลังไฟฟ้าสูงสุดช่วง Peak และ partial peak ที่ผู้ใช้ไฟฟ้าทำสัญญากับการไฟฟ้านครหลวงว่าจะไม่สามารถงดการใช้ไฟฟ้าได้ต่ำกว่านี้

3. เงื่อนไขการรับซื้อไฟฟ้า

3.1 ปริมาณพลังไฟฟ้าตามสัญญา

ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการซื้อไฟฟ้าประเภท Interruptible Rate นี้จะต้องทำสัญญาระบุปริมาณ Interruptible Demand และ Maximum Take ที่แน่นอนกับการไฟฟ้านครหลวง ทั้งนี้การไฟฟ้านครหลวงจะทำการตรวจสอบความเป็นไปได้ของปริมาณ Interruptible Demand และ Maximum Take ก่อนทำสัญญา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การแจ้งงดจ่ายไฟฟ้า

การไฟฟ้านครหลวงจะแจ้งให้ผู้ใช้ไฟฟ้าทราบเวลาวดจ่ายไฟฟ้าและระยะเวลางดจ่ายไฟฟ้าล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 1ชั่วโมง โดยทางโทรสาร โทรศัพท์ เครือข่ายวิทยุติดตามตัว (Pager) และ Internet

3.3 การงดใช้ไฟฟ้า

3.3.1 เมื่อผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับแจ้งเวลาของดจ่ายไฟฟ้า จะต้องดำเนินการดับหรือลดการใช้ไฟฟ้าให้ได้ปริมาณ Interruptible Demand ตามเวลาและระยะเวลาและระยะเวลาที่การไฟฟ้านครหลวงแจ้งตามข้อ 3.2 โดยปริมาณพลังไฟฟ้าให้อ่านจากมาตรวัดค่าพลังไฟฟ้า (Demand Meter) ก่อนวดจ่ายไฟฟ้าเทียบกับเมื่อดำเนินการงดจ่ายไฟฟ้าแล้ว

3.3.2 ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ลดการใช้ไฟฟ้าถึงระดับ Maximum Take แต่ปริมาณ Interruptible Demand น้อยกว่าสัญญา ให้ถือว่าไม่ผิดสัญญา หากลดการใช้ไฟฟ้าถึงระดับ Maximum Take แต่ปริมาณ Interruptible Demand น้อยกว่าสัญญา 2 ครั้งแล้ว การไฟฟ้านครหลวงสามารถปรับปริมาณ Interruptible Demand ใหม่ได้

4. การแก้ไขปริมาณพลังไฟฟ้าตามสัญญา

4.1 ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถขอแก้ไขปริมาณ Interruptible Demand และ/หรือ Maximum Take ที่สัญญาไว้ได้ โดยทำหนังสือแจ้งให้การไฟฟ้านครหลวงทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 30 วัน โดยมีระยะเวลาการแจ้งแต่ละครั้งห่างกันไม่น้อยกว่า 12 เดือน

4.2 การไฟฟ้านครหลวงสามารถขอแก้ไขปริมาณ Interruptible Demand และ / หรือ Maximum Take ถ้าผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถงดการใช้ไฟฟ้าได้ 2 ครั้ง ตามข้อ 3.3.2 โดยพิจารณา จากลักษณะการใช้ไฟฟ้าย้อนหลัง

4.3 การไฟฟ้านครหลวงสามารถขอแก้ไขปริมาณ Interruptible Demand และ/ หรือ Maximum Take ปริมาณ Firm Demand น้อยกว่าปริมาณ Maximum Take เป็นเวลา 2 เดือนติดต่อกัน หรือเป็นเวลา 3 เดือน ในรอบปีสัญญา โดยพิจารณาจากลักษณะการใช้ไฟฟ้าย้อนหลัง

5. วัน-เวลางดจ่ายไฟฟ้า

การไฟฟ้านครหลวงจะของดจ่ายไฟฟ้า (Interrupt) ระหว่างเวลา 08.00-21.30 น. (ยกเว้นวันอาทิตย์และวันหยุดนักขัตฤกษ์) โดยมีจำนวนครั้งและระยะเวลาตามข้อ 6.

6. จำนวนครั้งและระยะเวลาที่การไฟฟ้าสามารถงดจ่ายไฟฟ้า

มี 3 ทางเลือก โดยมีอัตราค่าไฟฟ้าตาม ข้อ 14 ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 การงดจ่ายไฟฟ้าไม่เกิน 3 ชม/ครั้ง , 2 ครั้ง/วัน , 10 ครั้ง/เดือน , 40 ครั้ง/ปี

ทางเลือกที่ 2 การงดจ่ายไฟฟ้าไม่เกิน 3 ชม/ครั้ง , 1 ครั้ง/วัน , 10 ครั้ง/เดือน , 20 ครั้ง/ปี

ทางเลือกที่ 3 การงดจ่ายไฟฟ้าไม่เกิน 6 ชม/ครั้ง , 1 ครั้ง/วัน , 10 ครั้ง/เดือน , 20 ครั้ง/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การผิดสัญญา

เมื่อการไฟฟ้านครหลวงแจ้งงดจ่ายไฟฟ้าตาม ข้อ 3.2 และผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถปฏิบัติตาม ข้อ 3.3 ให้ถือว่าเป็นการผิดสัญญา จะมีบทปรับกรณีผิดสัญญาตาม ข้อ 8

8. บทปรับกรณีผิดสัญญา

กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถดับไฟฟ้าได้ตามที่ทำสัญญาไว้ (ในรอบปีนับจากวันเริ่มต้นสัญญา)จะมีบทปรับดังนี้

* ครั้งที่ 1 การไฟฟ้านครหลวงจะคิดค่าพลังไฟฟ้าสำหรับ Interruptible Demand เป็น 1.5 เท่า ของอัตราค่าพลังไฟฟ้าปกติในช่วง Peak ประเภทกิจการขนาดใหญ่

* ครั้งที่ 2 การไฟฟ้านครหลวงจะคิดค่าพลังไฟฟ้าสำหรับ Interruptible Demand เป็น 2 เท่าของอัตราค่าพลังไฟฟ้าปกติในช่วง Peak ประเภทกิจการขนาดใหญ่

* ครั้งที่ 3 การไฟฟ้านครหลวงจะคิดค่าพลังไฟฟ้าสำหรับ Interruptible Demand เป็น 3 เท่าของอัตราค่าพลังไฟฟ้าปกติในช่วง Peak ประเภทกิจการขนาดใหญ่

* ครั้งที่ 4 การไฟฟ้านครหลวงจะคิดค่าพลังไฟฟ้าสำหรับ Interruptible Demand เป็น 3 เท่าของอัตราค่าพลังไฟฟ้าปกติในช่วง Peak ประเภทกิจการขนาดใหญ่และการไฟฟ้านครหลวงสามารถยกเลิกสัญญาซื้อขายไฟฟ้าในอัตรา Interruptible Rate ได้ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟ ฟ้าจะกลับไปซื้อไฟฟ้าใน อัตราปกติเช่นเดิมสำหรับการขอดับไฟฟ้าครั้งแรก นับจากวันเริ่มต้นสัญญา หากผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถดับไฟฟ้าได้ตามสัญญา การไฟฟ้านครหลวงจะผ่อนผันคิดค่าไฟฟ้า Interruptible Demand ตามอัตราปกติโดยไม่นับเป็นการผิดสัญญาครั้งที่ 1 แต่หากผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถปฏิบัติตามสัญญาได้ 2 ครั้ง หรือครั้งแรกปฏิบัติได้ ครั้งที่สองปฏิบัติไม่ได้ จะถูกปรับโดยนับเป็นการผิดสัญญาครั้งที่ 1

9. มาตรวัดไฟฟ้า

การทำสัญญา Interruptible Rate จะใช้มาตรวัดไฟฟ้าชนิดที่อ่านได้ทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังไฟฟ้าทุก ๆ 15 นาที และอ่านย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 31 วัน โดยมีคุณภาพตามมาตร ฐานที่การไฟฟ้านครหลวงใช้

10. อายุของสัญญา

อายุของสัญญากำหนดไว้ 5 ปี เมื่อครบอายุสัญญา คู่สัญญาจะพิจารณาดำเนินการ

11. การยกเลิกสัญญา

ในระหว่างอายุสัญญา คู่สัญญาสามารถยกเลิกสัญญาได้ในกรณีต่อไปนี้

1.1.1 ผู้ใช้ไฟฟ้าขอยกเลิกสัญญาได้เมื่อปฏิบัติตามสัญญาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับจากวันเริ่มต้นของสัญญา

1.1.2 ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถปฏิบัติตามสัญญาได้เป็นครั้งที่ 4 ในรอบ 1 ปี

1.1.3 การไฟฟ้านครหลวงสามารถยกเลิกสัญญาได้ เมื่อผู้ใช้ไฟฟ้ามีปริมาณ Interruptible Demand ต่ำกว่า 1,000 kW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. กรณียกเว้น

กรณีต่อไปนี้เป็นกรณียกเว้นนอกเหนือจากการแจ้งให้งดจ่ายไฟฟ้าตามเงื่อนไขการรับซื้อไฟฟ้าประเภท Interruptible Rate

12.1 กรณีไฟฟ้าดับจากเหตุขัดข้องในระบบ หรือการแจ้งดับไฟฟ้าเพื่อการบำรุงรักษาหรือก่อสร้างปรับปรุง

12.2 กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าอยู่ในภาวะ Shut Down Load ที่รับไฟจากการไฟฟ้านครหลวง ซึ่งเป็นการ Shut Down เนื่องจากเหตุฉุกเฉินและผู้ใช้ไฟฟ้าได้แจ้งให้การไฟฟ้านครหลวงทราบทันทีที่เกิดเหตุดังกล่าว

13. ปริมาณพลังไฟฟ้าคิดเงิน

ปริมาณพลังไฟฟ้าคิดเงินสำหรับอัตราประเภทที่สามารถงดจ่ายไฟฟ้าได้คือInterruptible Demand ที่ทำสัญญาไว้ปริมาณพลังไฟฟ้าคิดเงินสำหรับอัตราปกติ คือ Firm Demand

14. อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่สามารถงดจ่ายไฟฟ้าได้

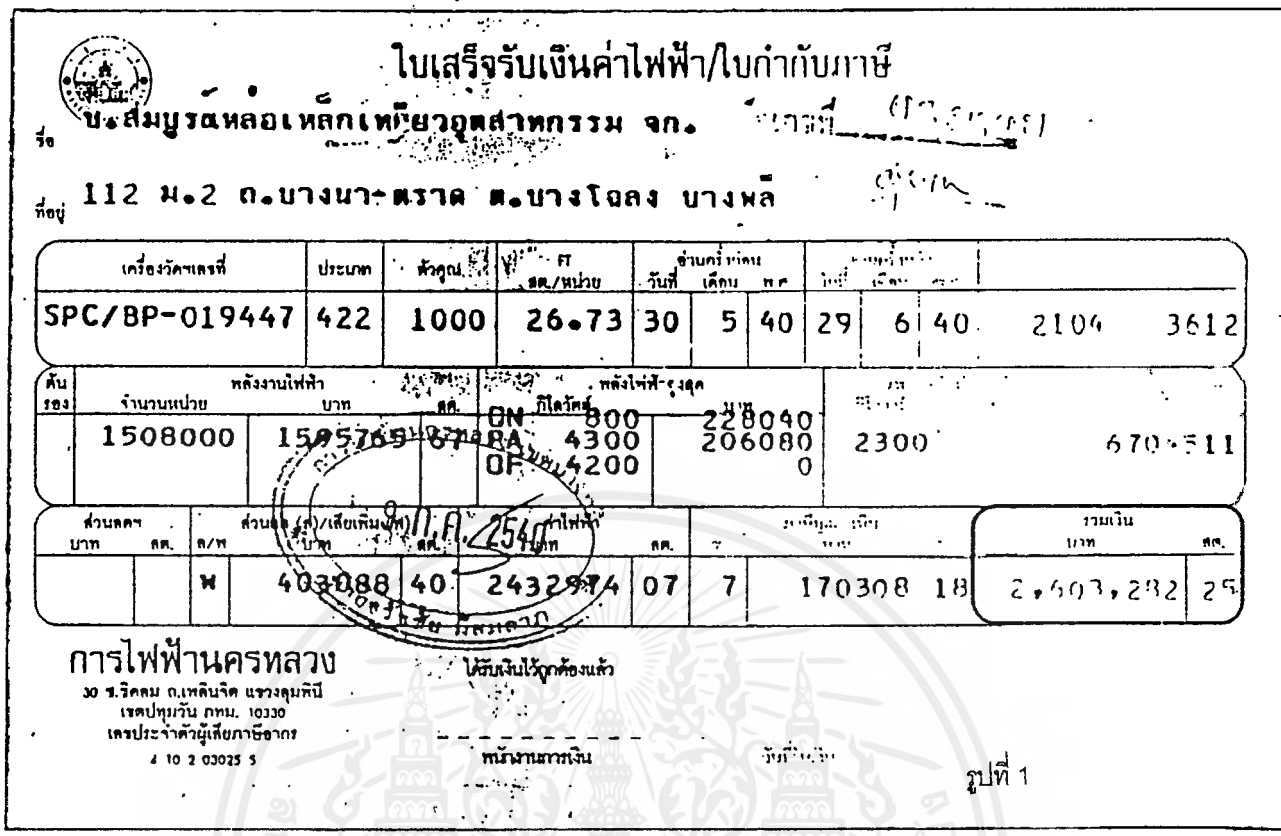
อัตรารายเดือน : คิดอัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate : TOD Rate)

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/กิโลวัตต์	ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย
ทางเลือกที่ 1 และ 3		
14.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	**69.16**	**1.0208**
14.1.2 แรงดัน 12-24 กิโลโวลท์	**103.74**	**1.0582**
ทางเลือกที่ 2		
14.1.3 แรงดัน 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	**146.73**	**1.0208**
14.1.4 แรงดัน 12-24 กิโลโวลท์	**194.39**	**1.0582**

- **คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าในช่วงเวลา 08.00 - 21.30 น. ของทุกวัน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคิดค่าไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรม



ใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า/ใบกำกับภาษี

บ.สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียวอุตสาหกรรม จก.

112 ม.2 ถ.บางนา-ตราด ต.บางโฉลง บางพลี

เครื่องวัดฯเลขที่	ประเภท	ตัวคูณ	FT สต./หน่วย	จำนวนครั้งที่อ่านได้ วันที่	เดือน	พ.ศ					
SPC/BP-019447	422	1000	26.73	30	5	40	29	6	40	2104	3612

ต้นรอง	พลังงานไฟฟ้า จำนวนหน่วย	บาท	สต.	พลังไฟฟ้า-สูงสุด	กิโลวัตต์	บาท			
	1508000	1595769	67	ON	800	228040	2300		670511
				PA	4300	206080			
				OF	4200	0			

ส่วนลดฯ บาท	สต.	ส่วนเพิ่ม(ลด)/เสียเพิ่มฯ ค/พ	บาท	สต.	ค่าไฟฟ้า บาท	สต.			รวมเงิน บาท	สต.
		พ	403088	40	2432974	07	7	170308 18	2,603,282	25

การไฟฟ้านครหลวง

30 ซ.ริดคม ถ.เพลินจิต แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กทม. 10330 เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร 4 10 2 03025 5

ได้รับเงินไว้ถูกต้องแล้ว

พนักงานการเงิน

วันที่

รูปที่ 1

โรงงานนี้ใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงจัดอยู่ในเกณฑ์การใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ที่ระดับแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 12-24 กิโลโวลท์ จากใบเสร็จรับเงินประจำเดือน พฤษภาคม เสียค่าไฟฟ้าคิดเป็นเงินทั้งสิ้น 2,603,282.25 บาท จากใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าในหนึ่งเดือนได้ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าดังนี้

- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 1,508,000 หน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
- ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด

On - Peak	800	กิโลวัตต์
Partial - Peak	4,300	กิโลวัตต์
Off - Peak	4,200	กิโลวัตต์

- ความต้องการพลังงานไฟฟ้ารีแอคตีฟ 2,300 กิโลวัตต์

วิธีคิดคำนวณค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่าย

1. ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge)

= 1,508,000 * 1.0582 บาท/หน่วย

= 1,595,765.67 บาท

2. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge)

On - Peak 800 * 285.05 = 228,040 บาท

Partial - Peak (4,300-800)*58.88 = 206,080 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ค่าปรับเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor)

กำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟที่การไฟฟ้านครหลวงยอมให้ใช้ได้โดยไม่ต้องเสียค่าปรับมีค่าไม่เกิน 63% ของความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

= 63 / 100 * 4,300 = 2,709 กิโลวาร์

แต่จากกำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟที่โรงงานใช้เท่ากับ 2,300 กิโลวาร์ซึ่งน้อยกว่าที่ กฟน. ยอมให้ใช้ได้ ดังนั้นจึงไม่เสียค่าปรับ

4. การปรับค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ เนื่องจากราคาเชื้อเพลิงเปลี่ยนแปลง

ค่าปรับเปลี่ยน = 403,088.40 บาท

5. ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %

= 1,595,765.67 + 228,040 + 206,080 + 0 + 403,088.40 * 7 / 100

= 170,308.18

6. คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายทั้งหมด = ค่าพลังงานไฟฟ้า + ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด+ค่าปรับเพาเวอร์แฟคเตอร์ + การปรับค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ+ ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%

= 1,595,765.67 + 228,040 + 206,080 +
0 + 403,088.40 + 170,308.18

= 2,603,282.25 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความหมายของเทอมต่างๆที่ควรทราบ

3.1 กำลังไฟฟ้า (Active Power)

หรือพลังไฟฟ้า เป็นปริมาณทางไฟฟ้าส่วนที่ถูกแปลงเป็นพลังงานกล ความร้อน เคมี ฯลฯ ซึ่งก็คือกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานจริง มีหน่วยเป็น วัตต์ (W) กิโลวัตต์ (kW) เป็นต้น กำลังไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส มีความสัมพันธ์กับแรงดันและกระแสใช้งานดังสมการ (1) เมื่อกระแสในวงจรสมดุลย์ หรือสมการ (2) เมื่อกระแสในวงจรไม่สมดุลย์

$$kW = \sqrt{3}\ V_L I_L \cos\phi * 10^{-3} \quad (1)$$

โดยที่ ϕ เป็นมุมที่วัดระหว่างเฟเซอร์ของ V_L กับ I_L

$$kW = (V_{AN}I_A\cos\phi_A + V_{BN}I_B\cos\phi_B + V_{CN}I_C\cos\phi_C) * 10^{-3} \quad (2)$$

โดย ϕ_A ϕ_B และ ϕ_C เป็นมุมที่วัดระหว่าง V_{AN} กับ I_A V_{BN} กับ I_B และ V_{CN} กับ I_C ตามลำดับ

3.2 กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power)

เป็นกำลังไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับสร้างสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็นวาร์ (Var) เควาร์ (kVar) เป็นต้น กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในระบบ 3 เฟส มีความสัมพันธ์กับแรงดันและกระแสใช้งานดังสมการ (3) เมื่อกระแสในวงจรสมดุลย์ หรือสมการ (4) เมื่อกระแสในวงจรไม่สมดุลย์

$$kVar = \sqrt{3}\ V_L I_L \sin\phi * 10^{-3} \quad (3)$$

$$kVar = (V_{AN}I_A \sin\phi_A + V_{BN}I_B \sin\phi_B + V_{CN}I_C \sin\phi_C) \quad (4)$$

3.3 กำลังไฟฟ้าเสมือน (Apparent Power)

เป็นผลรวมทางเวคเตอร์ของกำลังไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้ารีแอค ตีฟกำลังไฟฟ้าเสมือนในระบบ 3 เฟส มีความสัมพันธ์กับแรงดันและกระแสใช้งานดังสมการ (5)หรือ(6) และมีความสัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟดังสมการ (7) หรือ (8)

$$kVA = \sqrt{3}\ V_L I_L * 10^{-3} \quad (5)$$

$$kVA = \sqrt{3}\ (V_{AN}I_A + V_{BN}I_B + V_{CN}I_C) * 10^{-3} \quad (6)$$

$$VA = \sqrt{((W)^2 + (Var)^2)} \quad (7)$$

$$kVA = \sqrt{((kW)^2 + (kVar)^2)} \quad (8)$$

3.4 ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum demand หรือ max.kW)

หรือเรียกว่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด คือ ค่าพลังไฟฟ้าเฉลี่ยในคาบเวลาหนึ่งที่สูงที่สุดที่เกิดขึ้นในระหว่างช่วงเวลาการคิดเงินค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ คาบเวลาที่ใช้ในการวัดค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ กฟน. และ กฟภ. ใช้คือ 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038595

3.5 อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge)

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 15 นาที คือค่าสูงที่สุดในรอบเดือนจะนำมาคิดคำนวณค่าไฟฟ้าโดยขึ้นอยู่กับประเภทของผู้ใช้ไฟและระดับแรงดันที่จ่ายอัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้านี้ได้กำหนดให้คิดค่าไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของวันไม่เท่ากัน โดยจะขึ้นอยู่กับต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าของแต่ละช่วงนั้น และอัตรานี้มีเป้าหมายเพื่อจูงใจให้ผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ดำเนินการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า โดยการลดการใช้ไฟฟ้าลงในช่วงเวลาที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้ ในขณะเดียวกันก็ช่วยบรรเทาหรือชะลออัตราการเพิ่มความต้องการใช้ไฟฟ้า และช่วยชะลอการลงทุนของสาขาไฟฟ้าได้ในระยะยาว

3.6 ความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคทีฟสูงสุด (Maximum reactive power demand หรือ max.kVvar) หรือเรียกว่าความต้องการกำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟสูงสุด คือ ค่าพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยในคาบเวลาหนึ่งที่มีค่าสูงที่สุดที่เกิดขึ้นในระหว่างช่วงเวลาการคิดเงินค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน มีหน่วยเป็นกิโลวาร์หรือ เควาร์ คาบเวลาที่ใช้ในการวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟสูงสุดที่ กฟน. และ กฟภ.ใช้ คือ 15 นาที

3.7 ตัวประกอบกำลัง (Power factor หรือ p.f.)

หรือบางครั้งเรียกทับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า เพาเวอร์แฟคเตอร์ คืออัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าใช้งานจริงต่อกำลังไฟฟ้าเสมือนดังสมการ (9)

$$\cos\phi = kW / kVA \qquad (9)$$

ค่าตัวประกอบกำลังในกรณีที่ต้องคำนวณจากใบเสร็จรับเงินเงินค่าไฟฟ้านั้นอาจคำนวณได้จากสมการ (10)

$$\cos\phi = max.kW / \sqrt{((max.kW)^2 + (max.kVar)^2)} \qquad (10)$$

3.8 จำนวนหน่วยหรือกิโลวัตต์ - ชั่วโมง

เป็นปริมาณพลังงาน (Energy) ที่ถูกใช้ไฟ ซึ่งประกอบด้วยกำลังไฟฟ้าใช้งานจริงคิดเป็นหน่วยกิโลวัตต์คูณด้วยระยะเวลาคิดเป็นหน่วยชั่วโมง 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ก็คือ 1 หน่วยไฟฟ้าในใบเสร็จรับเงินนั่นเอง จำนวนหน่วยไฟฟ้าจะเป็นตัวเลขซึ่งเป็นค่าสะสมที่อ่านจากหน้าหน้าปัทม์ของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าที่เรียกว่า kilowatt - hour meter

3.9 อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย

ใช้อัตราที่แตกต่างกันไปตามประเภทของผู้ใช้ไฟ ตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า

3.10 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย

เป็นดัชนีบ่งชี้ต้นทุนค่าไฟฟ้าที่สำคัญค่าหนึ่ง ซึ่งมีนิยามกำหนดตามสมการ (11)

$$\text{ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย} = \frac{\text{จำนวนเงินค่าไฟฟ้าทั้งสิ้น}}{\text{จำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้}} \qquad (11)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 ตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (load factor)

หรือบางที่เรียกว่า โหลดแฟคเตอร์ทับศัพท์ภาษาอังกฤษ เป็นดัชนีบ่งชี้ความสม่ำเสมอในการใช้ไฟฟ้า มีกำหนดนิยามว่า คือ อัตราส่วนของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยต่อความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดที่คิดในช่วงเวลา 1 วัน 1 เดือน หรือ 1 ปี และมีชื่อเรียกว่า โหลดแฟคเตอร์มีค่าต่ำกว่า 100% เสมอ โหลดแฟคเตอร์ที่ใช้กันมากคือ โหลดแฟคเตอร์รายเดือน ซึ่งคำนวณได้ตามสมการ (12)

$$\text{โหลดแฟคเตอร์รายเดือน} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (จำนวนหน่วย)} * 100}{\text{จำนวนชั่วโมงใน 1 เดือน} * \text{ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด}} \quad (12)$$

3.12 เส้นกราฟของโหลด (load curve)

คือเส้นกราฟที่แสดงค่าของโหลดที่เวลาต่าง ๆ กันมีแกนนอนเป็นแกนเวลา และแกนตั้งเป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน เช่น 15 นาที 30 นาที เป็นต้น มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ เส้นกราฟของโหลดอาจได้มาโดยการใช้มาตรวัดกำลังไฟฟ้าแบบบันทึกค่าได้ หรืออาจสร้างขึ้นเองโดยการอ่านจากมาตรวัดกิโลวัตต์ - ชั่วโมงเป็นรายครึ่งชั่วโมงหรือรายชั่วโมงแทนก็ได้

3.13 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต (Electric Power Specific Unit หรือเรียกย่อ ๆ ว่าEPSU)

คืออัตราส่วนตามสมการที่ (13)

$$\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม.)}}{\text{ปริมาณผลผลิต (ตัน กก. ชิ้น..)}} \quad (13)$$

ตัวเลขปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตที่คำนวณดังสมการ (13) สามารถใช้เป็นดัชนีแสดงประสิทธิภาพการผลิต และเป็นประโยชน์มากในการศึกษาหาแนวทางสำหรับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดีมาก

3.14 มูลค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต

คือ อัตราส่วนตามสมการที่ (14) ซึ่งสะท้อนให้เห็นต้นทุนของผลผลิตในส่วนของพลังงานไฟฟ้า

$$\text{พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต} = \frac{\text{มูลค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท)}}{\text{ปริมาณผลผลิต (ตัน กก. ชิ้น...)}} \quad (14)$$

3.15 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่

คือ อัตราส่วนตามสมการ (15)

$$\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชม.)}}{\text{พื้นที่ ใช้งาน (ตารางเมตร)}} \quad (15)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การประหยัดไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง

4.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

ลักษณะการทำงานที่ดี

4.1.1 ประสิทธิภาพของมอเตอร์จะมีค่าสูงสุดเมื่อทำงานที่ประมาณ 80-100 % ของ Full-Load ค่าของ kW หรือ HP ที่บอกไว้ใน Name Plate ของ Motor นั้น เป็นค่าของ out put ค่าพลังงานที่นำมาใช้จริงคือค่า input ดังนั้นในขณะที่มีโหลด (load) ไม่เต็มที่ ประสิทธิภาพจึงต่ำ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ไฟจึงสูงกว่า out put ที่จำเป็นจริง ๆ

$$\text{Power input} = \frac{\text{Power Output}}{\text{ประสิทธิภาพ}}$$

แต่อย่างไรก็ตามข้อควรระมัดระวังคือ อย่าให้มอเตอร์รับ โหลดเกินกำลัง (Over Load)เพราะจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพต่ำลงและความร้อนจะเพิ่มสูงขึ้น โดยทั่วไปมอเตอร์ที่มีขนาดเท่ากันเมื่อทำงานที่ไม่เกิน Full load จะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าเมื่อทำงานที่โหลด (Load) มากเกินไป ดังนั้นจึงควรใช้มอเตอร์ที่ Full-load จึงจะได้ประสิทธิภาพสูงสุด

4.1.2 การ start มอเตอร์สามเฟสที่มีขนาดใหญ่ควรStart แบบstar และ Run แบบ Delta เพราะว่าจะทำให้กระแสไฟฟ้าตอน Start ต่ำ ทำให้ค่า Peak Demand ตอน Start ต่ำด้วย นอกจากนี้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ย่อมจะมีขนาดเล็กกว่าการ Start แบบ Delta เช่นกัน โดยทั่วไปการต่อแบบนี้จะใช้มอเตอร์สามเฟสขนาด 2 kW ขึ้นไป

พิจารณาการ Run motor โดยต่อแบบ Star และDelta

4.1.2.1 การ Run motor โดยต่อแบบ Star

การ Run motor โดยต่อแบบ star เพาเวอร์แฟคเตอร์จะสูงกว่าการต่อแบบ Delta แต่ Motor จะรับ load ได้เพียง1/3 เท่านั้น จึงไม่เหมาะสมที่จะต่อ motor เช่นนี้ในช่วง motor run ตามปกติ

4.1.2.2 การ Run motor โดยต่อแบบ Delta

การ run motor โดยต่อแบบDelta เพาเวอร์แฟคเตอร์จะต่ำในขณะที่เร่งความเร็วสูงขึ้น ซึ่งในการ Start motor ขนาดใหญ่ต้องการ Power factor ในตอน Start สูง ซึ่งไม่นิยมที่จะต่อ Motor ในตอน Start โดยวิธี Delta แต่ในขณะที่ Run ตามปกติแล้วจะสามารถรับ Load และมีแรงบิด (Torque) มากกว่าการต่อแบบ Star มาก

4.1.3 มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูญไปโดยไม่จำเป็น มีวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้มอเตอร์ดังนี้

4.1.3.1 ควรเลือกขนาดและชนิดของมอเตอร์มาใช้ให้ถูกต้องกับงานและสถานที่ติดตั้ง เช่น จะใช้งานกลางแจ้งควรใช้มอเตอร์ที่กันน้ำและกันฝุ่นละอองได้ดี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ตรวจสอบความเป็นไปได้ของการทำกำหนดเวลาของการฝช้กระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อลดความต้องการของกระแสไฟฟ้า (Demand) โดยอาจจะมีการควบคุม Maximum Demand โดยการติดตั้ง Max Print เป็นต้น

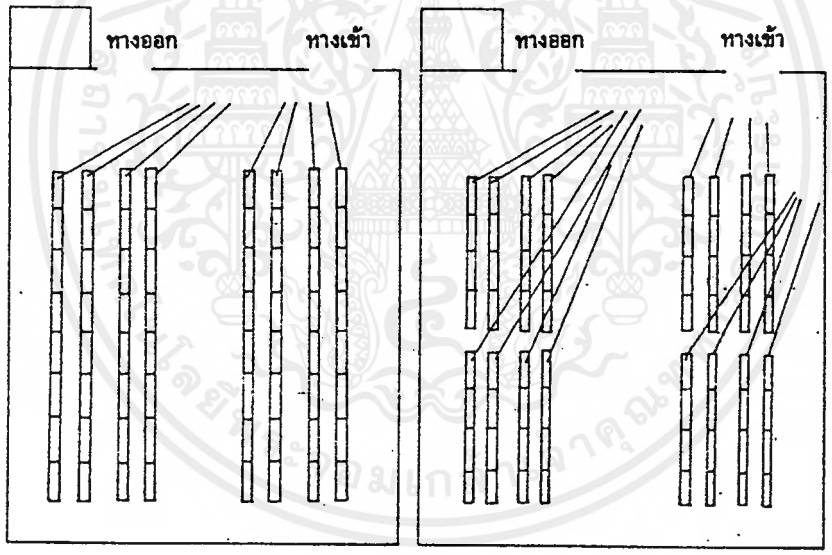
4.2.4 เพาเวอร์แฟคเตอร์ของโรงงานควรจะปรับปรุงให้ได้ 85-95 %

4.3 แสงสว่าง

แนวทางและวิธีการประหยัด

4.3.1 สำรวจลักษณะการทำงานตลอดจนความเข้มของแสงสว่าง รวมทั้งการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ

4.3.2 ติดตั้งวงจรควบคุมแสงสว่างเพิ่มขึ้น คือจะสามารถทำให้เปิดปิดวงจรแสงสว่างในพื้นที่ที่ไม่ต้องการใช้งานได้เช่น เดิมวงจรแสงสว่างในโรงงานมีอยู่ทั้งหมด 8 วงจร โดยเปิดปิดตามแนวยาวของโรงงาน จะเห็นว่าในบางครั้งพื้นที่บางส่วนของโรงงานในช่วงเวลานั้นไม่ใช้งาน แต่ก็ไม่สามารถที่จะดับไฟจุดนั้นได้ ทำให้สูญเสียพลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์ เราสามารถที่จะแก้ไขข้อบกพร่องนี้ได้โดยการเพิ่มจำนวนวงจรแสงสว่างขึ้น ดังแสดงในรูป B ซึ่งจะสามรถทำให้



รูปที่ 2

ดับไฟฟ้าแสงสว่างในส่วนที่ไม่ต้องการได้สะดวกยิ่งขึ้น ทั้งนี้ค่าความเข้มของการส่องสว่างต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด

4.3.3 เพดานหรือสภาพรอบ ๆ ควรทำให้มีลักษณะสีสะท้องแสงได้มากควรทำความสะอาดหลอดและอุปกรณ์เป็นระยะ จะช่วยได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 โคมทุกชนิดควรมี Reflector ที่ดีมีผิวสะอาด มันเป็นเงา และต้องมีมุมสะท้อนที่ถูกต้อง ทำให้แสงสว่างมารวมกันในบริเวณที่ต้องการ ผลที่ตามมาคือไม่ต้องใช้หลอดไฟฟ้ามี Watt สูงก็ได้ เพราะมีแสงสว่างเพียงพอ

4.3.5 เลือกใช้เครื่องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผลิตได้มาตรฐานที่กำหนด เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เป็นต้น เพราะถ้าไม่ได้มาตรฐานนอกจากจะไม่ปลอดภัยแล้วยังอาจกินไฟมากผิดปกติ เช่น บาลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ได้มาตรฐานของ 40 วัตต์ กินไฟเพียง 45-50 วัตต์ ที่ไม่ได้มาตราฐานกินไฟถึง 70 วัตต์

4.3.6 ดับไฟช่วงเวลาระหว่าง 12.00-13.00 น. ซึ่งเป็นเวลาหยุดพักเพื่อรับประทานอาหารกลางวัน จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าลงได้ นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดเชื้อเพลิงซึ่งใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้อีกด้วย

4.3.7 ติดตั้งเครื่องควบคุมเวลา (timer) ทำงานเปิด - ปิดไฟฟ้า ณ บริเวณที่ใช้ไฟฟ้าบางเวลา

4.3.8 ติดตั้งสวิตช์แสงแดด (Photo cell switch) หรือ Timers สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่นอกอาคาร ซึ่งจะสามารถควบคุมการเปิดปิดไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากจะสามารถทำให้ประหยัดพลังงานแล้วอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้น

4.4 เครื่องปรับอากาศ

สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ซึ่งใช้ตามอาคารขนาดใหญ่โรงแรม ธนาคาร ตึกที่ทำการฯลฯ นั้น มีวิธีประหยัดดังนี้

4.4.1 เนื่องด้วยเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ตัวเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) หรือตัวคอนเดนซิ่งยูนิต ส่วนใหญ่จะมีแคปแปซิตี้ คอนโทรล ซึ่งสามารถจะลดการทำงานของเครื่องได้ตามความต้องการของภาระงาน ถ้าภาระงานน้อยก็จะลดการทำงานของเครื่องลง โดยการยกลิ้นสำหรับในกรณีเครื่องชนิดลูกสูบ หรือปรับรูทางเข้าของก๊าซน้ำยาที่เข้า compressor ลง เพื่อรักษาอุณหภูมิของน้ำเย็นหรือลมเย็นตามอุณหภูมิที่ตั้งเมื่อมีการยกลิ้นหรือปรับรูทางเข้าลงจะทำให้ compressor กินไฟน้อยลง ดังนั้นถ้าเราตั้งอุณหภูมิของน้ำเย็นหรือลมเย็นให้สูงกว่าที่เคยใช้ตามปกติเล็กน้อย โดยไม่รู้สึกว่าในห้องที่ปรับอากาศร้อนขึ้น เราก็จะลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินเครื่องลง ซึ่งตามปกติพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศซึ่งเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดของอาคารนั้น ๆ

4.4.2 หลังจากชั่วโมงใช้งานสูงสุด (Peak hour) ควรปิดอากาศส่วนที่ไม่จำเป็นเสียเป็นต้นว่าเครื่องเป่าลมเย็นของกอากาศบริสุทธิ์ซึ่งจ่ายตามทางเดิน (ในกรณีโรงแรม) หรือตั้งสวิตช์เวลาตัดเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ที่ใช้ในส่วนที่ไม่มีคนอยู่ออกในเวลากลางคืน ซึ่งการปิดเปิดส่วนใหญ่อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมการใช้อาคาร ไม่ใช่เปิดทิ้งไว้ตลอด 24 ชั่วโมง

4.4.3 พยายามลดการเดินเครื่องทำน้ำเย็นหรือคอนแดนซิ่งยูนิตให้น้อยตัวที่สุดในเวลาไม่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 ติดตั้งอุปกรณ์ที่นำความเย็นจากอากาศทิ้ง (Exhaust Air) จากห้องที่ปรับอากาศมาเข้าอุปกรณ์ที่สำหรับใช้ทำความเย็นจากอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามา (Heat Recovery System)

4.4.5 ควรมีประเก็นปิดที่ประตูเข้าออกเพื่อป้องกันอากาศเย็นจากห้องรั่วออกไป

4.4.6 ใส่ฉนวนเพิ่มเข้าไปที่กำแพงหรือเพดานที่รับแดดเต็มที่

4.4.7 ติดตั้งเครื่องเปิด - ปิดประตูอัตโนมัติ (Door Closers)

4.4.8 ติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิโดยวัดอุณหภูมิจากด้านลมกลับของเครื่องปรับอากาศ

4.4.9 ในการเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศ นอกจากจะคำนึงถึงราคาซื้อตอนแรกแล้วรายจ่ายที่จะต้องจ่ายเป็นค่าไฟฟ้าทุกเดือนตอนใช้เครื่องก็มีความสำคัญในการเลือกซื้อด้วย ประสิทธิภาพด้านพลังงาน (Energy Efficiency) ซึ่งมีคำย่อว่า EER คืออัตราส่วนระหว่างความสามารถในการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศใหม่ควรเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีค่า EER สูงจะทำให้เสียค่าไฟฟ้าต่อเดือนน้อยกว่าเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเท่ากันแต่มีค่า EER ต่ำกว่า

4.5 เครื่องสูบน้ำหรือปั๊มน้ำ

4.5.1 เลือกใช้เครื่องที่มีถังพักน้ำขนาดใหญ่พอควร ถ้าถังเล็กเกินไปสวิตช์อัตโนมัติต้องทำงานถี่มากขึ้น

4.5.2 สร้างถังเก็บน้ำไว้ระดับพื้นดิน ปล่อยน้ำประปาลงเพื่อให้ถูกต้องตามกฎหมายและจะช่วยประหยัดน้ำ เพราะปั๊มจะทำงานเมื่อใช้น้ำเท่านั้น

4.5.3 ควรสูบน้ำขึ้นถังเก็บให้เต็ม แต่อย่าให้ล้น เมื่อใช้น้ำจนเกือบหมดถังจึงเปิดสูบน้ำให้เต็มใหม่จะได้ไม่ต้องปิดเครื่องบ่อยโดยไม่จำเป็น เพราะการสูบน้ำย่อมกินไฟมากตอนเริ่มสตาร์ท

4.5.4 ไม่ควรปล่อยให้ท่อประปารั่วเพราะการประปาก็ใช้ไฟฟ้าสูบน้ำเหมือนกัน

4.5.5 เครื่องสูบน้ำเมื่อใช้ไปนาน ๆ แผ่นปะเก็น ซีล หรือลูกยางจะสึกทำให้เครื่องหลวมสูบน้ำได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้เสียเวลาและเปลืองไฟโดยใช่เหตุควรแก้ไข

4.5.6 ควรทำความสะอาดตะกอนในถังพักเป็นครั้งคราว เพราะถ้ามีมากอาจเข้าไปอุดตันในในเครื่องทำให้เครื่องทำงานหนัก ถ้าเป็นไปได้ควรติดตั้งเครื่องกรองน้ำด้วย

4.6 ระบบอัดอากาศ

การอัดอากาศเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้พลังงานมากและต้นทุนในการผลิตสูง แม้ว่าอากาศที่ใช้อัดจะได้มาโดยไม่ต้องลงทุน แต่การอัดอากาศต้องใช้แรงดันสูงจึงทำให้ต้องใช้พลังงานสูงตามด้วย ยกตัวอย่าง เช่น ต้องการที่จะอัดอากาศที่ความดัน 100 psi ขนาดของการอัด 100 ft /minute จะต้องใช้พลังงานในการอัดถึง 18-22 แรงม้า ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการอัดที่จะเลือกใช้วิธี two stage single stage

การที่มีผู้นิยมใช้ Compressed air กันมากเพราะว่าพลังงานที่ได้เป็นพลังงานที่ได้เป็น พลังงานที่สะอาดและไม่มีอันตราย ไม่เหมือนกับ steam ซึ่งเกิดอันตรายกับผู้ใช้ได้ง่ายแต่การสูญเสีย (waste) ที่เกิดขึ้นจะมากกว่าวิธีอื้น ๆ เช่น ถ้ารูรั่วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 1/8 นิ้ว ที่แรงดันภายใน 100 psi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศที่ถูกอัดภายในจะไหลออกสู่บรรยากาศถึง 23.2 ft/minute และจะต้องใช้กำลังอัดอากาศแทนส่วนที่รั่ว 3.5 kW วิธีการที่จะหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการสูญเสีย (waste) ควรดำเนินการดังนี้

4.6.1 ซ่อมแซมรอยรั่วที่ทำให้เกิดการสูญเสียที่ main source ซึ่งรอยรั่วที่เกิดขึ้นจะมีสาเหตุดังนี้

- รอยต่อและข้อต่อไม่แน่น
- ปิดประตูลม (valves) ไม่แน่น
- ท่อยางชะรุด

4.6.2 ติดตั้ง flowmeter เพื่อที่จะตรวจสอบปริมาณลมที่ใช้ในเวลาทำงาน

4.6.3 ระบายน้ำออกอย่างสม่ำเสมอ เพราะการกลั่นตัวของความชื้นจะทำให้เกิดน้ำขึ้นในถัง ซึ่งจะทำให้เกิดสนิม และมีผลต่ออายุการใช้งานของเครื่องมือที่ใช้ลม (pneumatic tool) และมีผลต่อการทำงานของเครื่องมือด้วย

4.6.4 พิจารณาเลือกขนาดท่อให้เหมาะสม ถ้าท่อขนาดเล็กเกินไปจะทำให้แรงดันสูญเสียมาก (pressure drop)

4.6.5 ในระบบที่มีพื้นที่ในการใช้งานใหญ่ควรมี meter วัด pressure ติดตั้งอยู่ในแต่ละส่วนหรือในสถานที่จะเกิดการรั่ว (leak) ได้ง่าย และจะทำให้ควบคุมปริมาณการใช้ได้

4.6.6 ตรวจสอบความต้องการแรงดันของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ลมให้เหมาะสม เพื่อหาทางลดความดันของเครื่องอัดลม เพราะการลดความดันของเครื่องอัดลมจะสามารถลดกำลังงานที่ใช้ได้ เช่น

Single stage

Pressure (psi)	100	90	80
Power Reduction	-	-4%	-9%

Two stage water cooled

Pressure (psi)	100	90	80
Power Reduction	-	-4%	-11%

Two stage air cooled

Pressure (psi)	100	90	80
Power Reduction	-	-2.6%	-6.5%

4.6.7 การระบายความร้อนด้วยน้ำที่ Compressor ชนิดที่ใช้ลูกสูบมีความสำคัญมาก เช่น ถ้าอุณหภูมิของน้ำเย็นมากจะทำให้อากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ จะทำให้กระบอกสูบเกิดการสึกหรออย่างรวดเร็ว และเกิดกำลังสูญเสียด้วย Power loss

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
เทคนิคการลดต้นทุนค่าไฟฟ้า

เป็นที่ทราบกันดีว่า ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้านั้นไม่สูงทัดเทียมกับประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานความร้อนแต่อย่างใดก็ตาม เนื่องจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าต้องลงทุนในการสร้างโรงจักร สถานีไฟฟ้าย่อย สายส่ง ฯลฯ ซึ่งเป็นเงินทุนมหาศาล นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานรูปต่าง ๆ เป็นพลังงานไฟฟ้านั้นเมื่อรวมความสูญเสียตามระยะทางที่ส่งไฟฟ้ามานั้น ทำให้ประสิทธิภาพรวมของพลังงานไฟฟ้านั้นต่ำกว่า 30% ผลอันนี้สะท้อนให้ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงกว่าพลังงานความร้อนมาก ดังนั้นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจึงมีความหมายว่า คือ การแปลงพลังงานไฟฟ้าจำนวนน้อยนิดที่ประหยัดได้ให้เป็นเงินก้อนใหญ่ได้ เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการคิดค่าไฟของการไฟฟ้าและแนวทางในการทำให้ต้นทุนค่าไฟฟ้าลดลง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการธุรกิจและอุตสาหกรรม ในการดำเนินการเพื่อการลดต้นทุนการผลิตได้อีกทางหนึ่ง

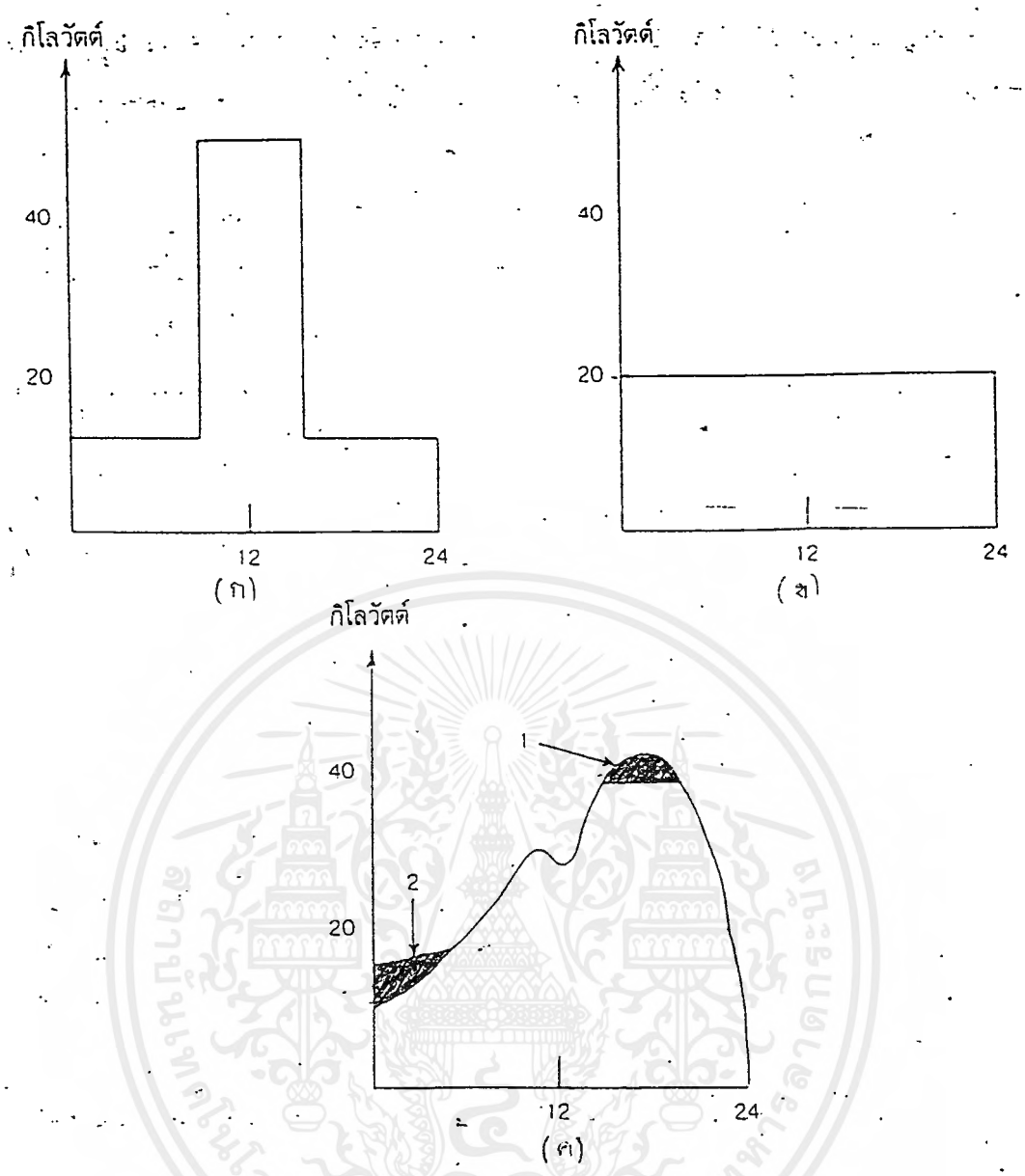
มาตรการลดต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้า

เมื่อเราทราบวิธีการคิดค่าไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ประเภทต่าง ๆ แล้ว เราจำเป็นต้องวิเคราะห์ดูว่าทำอย่างไรเราจึงสามารถทำให้ค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายในแต่ละเดือนนั้น ลดลงได้โดยไม่กระทบกระเทือนต่อการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการลดต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้า

5.1 การปรับปรุงโหลดแฟคเตอร์ หมายถึง การวางแผนควบคุมการใช้ไฟฟ้า ซึ่งอาจแบ่งกล่าวได้เป็น 3 หัวข้อย่อย

5.1.1 เส้นกราฟของโหลด (load curve) เส้นกราฟของโหลดคือ เส้นกราฟที่แสดงความของโหลดที่เวลาต่าง ๆ กัน มีแกนนอนเป็นแกนเวลา และแกนตั้งเป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงเวลา 15 นาที มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 แสดงเส้นกราฟของโหลดใน (ก) (ข) และ (ค) ซึ่งมีค่าพลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากัน

การปรับปรุงโหลดแฟคเตอร์ ก็คือ การปรับปรุงเส้นกราฟของโหลดนั่นเอง ซึ่งอาจจะอธิบายให้เข้าใจได้ชัดเจนโดยการพิจารณาเส้นกราฟของโหลดในรูปที่ 3 เส้นกราฟ (ก) แสดงลักษณะการใช้ไฟฟ้าที่แย่ที่สุด เพราะเส้นกราฟนี้ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด มีค่าถึง 50 กิโลวัตต์ ในการจ่ายไฟให้กับโหลดชนิดนี้จะต้องติดตั้งค่าอุปการณ์รับและจ่ายไฟ (switch gear) ที่มีพิกัดใช้งานสูงถึง 50 กิโลวัตต์ หรือสูงกว่า เส้นกราฟรูป (ข) เส้นกราฟของโหลดในอุดมคติ ซึ่งมีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 480 หน่วยซึ่งเท่ากับในรูปที่ 3 (ก) แต่ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเพียง 20 กิโลวัตต์เท่านั้น ถ้าโหลดเป็นเช่นนี้ตลอดไปและการไฟฟ้าจะคิดค่าไฟสำหรับกรณีนี้ถูกกว่ามาก ในทางปฏิบัติเส้นกราฟของโหลดเป็นตามรูป 3 (ค) การจัดการพลังงานเพื่อให้ค่าไฟลดลงอาจทำได้โดยวิธีการซึ่งมีผลให้พื้นที่หมายเลข 1 ถูกตัดออกและนำอุปกรณ์ที่ใช้ไฟในช่วงเวลานี้ไปใช้ในช่วงเวลาอื่น เช่น ระหว่างพื้นที่หมายเลข 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2โหลดแฟคเตอร์ (load factor) คืออัตราส่วนของค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยต่อความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่คิดในช่วงเวลา 1 วัน 1 เดือน หรือ 1 ปี และมีชื่อเรียกว่า โหลดแฟคเตอร์รายวัน โหลดแฟคเตอร์รายเดือน โหลดแฟคเตอร์รายปี ตามลำดับ โหลดแฟคเตอร์มีค่าต่ำกว่า 100% เสมอ เราสามารถคำนวณโหลดแฟคเตอร์รายเดือนตามสมการ

$$\text{โหลดแฟคเตอร์รายเดือน} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (จำนวนหน่วย) x 100}}{\text{จำนวน ช.ม.ใน 1 เดือน x ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด}}$$

การจัดการเพื่อให้มีค่าความต้องการไฟฟ้าใกล้เคียงกันตลอดทั้งเดือน จะทำให้โหลดแฟคเตอร์ดีขึ้น โหลดแฟคเตอร์มีความสูงแสดงให้เห็นว่าหม้อแปลง สายป้อน และอุปกรณ์อื่น ๆ มีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ อุปกรณ์เครื่องจักที่ไม่จำเป็นก็ลดลง ซึ่งผลดีทางเศรษฐศาสตร์ คือ ต้นทุนการผลิตลดลง จากการศึกษา (2) อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเปลี่ยนแปลงตามโหลดแฟคเตอร์ ดังรูปที่ 4 ตัวอย่าง เช่น อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเปลี่ยนแปลงตามโหลดแฟคเตอร์ 40% กับค่าไฟฟ้าที่โหลดแฟคเตอร์ 90% ต่างกันถึงประมาณ 10%

5.1.3 การควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด การควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดตามเป้าหมายเพื่อให้ได้ค่าโหลดแฟคแฟคเตอร์ที่สูงที่สุด เท่าที่จะเป็นไปได้นั้นมีข้อสังเกตที่จะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

ก. การวัดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดนั้น ในสถาบันประกอบธุรกิจและอุตสาหกรรมแต่ละแห่ง จะมีมาตรวัดความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (maximum demand power meter) ซึ่งการไฟฟ้าติดตั้งสำหรับอ่านค่าสูงสุดดังกล่าวเป็นรายเดือน และจะปรากฏในใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า แต่ค่าที่อ่านได้จากมาตรวัดกำลังไฟฟ้าแบบบันทึกค่าได้ซึ่งนอกจากจะช่วยให้ทราบว่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเกิดขึ้นในวัน ๆ เวลาใดแล้ว ยังทราบรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานตลอดเวลาหรือเส้นกราฟของโหลดด้วย การควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดให้มีค่าต่ำสุดที่จะทำได้โดยอาศัยกราฟนี้ ในกรณีที่ไม่มีงบประมาณสำหรับการติดตั้งมาตรวัดแบบบันทึกค่าได้ เราอาจสร้างเส้นกราฟของโหลดโดยการอ่านค่ามาตรวัดกิโลวัตต์-ชั่วโมงเป็นรายชั่วโมงแทนก็ได้ แต่ตัวเลขที่ได้จะไม่ละเอียดแม่นยำเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจการขนาดกลาง

load factor	> 69 kV	12-24 kV	< 12 kV
10	3.641	3.987	4.392
20	2.335	2.528	2.746
30	1.900	2.042	2.197
40	1.683	1.799	1.923
50	1.552	1.653	1.758
60	1.465	1.556	1.649
70	1.403	1.487	1.570
80	1.356	1.435	1.512
90	1.320	1.394	1.466
100	1.291	1.362	1.429

รูปที่ 4 แสดงผลของ load factor ต่ออัตราค่าไฟฟ้า

ข. โดยทั่วไปแล้วค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณผลผลิต ดังนั้น การตั้งเป้าหมายควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด จึงจำเป็นต้องมีสถิติการใช้ไฟฟ้าจากใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าหรือจากเส้นกราฟของโหลด กับสถิติข้อมูลการผลิตรายวันและรายเดือนประกอบการพิจารณา

ค. การควบคุมค่ากำลังไฟฟ้านั้น ผู้ทำงานจำเป็นต้องเข้าใจระบบของขบวนการผลิต และต้องการทราบข้อมูลโดยประมาณของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น แบบ ขนาด ลักษณะการใช้งาน (เช่น เดิน เครื่องจักรเป็นเวลา เดินเป็นระยะเดินเครื่องตลอดเวลา) การควบคุมจะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่องเราสามารถแยกวงจรย่อยและแบ่งประเภทโหลดออกเป็น 3 ประเภท กล่าวคือ

- โหลดที่ต้องทำงานต่อเนื่องโดยไม่สามารถตัดเอาโหลดออกได้เลย
- โหลดที่สามารถตัดออกได้ แต่ต้องมีการเตรียมการล่วงหน้า เช่น การจัดวิธีการทำงานใหม่ หรือการตัดโหลดดังกล่าวออกไปโดยไม่กระทบกระเทือนการผลิตมากนักหรือ เพียงลดความสะดวกสบายลงบ้าง
- โหลดที่สามารถจัดช่วงเวลาทำงานไปในเวลาใดก็ได้

ง. การควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุดอาจกระทำได้โดยการติดตั้งชุดควบคุมความต้องการไฟฟ้าอัตโนมัติ (demand controller)ชุดควบคุมนี้จะรับสัญญาณพัลซ์ในแต่ละคาบ (period) ของความต้องการไฟฟ้าและทำการคาดคะเนการให้กำลังไฟฟ้าในเวลาหลังจากนั้น ในขณะเดียวกันจะทำการคำนวณและเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ ค่าที่ได้จากการคำนวณนี้จะถูกแสดงในรูปสัญญาณดิจิตอลที่เครื่องแสดงต่าง ๆ และจะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกโดย printer ด้วย เมื่อค่ากำลังไฟฟ้าที่คาดคะเนมีแนวโน้มสูงกว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่ตั้งไว้ ก็ส่งสัญญาณเตือนและทำการควบคุมโดยตัดโหลดที่โปรแกรมไว้ก่อนออกไป

ก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะติดตั้งชุดควบคุมความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ควรต้องทราบโหลดแฟคเตอร์และคาดคะเนผลได้ผลเสียทางเศรษฐกิจประกอบ

5.2 การปรับปรุงเพาเวอร์แฟคเตอร์ เราทราบส่วนหนึ่งของกระแสไฟฟ้าสลับจะถูกใช้ในการสร้างสนามแม่เหล็กในมอเตอร์ หม้อแปลงและอุปกรณ์ที่มีการเหนี่ยวการนำอื่น ๆ กระแสส่วนนี้ไม่มีส่วนทำให้เกิดพลังงานกลแต่อย่างใด กำลังไฟฟ้าที่เกิดจากกระแสส่วนนี้เรียกว่า "กำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟ" (reactive power) ซึ่งแตกต่างจากกำลังไฟฟ้าใช้งานจริง (active power หรือ power) และผลบวกทางเวคเตอร์ของกำลังไฟฟ้าทั้งสองเราเรียกว่า "กำลังไฟฟ้าปรากฏ" (apparent power) ซึ่งเป็นผลคูณของกระแสฤทธิที่วัดโดยมาตรวัดกระแสสลับกับแรงดันของแหล่งจ่าย เรากำหนดนิยามของเพาเวอร์แฟคเตอร์ (power factor) ในเทอมกำลังไฟฟ้าที่กล่าวถึงข้างต้นตามสมการ

$$\text{เพาเวอร์แฟคเตอร์} = \frac{\text{กิโลวัตต์ (กำลังไฟฟ้าใช้งานจริง)}}{\text{กิโลวัตต์แอมแปร์ (กำลังไฟฟ้าปรากฏ)}}$$

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่มีค่าต่ำ แสดงว่ามีกระแสไหลในสายป้อนผ่านมาตรวัดสูงกว่ากระแสที่ใช้งานจริงทำให้การสูญเสีย $|I|^2 R$ ในระบบสูงขึ้น ประสิทธิภาพการส่งพลังงานต่ำลงตลอดจน Voltage regulation ไม่ดีด้วย การปรับปรุงเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้มีค่าสูงขึ้นมีผลดีหลายประการซึ่งอาจกล่าวสรุปเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ทำให้องค์ประกอบของกระแสสลับในส่วนของ logging current มีขนาดลดลง
2. แรงดันที่จุดจ่ายไฟมีค่าสูงขึ้น
3. voltage regulation ของระบบจะดีขึ้น ถ้ามีการติดตั้งตัวเก็บประจุและมีการควบคุมการตัดต่อตัวเก็บประจุที่ถูกต้อง
4. ลดค่ากำลังสูญเสียหรือ $|I|^2 R$
5. ลดค่าความต้องการของกำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟ $|I|^2 X$
6. เพาเวอร์แฟคเตอร์ของการแหล่งจ่ายไฟที่ต้นทางดีขึ้นด้วย
7. ลดค่า KVA โหลดที่มีต่อหม้อแปลงหรือเครื่องกำเนิด หรือส่วนของวงจรทำให้ระบบไฟสามารถจ่ายโหลดได้เพิ่มขึ้น
8. KVA ที่ลดลงที่มีต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้มีกำลังผลิตสำหรับการจ่ายไฟให้กับลูกค้าจำนวนมากขึ้น
9. ผู้ใช้ไฟเสียค่าความต้องการำกลังไฟฟ้าสูงสุดน้อยลง
10. ต้นทุนของอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักรต่อหน่วยกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานมีค่าต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีดังกล่าวข้างต้นอาจจะสรุปประเด็นสำคัญที่จะสูงใจให้เจ้าของสถานประกอบการธุรกิจและอุตสาหกรรมให้ลงทุนติดตั้งตัวเก็บประจุเพื่อปรับปรุงเพาเวอรีแฟคเตอร์ อาจสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ในบางกรณีที่สถานประกอบการนั้นมีการขยายกำลังการผลิต การปรับปรุงเพาเวอร์แฟคเตอร์อาจมีผลทำให้สามารถนำโหลดมาติดตั้งโดยไม่ต้องลงทุนตัดตั้งหม้อแปลง อุปกรณ์รับและจ่ายไฟ (Switch gear) ฯลฯ เพิ่มเติม ความคุ้มค่านั้นจะเห็นได้ชัด เพราะว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีราคาแพงกว่าราคาของชุดตัวเก็บประจุนับหลายสิบเท่า

2. ถ้าบังเอิญสถาพการใช้งานของระบบไฟฟ้าในสถานประกอบการนี้กำลังอยู่ในสภาวะ overload ปัญหานี้จะหมดไปหรือเบาบางลงเมื่อมีการติดตั้งชุดของตัวเก็บประจุเพื่อปรับปรุงเพาเวอร์แฟคเตอร์

3. ความสูญเสียในความต้านทานของส่วนต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้ามีค่าลดลง

4. ค่าไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ค่าพลังงาน และค่าความต้องการกำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟสูงสุดก็มีค่าลดลงด้วย

5. ราคาต้นทุนของระบบไฟฟ้า/ค่าเควีเอของอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมดมีค่าลดลง

5.3 DUTY CYCLE

Duty Cycle เป็นหลักการประหยัดพลังงานวิธีหนึ่ง ทั้งนี้วิธีการทำ Energy Management โดยวิธี Duty Cycle นั้นมาจากการคำนึงข้อเท็จจริงที่ว่า โดยทั้งไปการออกแบบหรือเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ขนาดของเครื่องปรับอากาศ ขนาดของปั๊มน้ำ เป็นต้น เรามักออกแบบไว้ใหญ่กว่าขนาดที่จำเป็นเสมอ ทั้งนี้เพราะการหาขนาดที่แน่นอนของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความสำพันธ์กับความต้องการที่แท้จริงนั้นทำได้ยาก และเป็นการเสี่ยงเกินไป จึงจำเป็นต้องออกแบบเผื่อเอาไว้ในทางมากไว้ก่อน เราจึงควรหาทางลดการสูญเสียพลังงานอันเกิดจากความมากเกินไปกว่าความต้องการลงโดยการปิดโหลดเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ ตลอดช่วงการทำงาน โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหาย ทั้งในส่วนความเสียหายของอุปกรณ์และการใช้งาน ซึ่งวิธีการเช่นนี้เรียกว่า "Duty Cycle"

5.3.1 หลักการควบคุมด้วย Duty Cycle

การควบคุมโหลดแบบ Duty Cycle นั้นหมายถึงการปิดหรือหยุดการทำงานของโหลดเป็นช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ตลอดระยะเวลาการทำงานของโหลด เช่น ปิดทุก ๆ 5 นาที ใน 1 ชั่วโมงการทำงาน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงว่าจะต้องไม่ให้เกิดผลกระทบต่อการทำงาน หรือผลงานรวมทั้งอุปกรณ์ด้วย หรือถ้ามีผลกระทบต่องานหรือผลงานก็ให้กระทบให้น้อยที่สุด พิจารณารูปที่ 5 ซึ่งแสดงการควบคุมโหลดด้วย Duty Cycle และไม่มีการควบคุมด้วย Duty Cycle ประกอบ

การควบคุมโหลดแบบ Duty Cycle มีค่านำยามเกี่ยวกับช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ใช้ควรรูดังนี้

— ช่วงเวลาปิดต่ำสุด (Minimum off Time ; MIFT) : ช่วยเวลาต่ำสุดที่ปิดโหลดโดยที่อุปกรณ์หรือโหลดสามารถทำงานได้โดยไม่ทำให้โหลดเสียหายหรือมีอายุการใช้งานน้อยลง เช่น เครื่องปรับ

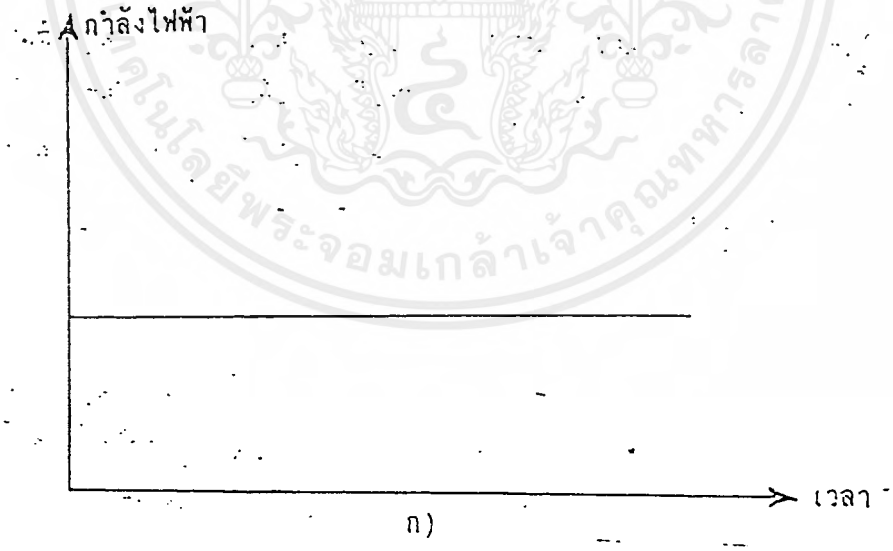
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศโดยทั่วไปเมื่อปิดแล้วต้องรออย่างต่ำประมาณ 3-5 นาที ก่อนจะเปิดให้เครื่องทำงานได้อีกครั้ง เพราะถ้าหากไม่มีช่วงเวลาปิดต่ำสุดสำหรับเครื่องปรับอากาศแล้ว Compressor จะทำงานหนักกว่าปกติ เพราะความดันของน้ำยาในท่อยังสูง เพราะฉะนั้นจะทำให้อายุการใช้งานลดลง

– ช่วงเวลาปิดสูงสุด (Maximum Off Time ; MAFT) : ช่วงเวลาการปิดโหลดที่สูงสุดเมื่อเปิดโหลดแล้วไม่ทำให้ผลที่เกิดจากการทำงานของโหลดผิดเป้าหมาย เช่น ในกรณี โหลดในเครื่องปรับอากาศ Maximum Off Time ก็คือช่วงเวลาที่สามารถเปิดเครื่องได้นานที่สุด โดยที่ยังไม่ทำให้เกิดความสูญเสียความสบาย (Comfort)

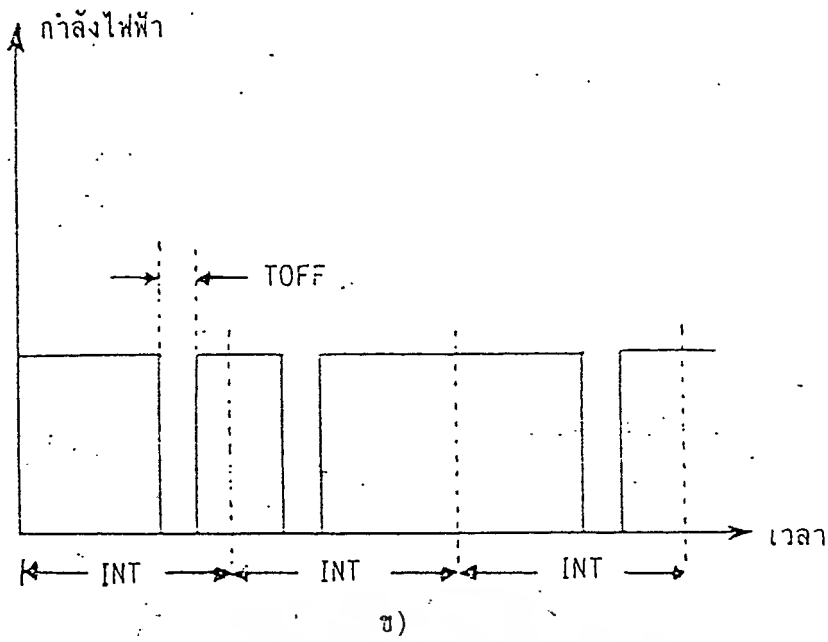
– ช่วงเวลาการเปิดต่ำสุด (Maximum On Time ; MINT) : ช่วงเวลาอย่างน้อยที่สุดที่ต้องเปิดโหลดก่อนที่จะปิดโหลดนั้น การกำหนด Minimum On Time นี้ก็เพื่อป้องกันการปิดโหลดที่เร็วเกินไป ซึ่งจะทำให้โหลดนั้นมีการยุการใช้งานสั้นลง เช่น กรณีโหลดคือมอเตอร์ มอเตอร์ควรจะมีการเดินเครื่องด้วยระยะเวลาหนึ่งก่อนที่จะหยุด ทั้งนี้เพราะตอนเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์จะดึงกระแสเริ่มแรกสูงทำให้เกิดความร้อนสะสมในขดลวดมาก ดังนั้นเราควรเดินเครื่องสักระยะหนึ่งเพื่อให้มีการระบายความร้อนออกก่อนที่จะหยุดเครื่อง

– ช่วงเวลาปิด (Off Time ; TOFF) : ช่วงเวลาที่ปิดโหลดในแต่ละช่วงการทำงาน (interval) ซึ่งช่วงเวลาปิดนั้นแบ่งได้สองอย่างขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ในการควบคุม คือ 1)ช่วงเวลาปิดคงที่ (Fixed Off Time) และ 2) ช่วงเวลาปิดที่แปรเปลี่ยนได้ (Variable Off Time)



ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 แสดงการทำงานของโหลด

ก) แบบไม่มี Duty Cycle

ข) แบบมี Duty Cycle

— ช่วงเวลาปิดคงที่ (Fixed Off Time) ช่วงเวลาปิดโหลดที่มีค่าคงที่ในแต่ละช่วงการทำงาน โดยการเลือกค่าช่วงเวลาปิดคงที่นั้นใช้การเลือกแบบ random โดยดูจากสถานภาพการทำงานของโหลด และเปลี่ยนค่านี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ค่าที่คงที่สำหรับโหลดนั้น

— ช่วงเวลาปิดที่แปรเปลี่ยนได้ (Variable Off Time) ช่วงเวลาปิดโหลดที่เปลี่ยนค่าไปเรื่อย ๆ ตามสภาพการทำงานของโหลด และการเปลี่ยนค่าดังกล่าวเครื่องควบคุมจะเปลี่ยนให้เองอัตโนมัติตลอดเวลา โดยเอาผลจากการทำงานของโหลดในแต่ละเวลามาปรับค่า เช่น เครื่องปรับอากาศ ช่วงเวลาที่แปรเปลี่ยนได้มาจากการคำนวณที่ให้ช่วงอุณหภูมิที่สบาย โดยอุณหภูมิของอากาศภายนอกห้องเป็นตัวแปร

— ช่วงเวลาการทำงาน (Interval ; INT) : ช่วงระยะเวลาการทำงานของโหลดที่จะมีการปิดโหลดหนึ่งครั้ง การเลือกช่วงเวลาการทำงานนี้ผู้ใช้เครื่องควบคุมต้องเป็นผู้เลือกให้เหมาะสม โดยโหลดที่สำคัญจะมีการปิดเปิดบ่อยครั้งกว่าโหลดที่สำคัญรองลงมา และ off Time ควรสั้น เมื่อเปรียบเทียบกับ Interval

— จากการที่รู้ว่า Off Time มีสองแบบนั้น ก็ทำให้รู้ว่า Duty Cycle มีลักษณะสองลักษณะคือ

1. Duty Cycle แบบมีช่วงเวลาปิดคงที่
2. Duty Cycle แบบมีช่วงเวลาปิดที่แปรเปลี่ยนได้

5.3.2 Duty Cycle แบบมีช่วงเวลาปิดคงที่

โดยทั่งไป เครื่องควบคุมการทำงานของโหลดที่มีการควบคุมโหลดด้วย Duty Cycle แบบช่วงเวลาปิดคงที่นั้นมีสองอย่างคือ แบบที่ไม่มีการวัดอุณหภูมิและแบบที่มีการวัดอุณหภูมิเพื่อนำไปเปลี่ยนค่าช่วงเวลาปิดที่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duty Cycle แบบช่วงเวลาปิดคงที่อย่างไม่มีการวัดอุณหภูมินี้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดเวลาปิดที่คงที่และช่วงเวลาการทำงาน โดยที่ช่วงเวลาปิดที่คงที่นี้จะอยู่ในส่วนใดของช่วงเวลาการทำงานก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบการจัด โดยทั้งๆ ไป จะพยายามกระจายให้โหลดมีช่วงเวลาปิดไม่พร้อมกัน Duty Cycle แบบช่วงเวลาปิดคงที่อย่างไม่มีการวัดอุณหภูมินี้อาจทำให้เกิดการไม่สบาย (Non-Comfort)ขึ้นได้ เพราะการกำหนดช่วงเวลาปิดให้เหมาะสมนั้นต้องขึ้นอยู่กับแฟคเตอร์หลายอย่าง เช่น อุณหภูมิภายในห้อง อุณหภูมิภายนอกห้อง จำนวนคนภายในห้อง เป็นต้น

Duty Cycle แบบช่วงเวลาปิดคงที่อย่างที่มีการวัดอุณหภูมิ มีการทำงานโดยอาศัยการเปรียบเทียบอุณหภูมิจากค่าอุณหภูมิสบายภายในห้องที่ตั้งไว้กับอุณหภูมิที่รับมาจาก Temperature Sensor ว่าควรมีการปลด หรือ Cycle โหลดหรือไม่ เช่นถ้าหากอุณหภูมิภายในห้องเป็นค่าที่ไม่สบายในช่วงการทำงาน (Interval) ถัดไปจะไม่มีการปลดโหลด เป็นต้น

Duty Cycle แบบช่วงเวลาปิดคงที่อย่างมีการวัดอุณหภูมินั้นดีกว่าแบบไม่มีการวัดอุณหภูมิทั้งนี้เพราะมีการตรวจสอบตลอดเวลาว่าอุณหภูมิภายในห้องอยู่ในช่วงสบายหรือไม่ แต่อย่างไรก็ตาม การกระทำ Load Management โดยวิธี Duty Cycle แบบนี้ก็ยังใช้ช่วงเวลาปิดคงที่อยู่จึงมีข้อเสียอยู่ว่ายังไม่ประหยัดพลังงานเท่าที่คยวร เช่น หากในช่วงเวลาทำงานที่มีการทำ Cycle คือมีการปลดโหลดให้ได้ช่วงเวลาปิดที่กำหนดไว้ ระหว่างที่ปลดโหลดออก Sensor อาจรายงานว่าอุณหภูมิห้องไม่สบายแล้ว แม้จะไม่มายแต่ก็ส่งผลให้ไม่มีการ Cycle โหลดในช่วงเวลาการทำงานถัดไปและช่วงเวลาการทำงานนี้อาจเย็นเกินความ จำเป็นทำให้ไม่ประหยัดพลังงานเท่าที่ควรซ้ำถ้าหากเป็นการทำ Duty Cycle แบบช่วงเวลาปิดแปรเปลี่ยนได้นั้นก็จะมีการจัดให้มีช่วงเวลาปิดสั้นลงอีกเล็กน้อย แทนที่จะไม่มีการ Cycle

5.3.3 Duty Cycle แบบช่วงเวลาปิดแปรเปลี่ยนได้

การควบคุมโหลดด้วยวิธี Duty Cycle แบบช่วงเวลาปิดแปรเปลี่ยนได้นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาปิดตามอุณหภูมิภายในห้องซึ่งรับมาจาก Temperature Sensor ว่ายังอยู่ในช่วงอุณหภูมิสบายที่ตั้งไว้ (Comfort Temperature Range) หรือไม่ ถ้าหากอุณภูมิภายในห้องที่วัดได้อยู่ในช่วงสบายแต่ค่อนไปทางอุณหภูมิสูงช่วงเวลาปิดก็จะมีค่าน้อย แต่ถ้าอุณหภูมิภายในห้องที่วัดได้มีค่าค่อนไปทางอุณหภูมิต่ำ ช่วงเวลาปิดก็จะมาก

วิธีการนี้ดีกว่าการทำ Duty Cycle แบบช่วงเวลาปิดคงที่ เพราะมีการปรับช่วงเวลาการปิดตลอดเวลาเพื่อรักษาอุณหภูมิให้สบาย โดยการทำ Duty Cycle แบบช่วงเวลาปิดแปรเปลี่ยนได้นี้มี factors สำคัญ ๆ คือ Minimum off Time Maximum off Time Comfort Temperature Range และ Minimum On Time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาช่วงเวลาปิดที่แปรเปลี่ยนได้นั้นสามารถหาได้โดยดังนี้ (พิจารณารูปที่ 6 ประกอบ)

$$\frac{AB}{DE} = \frac{BG}{EG}$$

$$\frac{TOFF(max) - TOFF(min)}{TOFF - TOFF(min)} = \frac{TH-TL}{TH-TS} = Q$$

$$\frac{TOFF - TOFF(min)}{TOFF(max) - TOFF(min)} = Q$$

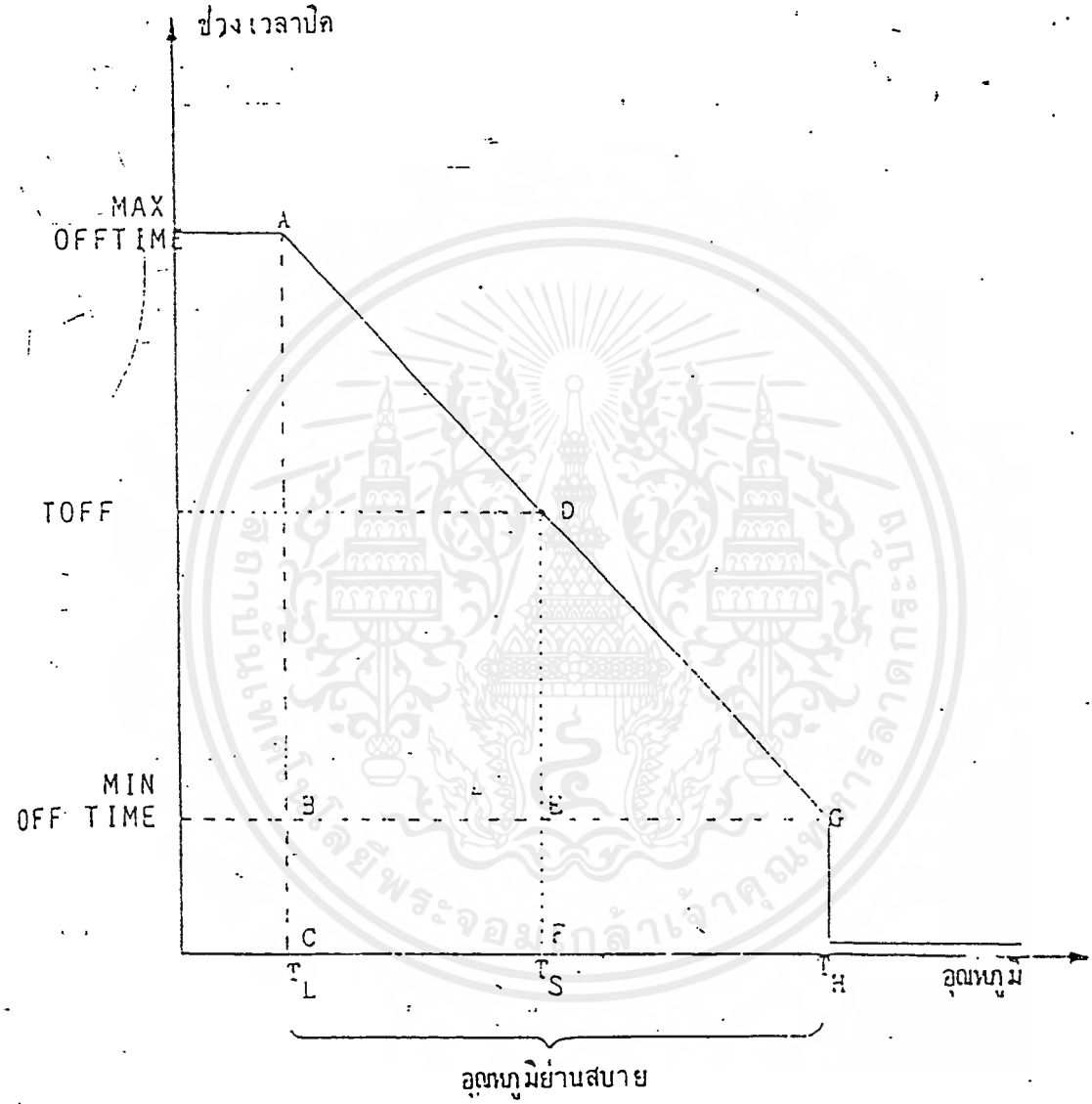
then $$TOFF = [TOFF(max)-TOFF(min)]Q+TOFF(min)$$

โดยที่ TOFF เป็นช่วงเวลาปิดที่เกิดขึ้นในหนึ่ง Interval โดย TOFF (max),TOFF (min),TL,TH,Interval ผู้ใช้จะเป็นกำหนดว่าควรเป็นเท่าใด

5.3.4 การกระจายให้โหลดปิดที่เวลาต่างกัน

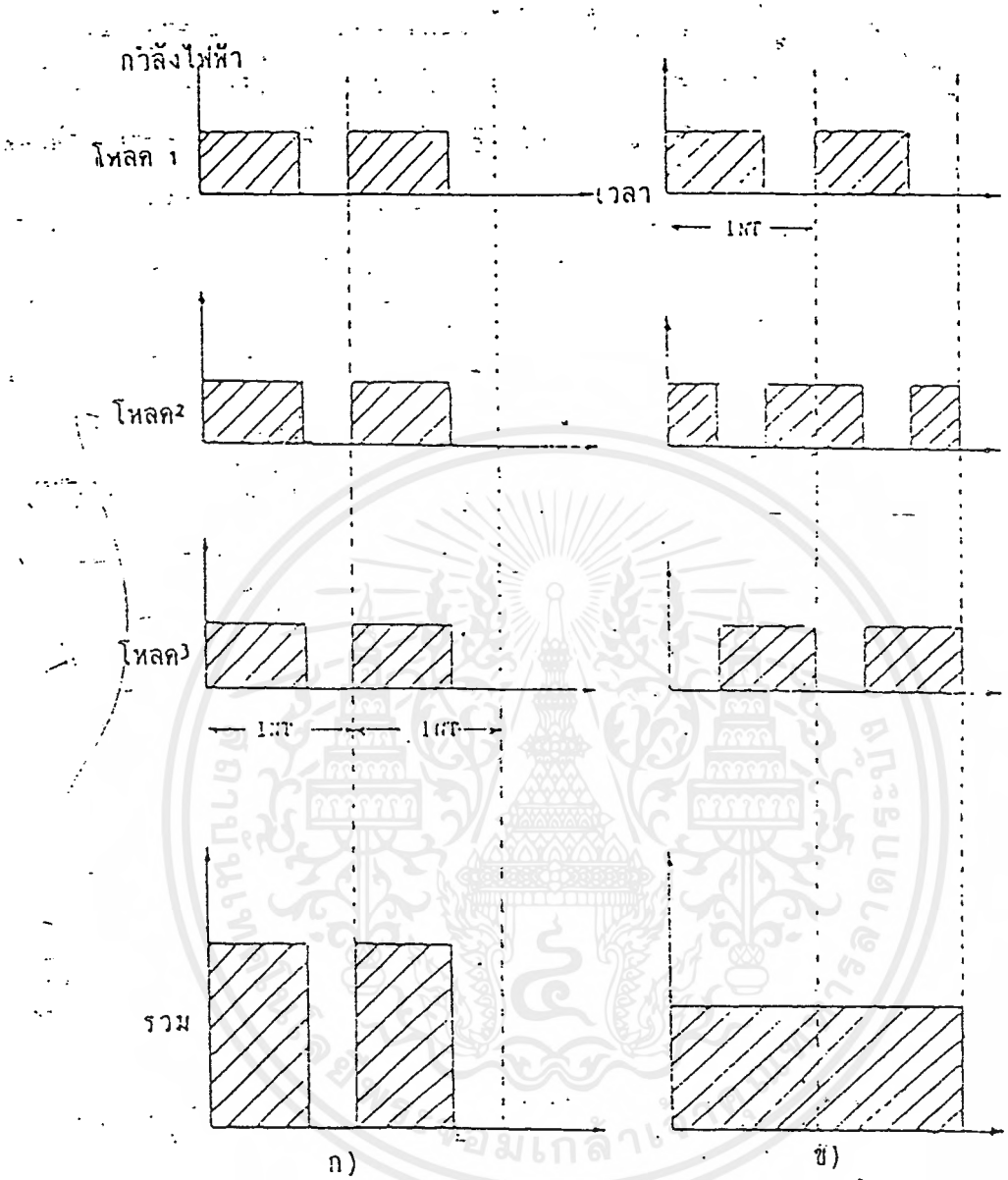
ในการควบคุมโหลดด้วย Duty Cycle นั้น เราจะให้โหลดแต่ละตัวปิดเพียง 1 ครั้งใน 1 ช่วงเวลาการทำงาน (Interval) โดยช่วงเวลาที่ปิดโหลดจะเท่ากับที่คำนวณได้จากสมการสุดท้ายนั้น ในการทำ Duty Cycle นี้ต้องมีวิธีการจัดให้โหลดที่ปิดในแต่ละช่วงเวลาการทำงานเกิดขึ้นที่เวลาต่าง ๆ กันด้วย เพื่อว่าโหลดทั้งหมดจะได้ไม่เปิดทำงานพร้อมกันในเวลาเดียวกันอันจะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมสูง ซึ่งในรูปที่ 7 จะแสดงให้เห็นถึงโหลด 3 โหลดที่มีขนาดเท่ากันและเวลาปิดเปิดเท่ากันที่ถูกควบคุมด้วย Duty Cycle โดยรูปที่ 7 ก) มีการทำ Duty Cycle แต่ไม่มีวิธีการกระจายโดหลดให้ปิดต่างเวลากันทำให้มีการใช้กำลังไฟฟ้ารวมสูงกว่าแบบมีการกระจายโหลดให้ปิดที่เวลาต่างกันดังรูปที่ 7 ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิห้องและช่วงเวลาปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 การควบคุมโหลดด้วย Duty Cycle

ก) โหลดปิดที่เวลาเดียวกัน

ข) โหลดปิดที่เวลาต่างกัน

5.3.5 ตัวอย่างการควบคุมด้วย Duty Cycle

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาการควบคุมโหลดด้วยวิธี Duty Cycle ประกอบด้วยโหลดทั้งหมด 19 โหลด ดังแสดงในตาราง (ตารางนี้จะใช้เป็นตารางตัวอย่างของโหลดที่จะใช้ศึกษาทั้ง Duty Cycle, Maximum Demand Limiting Control, Time Programming)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมโหลดด้วยวิธี Duty Cycle ของตารางนี้กำหนดให้อุณหภูมิย่านสายต่ำสุดและสูงสุด คือ 74 และ 77 องศาฟาเรนไฮท์ ตามลำดับ และในช่วงที่หมดช่วงเวลาการทำงาน (Interval) ของโหลดแต่ละตัวที่เป็นเครื่องปรับอากาศก็จะมีการป้อนอินพุทอุณหภูมิของห้องที่เครื่องปรับอากาศนั้นทำงานอยู่ตลอดเวลา ผลจากการควบคุมโหลดด้วย Duty Cycle ได้แสดงด้วยกราฟของโหลดต่อวันดังรูปที่ 8 ซึ่งเส้นสีดำแสดงกราฟของโหลดหลังจากการควบคุมด้วย Duty Cycle (ส่วนเส้นประนั้นแสดงกราฟของโหลดจากการควบคุมด้วย Time Programming จากกราฟจะเห็นว่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดมีขนาด 100 กิโลวัตต์ ที่เวลา 10.58 น. กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 73 กิโลวัตต์เทียบกับกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดที่ไม่ได้ทำ Duty Cycle 115 กิโลวัตต์ จะเห็นว่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดลดไป 42 กิโลวัตต์ พลังงานไฟฟ้าต่อวันที่ใช้งานก่อนทำ Duty Cycle มีค่า 860 กิโลวัตต์-ชม. และหลังจากการทำ Duty Cycle ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 278.35 กิโลวัตต์-ชม.

จาก Case Study ของตัวอย่างนี้ จะเห็นว่าการควบคุมด้วย Duty Cycle สามารถประหยัดกำลังไฟฟ้าได้ 36.5 % และประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 32% การประหยัดกำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าด้วยวิธี Duty Cycle นั้น จะประหยัดได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโหลดที่จะถูกควบคุมว่ามีขนาดใหญ่เกินกว่าความจำเป็นมากน้อยเพียงใด ถ้าหากโหลดในระบบมีขนาดใหญ่เกินกว่าความจำเป็นมาก ก็สามารถประหยัดกำลังไฟฟ้าและพลังงานได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ขั้นตอนในการบริหารพลังงาน

การบริหารพลังงานในบริษัทอุตสาหกรรม หมายถึง การจัดการให้มีแหล่งพลังงานทุกชนิดเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการผลิตได้อย่างต่อเนื่องโดยเสียค่าใช้จ่ายรวมของระบบต่ำสุด (ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายดำเนินการของคน เครื่องมือ อุปกรณ์ วัสดุ และค่าโสหุ้ยด้านพลังงาน) ทั้งนี้ด้วยการจัดตั้งโปรแกรมการใช้พลังงานสำหรับการผลิตและสนับสนุนการผลิตตามกำหนดเวลาต่าง ๆ ในแต่ละคาบเวลา (ENERGY UTILIZATION SUHEDULES) พร้อมข้อกำหนดหรือรายละเอียดซึ่งเน้นถึงกรรมวิธีและการตรวจสอบเพื่อดูผลว่า สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้จริงหรือไม่แล้วจัดตั้งเป็นมาตรฐานการใช้พลังงานของบริษัทต่อไป รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานนั้น ๆ ตามวาระเพื่อให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีด้านการผลิตและพลังงานซึ่งก้าวหน้าอยู่เสมอ

การบริหารพลังงานจำเป็นต้องกระทำโดยคณะทำงานซึ่งประกอบด้วยกลุ่มวิศวกรและผู้ช่วยจำนวนหนึ่งจากสาขาวิศวกรรมต่าง ๆ ที่แต่งตั้งโดยฝ่ายบริหารโดยที่วิศวกรอื่น ๆ และช่างเทคนิคทุกคนที่เหลืออยู่เป็นผู้ให้ข้อมูลและความช่วยเหลือสนับสนุน ทั้งนี้ฝ่ายบริหารต้องตระหนักถึงความจำเป็นในการลงทุนสำหรับการนี้ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงที่จะทำให้การบริหารพลังงานมีผลสำเร็จด้วยดี

ลำดับต่อไปนี้คือขั้นตอนที่จำเป็นในการปฏิบัติโครงการบริหารพลังงาน

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจเบื้องต้น

คณะทำงานจะแบ่งหน้าที่และประสานงานเกี่ยวกับการสำรวจเบื้องต้นด้านการใช้พลังงานในโรงงานและสำนักงานตลอดจนอาณาบริเวณของสถานที่ตั้งที่มีการผลิต มีการทำรายการเครื่องจักร/อุปกรณ์/เครื่องมือ - เครื่องมือวัด/ เครื่องอำนวยความสะดวกแยกประเภทตามสถานที่ตั้งจัดหาข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการซื้อ/ดูแลรักษาของทุกรายการ วิเคราะห์ และพิจารณาเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายรวมด้านพลังงาน (ไฟฟ้า- เชื้อเพลิง - ผสม-อื่น ๆ) จัดหาข้อมูลเฉพาะ/ข้อมูลเทคนิคของแต่ละรายการและจัดทำแฟ้มข้อมูลเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 วางผังตำแหน่งที่ตั้ง (โรงงาน - สำนักงาน - บริเวณ)

จากการสำรวจเบื้องต้นทำให้สามารถจัดทำแผนผังของเครื่องจักร / อุปกรณ์ / เครื่องมือวัด / เครื่องอำนวยความสะดวก / ฯลฯ (ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกรวมว่า "อุปกรณ์") ผังตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์จะจำแนกแต่ละสถานที่ ในแต่ละสถานที่จะมีผังรวมของทุกอุปกรณ์ และผังย่อยของอุปกรณ์ตามสายการผลิต (จำแนกตามชนิด / ประเภทของผลิตภัณฑ์) ในผังดังกล่าวระบุรหัสเครื่อง ตำแหน่งของเครื่อง ตำแหน่งผู้ปฏิบัติงาน ทิศทางการไหลของงาน (สำหนับสำนักงานของเช่นเดียวกันต้องวางแผนกและระบุถึงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด และต้องไม่ลืมถึงอุปกรณ์ย่อย ๆทุกตัวที่ประกอบระบบด้วย

ขั้นตอนที่ 3 แยกประเภทของพลังงานที่จ่ายให้อุปกรณ์

ในผังรวมและฟังย่อยของสายการผลิตและผังอื่น ๆ (สำนักงาน - อาณาบริเวณ) จะเห็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ใช้ประเภทพลังงานต่าง ๆ กัน อาทิเช่น ไฟฟ้า หรือเชื้อเพลิง หรือพลังงานผสม (อาทิ ไฟฟ้า + เชื้อเพลิง) ในบางโรงงานอาจใช้พลังงานธรรมชาติ (ลม - แสดงอาทิตย์ - ความร้อนใต้ดิน) หรือมีเครื่องกำเนิดพลังงานของตนเอง (ดีเซล - ไฟฟ้าหรือกาซเทอร์ไบน์ - หรือ ฯลฯ) เมื่อคณะทำงานศึกษาจากข้อมูลเฉพาะของอุปกรณ์ระบบแล้วจะสามารถแยกเครื่องหมายหรือทำรหัสระบุประเภทของพลังงานที่ใช้ในทุกอุปกรณ์ที่อยู่ ในผังตำแหน่งที่ตั้งเหล่านั้น ข้อควรระวังคือต้องระบุอย่างครบถ้วน (โดยเฉพาะรายการที่ใช้พลังงานผสม) ในกรณีที่อุปกรณ์ที่ตั้งเป็นแบบประหยัดพลังงานก็ให้ระบุด้วย

ขั้นตอนที่ 4 เขียนแบบวิศวกรรม / รายละเอียดประกอบแบบ (แยกประเภท)

แบบวิศวกรรมที่ต้องจัดทำขึ้นภายหลังจากงานขั้นตอนที่ 1-2-3 แล้วเสร็จลงได้แก่ ไดอะแกรม วงจร สัญลักษณ์ทางวิศวกรรม และรายละเอียดประกอบซึ่งสามารถนำมาคำนวณปริมาณ ขนาดและผลลัพธ์ทางวิศวกรรมต่าง ๆ โดยแยกประเภทตามลักษณะของแหล่งจ่าย พลังงานซึ่งอาจเป็นไฟฟ้า เชื้อเพลิงแบบต่าง ๆ พลังงานผสมอื่น ๆ (ในกรณีที่เป็นพลังงานผสมให้จัดอยู่ในแบบวิศวกรรมของแหล่งพลังงานที่ใช้ทั้งหมดอาทิ เช่น ไฟฟ้า และเชื้อเพลิงก็เขียนลงในแบบวิศวกรรมไฟฟ้าและเชื้อเพลิงด้วย) จุดประสงค์ที่ต้องทำแบบวิศวกรรมและรายละเอียดประกอบแบบก็เพื่อสามารถนำมาคำนวณและวิเคราะห์สภาวะการใช้พลังงานในขณะที่อุปกรณ์ด้วยภาระต่าง ๆ กัน (ไม่มีภาระจนถึงเต็มพิกัดภาระ) ในช่วงเวลาต่าง ๆ ข้อมูลที่สำคัญในขั้นตอนที่ 4 นอกจากเป็นรายละเอียดทางวิศวกรรมแล้วจะเป็นรายละเอียดเกี่ยวกับการบริโภคพลังงานของอุปกรณ์ (ตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอุปกรณ์) ในสภาระต่างกัน สิ่งที่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถละเลยได้ในขั้นตอนนี้ก็คือ ระบบการส่งจ่ายพลังงานและอุปกรณ์ประกอบอาทิ เช่น หากเป็นพลังงานไฟฟ้าต้องระบุ หม้อแปลงไฟฟ้าสายไฟฟ้าในระบบทั้งหมด อุปกรณ์ป้องกัน ตู้ไฟฟ้า ฯลฯ)

ขั้นตอนที่ 5 บันทึกการใช้อุปกรณ์และการบริโภคพลังงาน

จัดหาเครื่องวัดเพื่อบ่งชี้ถึงปริมาณการบริโภคพลังงานรวมของระบบและการบริโภคพลังงานเฉพาะแห่ง / เฉพาะอุปกรณ์ในระบบ เครื่องมือวัดดังกล่าวในระบบไฟฟ้าและเชื้อเพลิงจำเป็นต้องติดตั้งประจำหรือใช้ตรวจสอบ ๖ ตำแหน่งที่ระบุ เป็นครั้งคราวตามดุลยวินิจของวิศวกร (ในสามขาต่าง ๆ ตามประเภทของพลังงาน) มีการบันทึกการบริโภคพลังงานของระบบและอุปกรณ์ในช่วงกำหนด เวลาต่าง ๆ ตามสภาพใช้งานจริงและทำการประเมินเกณฑ์การใช้พลังงานสูงสุด - ต่ำสุด - เฉลี่ยในช่วงเวลาของวัน เดือน ปี เพื่อสร้างสถิติข้อมูลการใช้พลังงานของแต่ละโรงงาน แต่ละสายการผลิต แต่ละอุปกรณ์ รวมทั้งการบันทึกและการประเมินรายจ่ายด้านการซื้อพลังงานของแต่ละประเภท หรือการลงทุนด้านพลังงานแต่ละประเภทตามช่วงเวลาดังกล่าวด้วย

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณการบริโภคพลังงานตามข้อกำหนดในการผลิต / การใช้สำนักงาน

เอกสาร/ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 ประกอบด้วยข้อมูลต่าง อาทิ เช่น ตารางการผลิต/ การใช้สำนักงานในช่วงเวลาหรือคาบเวลาต่าง ๆ ข้อมูลมาตรฐานทางเทคนิคจากผู้ผลิตอุปกรณ์ (อาทิ เช่นการใช้งานและการบริโภคพลังงาน สมรรถนะสูงสุดของอุปกรณ์ ข้อกำหนดในเรื่องของขนาดปริมาณ การบำรุงรักษา และ ฯลฯ) ซึ่งถือเป็นข้อมูลอ้างอิงในการพิจารณาการใช้พลังงานของอุปกรณ์และของระบบตามประเภทพลังงานที่ใช้ ข้อเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานในการคำนวณการบริโภคพลังงานที่ควรจะเป็นตามหลักการของผู้ผลิตและการใช้งานจริงการคำนวณในขั้นตอนนี้จะครอบคลุมถึงขนาดของแหล่งจ่าย ขนาดของระบบการส่ง-จ่ายพลังงาน (อาทิ เช่น ขนาดสายไฟฟ้า ท่อส่งเชื้อเพลิง ท่อลม ขนาดของแหล่งจ่ายพลังงานต่าง ๆ อาทิ เช่นหม้อแปลงไฟฟ้า ปั๊ม ฯลฯ)
ผลการคำนวณในขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบถึงการใช้พลังงานสูงสุด และค่าโสหุ้ยด้านพลังงานในสภาพใช้งานจริงตามกำหนดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 7 วิเคราะห์การใช้พลังงาน

จุดประสงค์ของการทำงานในขั้นตอนนี้คือ ตรวจสอบว่าการใช้พลังงานแต่ละประเภทในหน่วยงานการผลิตเป็นประการใด เพียงพอหรือไม่ในปัจจุบัน เพียงพอหรือไม่สำหรับแผนการขยายงานในอนาคตมีพลังงานที่สูญเสียในระบบใดบ้างหรือไม่ อย่างไร ความสูญเสียที่ดีราคาเป็นตัวเงินและการเสียโอกาสเป็นจำนวนเท่าใด สภาพของโปรแกรมการผลิต / ใช้สำนักงานทำให้เกิดรายจ่ายที่ไม่สมควรหรือเกินกว่าที่ควรเป็นหรือไม่ เป็นมูลค่าเท่าใด (ต่อคาบเวลาของการใช้อุปกรณ์)

อย่างไรก็ตาม วิศวกรหรือคณะทำงานจะสามารถตอบคำถามขั้นต้นได้หากมิได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 และ 6 ผนวกกับความรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมพลังงานในสาขาวิศวกรรมต่าง ๆ รวมถึงภายนอกที่มีผลกระทบในการบริโภคพลังงาน (อาทิ เช่น นโยบายด้านพลังงานของรัฐบาล กฎระเบียบการเก็บค่ากระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้า/สถานการณ์พลังงานของโลกและแนวโน้มในประเทศและ ฯลฯ)

การวิเคราะห์พลังงาน ทำให้คณะทำงานได้คำตอบในการปรับปรุงสภาวะการใช้พลังงานของหน่วยงาน ให้มีความพร้อมมากขึ้น และขจัดความสูญเปล่าที่ไม่จำเป็นรวมทั้งมีแนวทางในการใช้พลังงานอย่างประหยัดที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นกว่าเดิม

ขั้นตอนที่ 8 กำหนดโปรแกรมเพื่อปรับปรุงด้านพลังงาน

ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงาน และสำนักงานโดยการแยกประเภทพลังงาน(ไฟฟ้า เชื้อเพลิง ผสม ฯลฯ) ทำให้คณะทำงานสามารถตัดสินใจดำเนินการปรับปรุงการใช้พลังงานให้คุ้มค่ายิ่งขึ้น มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทั้งนี้จากการวิเคราะห์พิจารณาด้วยความรู้ความเข้าใจในข้อมูลภายนอกและภายใน (ศึกษาขั้นตอนที่ 5-7) ทำให้คณะทำงานมีทางเลือกในการปรับปรุงเกี่ยวกับพลังงานแต่ละประเภทได้ดังนี้

1. ปรับปรุงการใช้พลังงาน (กำหนดประเภทพลังงาน/กำหนดเวลาการจ่ายพลังงาน/กำหนดวิธีการใช้พลังงานอย่างประหยัด
2. ปรับปรุงระบบที่ใช้พลังงาน (ปรับปรุงข้อกำหนดทางวิศวกรรมและระบบของอุปกรณ์/เลือกระบบ / อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน)
3. ปรับปรุงเทคนิคการผลิต (ข้อกำหนดการผลิต วัสดุ-กรรมวิธี-การใช้อุปกรณ์ที่ทำให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพสูงสุด) และในการปรับปรุง สามารถเลือกการปรับปรุงเกินกว่า 1 แบบ พร้อมกันก็ได้ ภายหลังที่ได้เลือกโปรแกรมปรับปรุงด้านพลังงานแล้วคณะทำงานต้องทำรายละเอียดของแต่ละโรงงาน อาทิเช่น

ก. ออกแบบและ / หรือระบุข้อกำหนดทางวิศวกรรมในการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. คำนวณค่าใช้จ่าย และประเมินการคุ้มทุนในการลงทุนนั้น ๆ

ค. กำหนดวิธีการและรายละเอียดในการปฏิบัติงานปรับปรุง (วางแผน-จัดหา-ปฏิบัติการ)

ขั้นที่ 9 ดำเนินการปรับปรุงด้านพลังงาน

รายละเอียดในการปรับปรุงด้านพลังงานจะนำเสนอฝ่ายบริหารสำหรับขออนุมัติในหลักการและงบประมาณ (เพื่อให้การจัดหาคล่องตัว) ในการดำเนินการตามขั้นตอนนี้จะต้องมีกำหนดงานและมีผู้รับผิดชอบตามหลักปฏิบัติทั่วไปของงานวิศวกรรม จะมีการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดหา - การปฏิบัติงาน - เอกสรประกอบการทำงาน - มาตรฐานต่าง ๆ ในการควบคุมและตรวจสอบ - โปรกแกรมการใช้พลังงาน (ที่ระบุประเภทและกำหนด เวลาของการใช้พลังงาน) และอื่น ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินการประชุมปรึกษาหารือ และแก้ปัญหาตามโอกาสที่มีการทำรายงานและบันทึกต่าง ๆ เช่นเดียวกับงานวิศวกรรมอื่น ๆ

อย่างไรก็ตาม พึงระลึกเสมอว่าการให้ความรู้ความเข้าใจในเรื่องของการประหยัดพลังงานเพื่อสร้างนิสัยให้แก่บุคคลากรทุกคนในหน่วยงานและการได้รับความร่วมมือร่วมใจจากทุก ๆ คนเป็นพื้นฐานสำคัญยิ่งในการดำเนินการปรับปรุงด้านพลังงานอย่างได้ผล

ขั้นตอนที่ 10 ตรวจสอบการใช้พลังงาน

การตรวจสอบรายจ่ายและโสหุ้ยด้านพลังงานประเภทต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอและการบันทึกปริมาณต่าง ๆ (จากมิเตอร์) เพื่อบ่งบอกถึงการบริโภคพลังงานเปรียบเทียบกับผลผลิตในคาบเวลาต่าง ๆ ประกอบกับรายงานต่าง ๆ ในการดำเนินการทำให้คณะทำงานได้ทราบผลการปรับปรุงด้านพลังงานยว่าได้ผลตามเป้าหมายหรือไม่ เพียงใด เห็นได้ว่าการติดตั้งมิเตอร์สำหรับวัดปริมาณต่าง ๆ ในการบริโภคพลังงานนี้มีความจำเป็นในการตรวจตราการใช้พลังงานในภาวะปกติและการตรวจสอบผลในโปรแกรมปรับปรุงด้านพลังงานอย่างยิ่ง คณะทำงาน เป็นกำหนดจำนวนและตำแหน่งติดตั้งมิเตอร์เหล่านี้ รวมทั้งการของบประมาณในการจัดหาในขณะที่ดำเนินการในขั้นตอนที่ 8 นอกจากนั้นยังต้องคอยดูแลให้การบันทึกผลหรือสภาพของมิเตอร์มีความถูกต้องเที่ยงตรงเสมอด้วย

ในการบริหารพลังงานนั้นจำเป็นต้องจัดทำสถิติต่าง ๆ ในการบริโภคพลังงานตามคาบเวลาควบคู่กับรายจ่ายด้านพลังงานและสถิติผลผลิตรวมในคาบเวลา ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมดูแลให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 11 สรุปผล

การประชุมสรุปผลเกี่ยวกับความสำเร็จ หรือปัญหาในการบริหารพลังงานอย่างสม่ำเสมอเป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้การบริหารพลังงานดำเนินไปตามวัตถุประสงค์ ในการประชุมสรุปผลจะเน้นในด้านการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ ที่ชี้ให้เห็นว่าการลงทุนในการปรับปรุงด้านพลังงานได้ผลหรือไม่ เพียงไรอะไรคือปัญหาที่ต้องแก้ไขอะไรคือสิ่งที่ต้องปรับปรุง อะไรคือมาตฐานในการปฏิบัติการด้านพลังงานที่ต้องกำหนดให้เป็นหลักการปฏิบัติโดยเคร่งครัด แล้วดำเนินการเพื่อให้นโยบายด้านพนังงานบรรลุผลในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การวิเคราะห์อัตราค่าไฟฟ้า

ดัชนีที่สำคัญที่จะบอกให้ทราบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนนั้นได้ใช้ไปอย่างคุ้มค่าหรือไม่ คือค่าไฟฟ้าต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ได้ใช้ไปมีหน่วยเป็นบาทต่อหน่วย สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่ต้องเสียค่าความต้องการพลังไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน (TOD) จะมีค่าไฟฟ้าต่อหน่วยดังได้แสดงไว้ข้างล่าง

อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวันตามระดับแรงดันไฟฟ้า (TOD)

	ระดับแรงดันไฟฟ้า(กิโลวัตต์)		
ช่วงเวลา	>=69	12-24	<12
On - Peak (18:30-21:30)	**224.30**	**285.05**	**332.71**
Partial Peak (08:00-18:30)	**29.91**	**58.88**	**68.22**
ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	**1.0208**	**1.0582**	**1.0862**

อัตราค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาของวันตามระดับแรงดันไฟฟ้า (TOU)

	ค่าพลังไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า			ค่าบริการ
	09:00-22:00 น. (จันทร์ – เสาร์)	จันทร์ – เสาร์		วันอาทิตย์	
ระดับแรงดัน	PEAK	PEAK	OFF-PEAK	OFF-PEAK	
>= 115 kV	**102.80**	**1.5349**	**0.6671**	**0.6062**	**400**
69 kV	**158.88**	**1.6292**	**0.6769**	**0.6153**	**400**
22 – 24 kV	**200.93**	**1.7736**	**0.6861**	**0.6236**	**850**
< 12 kV	**214.95**	**1.8891**	**0.7283**	**0.6616**	**850**

ผู้ใช้ไฟฟ้าทุกรายมีความเห็นเหมือนกันอยู่อย่างหนึ่งว่า ทำอย่างไรจึงจะเสียค่าไฟถูกที่สุด จากการวิเคราะห์อัตราค่าไฟฟ้าจะพบว่าผู้ใช้ไฟฟ้าที่เสียค่าไฟฟ้าตามอัตรา TOD และ TOU ไม่ควรใช้ไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา เพราะการใช้ไฟฟ้าลักษณะนี้จะทำให้เกิดตัวประกอบโหลด 100% ซึ่งค่าไฟฟ้าต่อหน่วยยังไม่ใช่จุดที่ต่ำสุด อย่างไรก็ตามการที่จะแนะนำให้โรงงานทำงานเฉพาะเวลากลางคืน (ในกรณี TOD) คือ เวลา 21:00-08:00 น. ก็คงเป็นไปได้อยากเพราะไม่คุ้มกับการที่จะต้องลงทุนจำนวนมากในการซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์ แต่ใช้ทำงานเพียงวันละ 10.5 ชั่วโมงเท่านั้น ดังนั้นทางออกที่น่าจะเป็นไปได้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีการย้ายโหลดในช่วง Peak (18:30-21:30 น.) ไปทำเวลาอื่น

โหลดตอนหัวค่ำ คือ โหลดที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 18 : 30 - 21 : 30 น. วันละ 3 ชั่วโมง ถ้าเป็นโหลดอิสระที่สามารถทำตอนไหนก็ได้ ควรพิจารณาย้ายไปทำตอนอื่นแทนทันที เช่น ย้ายไปทำตอนกลางคืน หรือ ตอนกลางวัน ซึ่งจะทำให้ผลลัพธ์ที่ต่างกันดังนี้

*หมายเหตุ PP : Pratial Peak , P : Peak (ในการคำนวณนี้ ใช้ระดับแรงดันที่ 12 –22 kV)

(ก) โหลดสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

$= P_1 * 285.05$ หรือ

$= PP * 285.05$

1. ย้ายโหลดช่วงหัวค่ำไปทำตอนกลางคืนค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

$= P_2 * 285.05 + (PP - P) * 58.88$

ให้ $PP - P_2 = \blacktriangle P$

ดังนั้นค่าความต้องการไฟฟ้าจะลดลง

$= PP * 285.05 - P_2 * 285.05 - (PP - P_2) * 58.88$

$= (PP - P_2) * 285.05 - (PP - P_2) * 58.88$

$= \blacktriangle P * 242$

2. ย้ายโหลดช่วงหัวค่ำไปทำตอนกลางวันค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

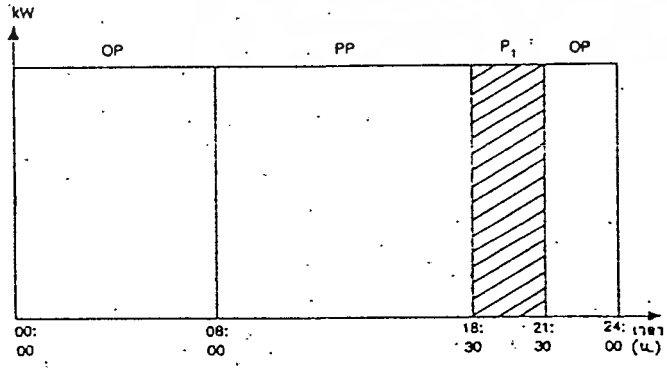
$= P_2 * 285.05 + 2 \blacktriangle P * 58.88$

ค่าความต้องการไฟฟ้าจะลดลง

$= PP * 285.05 - P_2 * 285.05 - 2 P * 58.88$

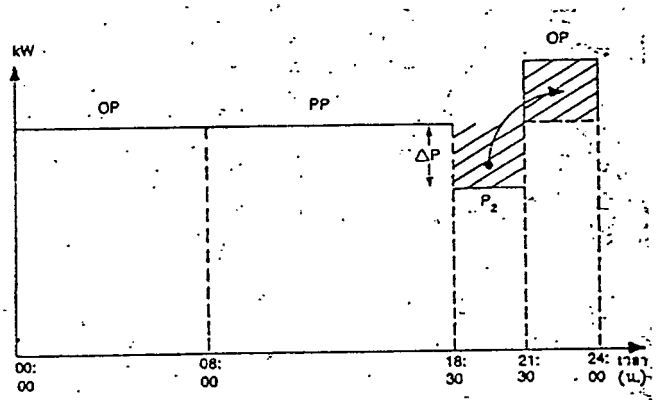
$= \blacktriangle P * 285.05 - 2\blacktriangle P * 58.88$

$= \blacktriangle P * 179$

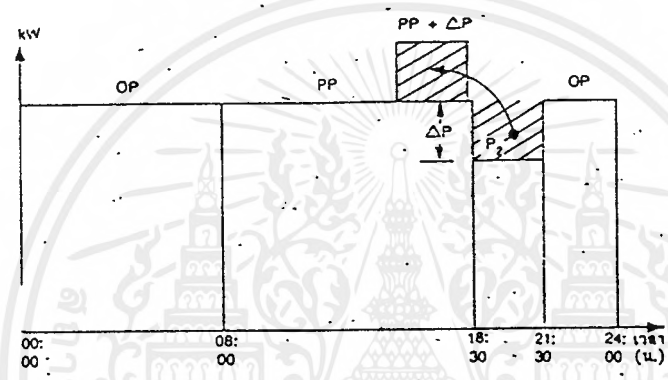


รูปที่ 8 เมื่อมีโหลดสม่ำเสมอตลอดทั้งวันและมีโหลดอิสระที่สามารถทำตอนไหนก็ได้เกิดขึ้นตอนหัวค่ำ (P_1) ก็ควรจะย้ายไปทำช่วงเวลาอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 ตัวอย่างการย้ายโหลดอิสระช่วงหัวค่ำไปทำตอนกลางคืนในกรณีที่มีการใช้โหลดสม่ำเสมอทั้งวัน



รูปที่ 10 ตัวอย่างการย้ายโหลดอิสระช่วงหัวค่ำไปทำตอนกลางวัน ในกรณีที่มีการใช้โหลดสม่ำเสมอทั้งวัน

(ข) โหลดตอนหัวค่ำสูงกว่าตอนกลางวัน

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

$= P_1 * 285.05$

1. ย้ายโหลดช่วงหัวค่ำไปทำตอนกลางคืนค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

$= P_2 * 285.05 + (PP - P_2) * 58.88$

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าจะลดลง

$= P_1 * 285.05 - (PP - P_2) * 58.88$

$= \blacktriangle P * 285.05 - \blacktriangle P_2 * 58.88$

เมื่อ $\blacktriangle P = P_1 - P_2$ และ $\blacktriangle P_2 = PP - P_2$

2. ย้ายโหลดช่วงหัวค่ำไปทำตอนกลางวันค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

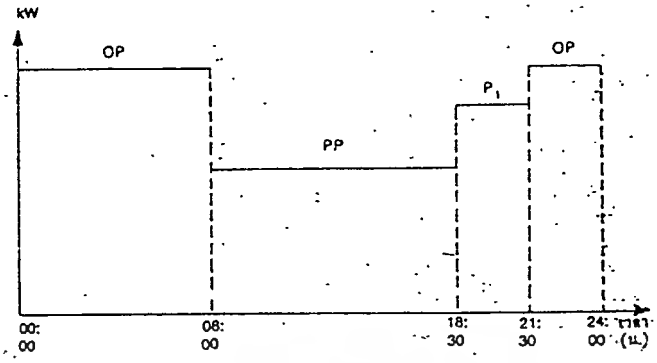
$= P_2 * 285.05 + (\blacktriangle P + \blacktriangle P_2) * 58.88$

ค่าความต้องการไฟฟ้าจะลดลง

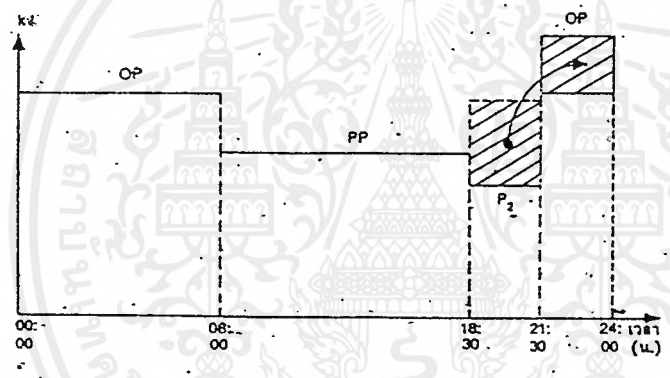
$= P_1 * 285.05 - P_2 * 285.05 - (\blacktriangle P + \blacktriangle P_2) * 58.88$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

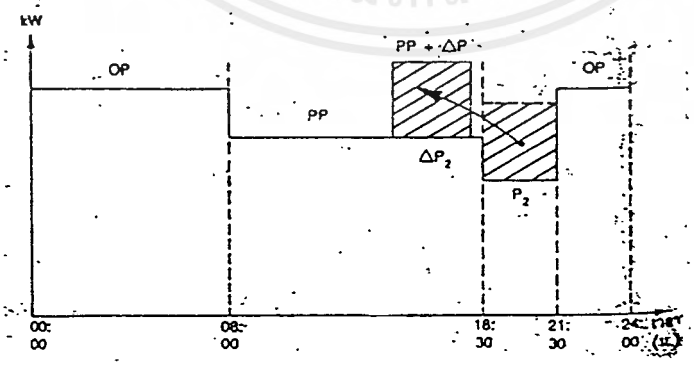
$$= \blacktriangle P * 242 - \blacktriangle P_2 * 58.88$$



รูปที่ 11 เมื่อมีการใช้โหลดคอนหัวค่ำ (P_1) สูงกว่าคอนกลางวันและมีโหลดอิสระที่สามารถย้ายไปทำช่วงอื่นได้ก็ควรย้าย



รูปที่ 12 ย้ายโหลดอิสระช่วงหัวค่ำไปทำคอนกลางคืนในกรณีที่โหลดคอนหัวค่ำสูงกว่าคอนกลางคืน



รูปที่ 13 ย้ายโหลดอิสระช่วงหัวค่ำไปทำคอนกลางวันในกรณีที่โหลดหัวค่ำสูงกว่าคอนกลางวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ค) โหลดตอนหัวค่ำกว่าตอนกลางวัน

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

$= P_1 * 285.05 + (PP - P_1) * 58.88$

1. ย้ายโหลดช่วงหัวค่ำไปทำตอนกลางคืนค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

$= P_2 * 285.05 + (PP - P_2) * 58.88$

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าจะลดลง

$= P_1 * 285.05 + (PP - P_1) * 58.88 - P_2 * 285.05 - (PP - P_2) * 58.88$

$= (P_1 - P_2) * 285.05 - (P_1 - P_2) * 58.88$

$= \blacktriangle P * 242$

2. ย้ายโหลดช่วงหัวค่ำไปทำตอนกลางวันค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

$= P_2 * 285.05 + (PP + \blacktriangle P - P_2) * 58.88$

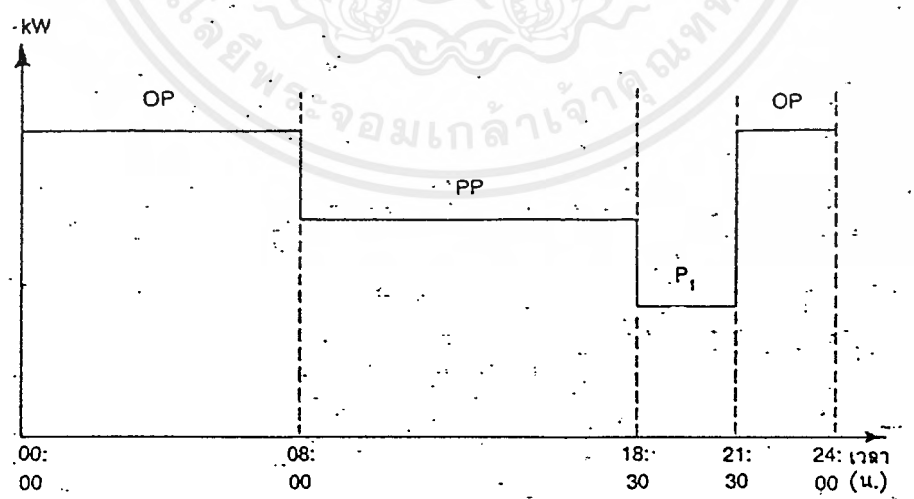
ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าจะลดลง

$= P_1 * 285.05 + (PP - P_1) * 58.88 - P2 * 285.05 - (PP + \blacktriangle P - P_2) * 58.88$

$= (P_1 - P_2) * 285.05 - (P_1 - P_2) * 58.88 - P * 58.88$

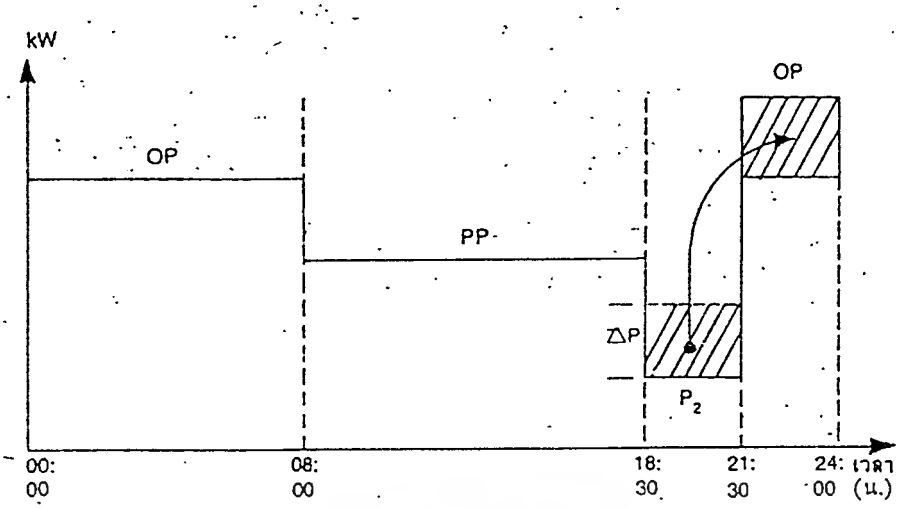
$= P * 179$

ในกรณีของ TOU เราสามารถคำนวณได้เช่นเดียวกับในกรณี TOD แต่ในกรณี TOU มีช่วงการพิจารณาในวันจันทร์ – เสาร์ เพียง 2 ช่วง และ ในวันอาทิตย์ 1 ช่วง และมีค่าของพลังงานไฟฟ้าแตกต่างกันตามช่วงของวัน

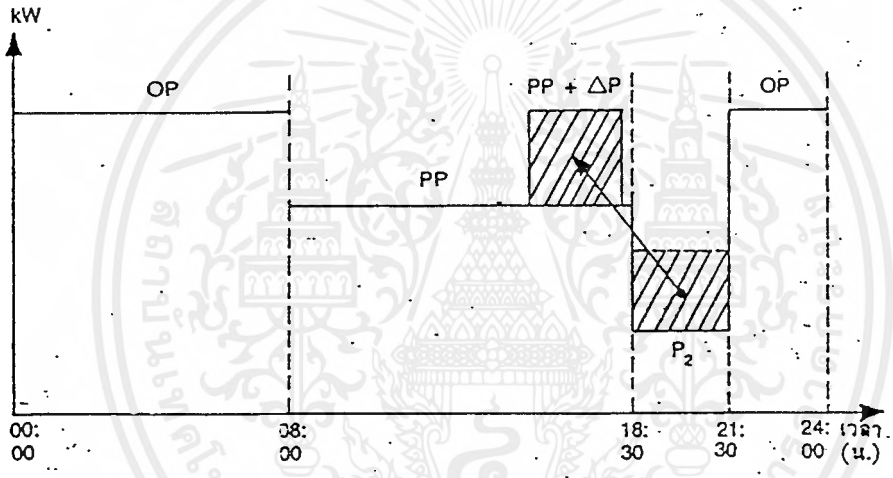


รูปที่ 14 เมื่อโหลดตอนหัวค่ำน้อยกว่าตอนกลางวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15 ย้ายโหลดอิสระช่วงหัวค่ำไปทำคอน กลางคืนในกรณีที่โหลดคอนหัวค่ำน้อยกว่าคอน กลางวัน



รูปที่ 16 ย้ายโหลดอิสระช่วงหัวค่ำไปทำคอน กลางวันในกรณีที่โหลดคอนหัวค่ำน้อยกว่าคอน กลางวัน

2. ปั่นไฟใช้เองบางส่วนในช่วงหัวค่ำไปทำช่วง 18:30- 21:30

ในกรณีที่การทำงานมีลักษณะต่อเนื่องไม่สามารถย้ายโหลดบางส่วนในช่วงเวลาหัวค่ำไปทำเวลาอื่นได้ ผู้ใช้ไฟฟ้าก็ยังสามารถลดค่าไฟฟ้าได้ส่วนหนึ่งโดยการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายไฟบางส่วนเองในช่วงหัวค่ำเพื่อลดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วงนี้ลง

เมื่อเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้งานวัน 3 ชั่วโมง ลดโหลดช่วงเวลาหัวค่ำลงได้ ▲P กิโลวัตต์ จะทำให้ค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนลดลงเท่ากับ ▲P * 242 + ▲P * 3 * D * 1.07 บาท เมื่อ D คือจำนวนวันในเดือนที่คิดเงินค่าไฟฟ้า

ถ้า D = 29 วัน จะลดได้ = ▲P * 335.09 บาท

ถ้า D = 30วัน จะลดได้ = ▲P * 338.30 บาท

ถ้า D = 31 วัน จะลดได้ = ▲P * 341.51 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าคิดแบบง่ายๆ จะถือว่าลดได้ = ▲P * 340 บาท

อย่างไรก็ตามการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้เองต้องเสียค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าด้วย

ให้ CF = ราคาน้ำมันดีเซล (บาทต่อลิตร)

FC = อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 หน่วย (ลิตรต่อหน่วย)

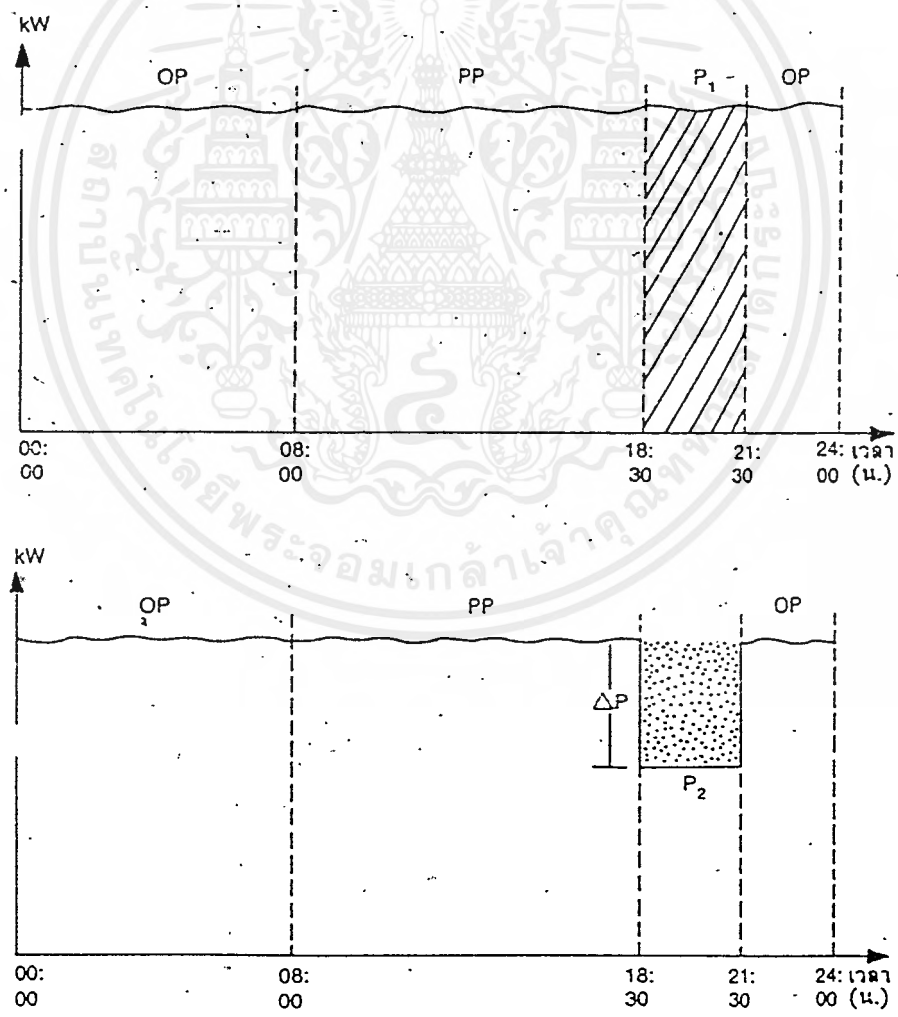
ในแต่ละเดือนต้องผลิตไฟฟ้าเอง = ▲P * 3 * 31 หน่วย

ต้องใช้น้ำมันทั้งหมด = ▲P * 93 * FC ลิตร

คิดเป็นค่าน้ำมันได้ = ▲P * 93 * FC * CF บาท

ดังนั้นจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้สุทธิ = ▲P * (340 - 93 * FC * CF)

หรือคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้เท่ากับ 340 – 93 * FC * CF บาท ต่อความต้องการพลังไฟฟ้าที่ลดลง 1 กิโลวัตต์



รูปที่ 17 อาจจะต้องปั่นไฟให้โหลดบางส่วน (△P) ในช่วงเวลาหัวค่ำ

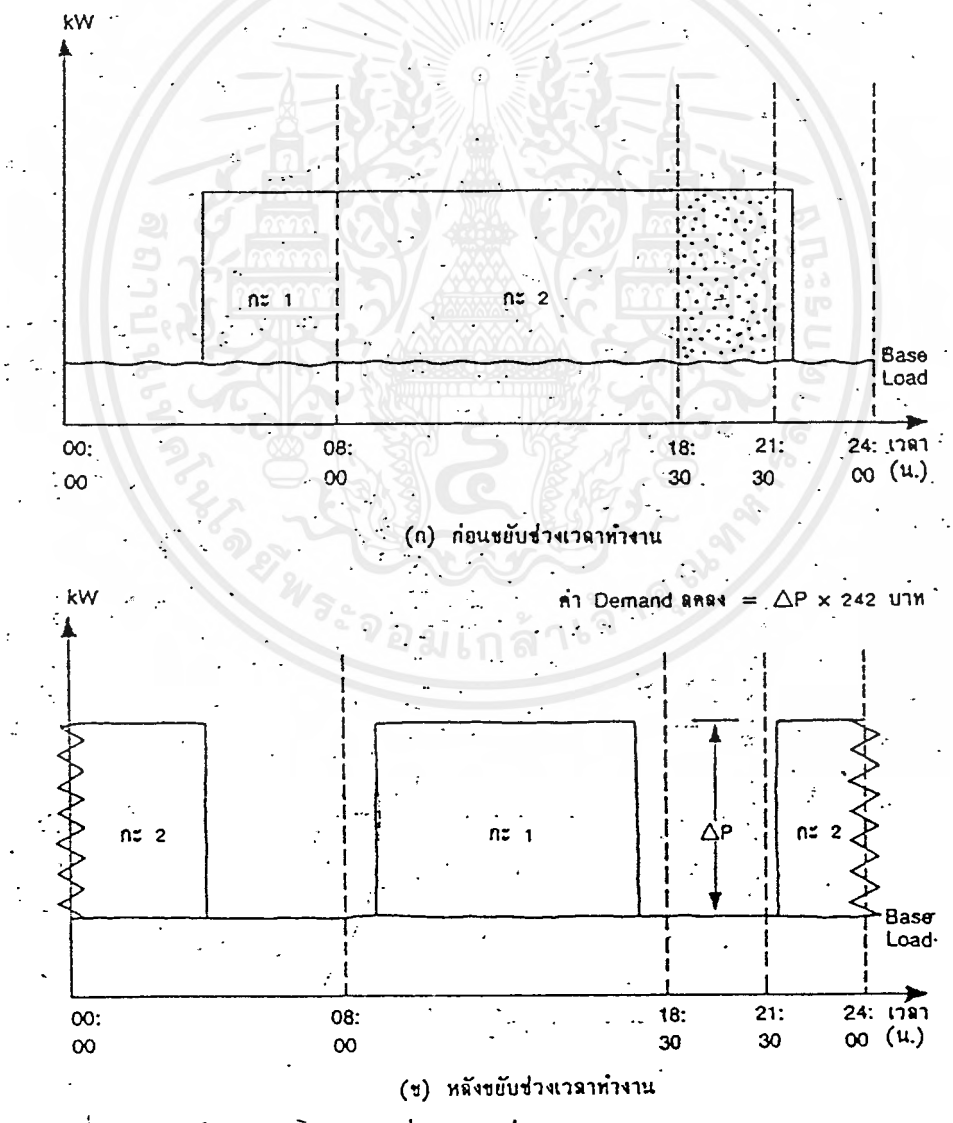
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 1600 กิโลวัตต์ จะมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 0.263 ลิตรต่อหน่วย ถ้าน้ำมันดีเซลราคาลิตรละ 7.80 บาทการผลิตไฟฟ้าใช้เองวันละ 3 ชั่วโมงช่วงเวลา 18:30 – 21:00 น. จะลดค่าไฟฟ้าได้กิโลวัตต์ละ 149 บาท

ใน 1 ปีจะลดค่าไฟฟ้าได้ = 149 * 1600 * 12 บาท = 2860800 บาท

จากยอดเงินที่ประหยัดได้นี้พบว่าจะสามารถคืนทุนได้ภายในเวลาประมาณ 4 - 5 ปี แต่ในการพิจารณาการปั่นไฟใช้เองในช่วง 18:00-21:00 น. ต้องพิจารณาค่าไฟฟ้าในช่วงนี้ว่ามีค่ามากหรือไม่ โดยใช้วิธีดูว่า ค่าไฟฟ้าในช่วง PEAK มีค่ามากกว่า 1/3 ของค่าไฟฟ้าทั้งหมดจึงจะคุ้มกับการลงทุน

3. แยกเวลาการทำงานระหว่างกะ



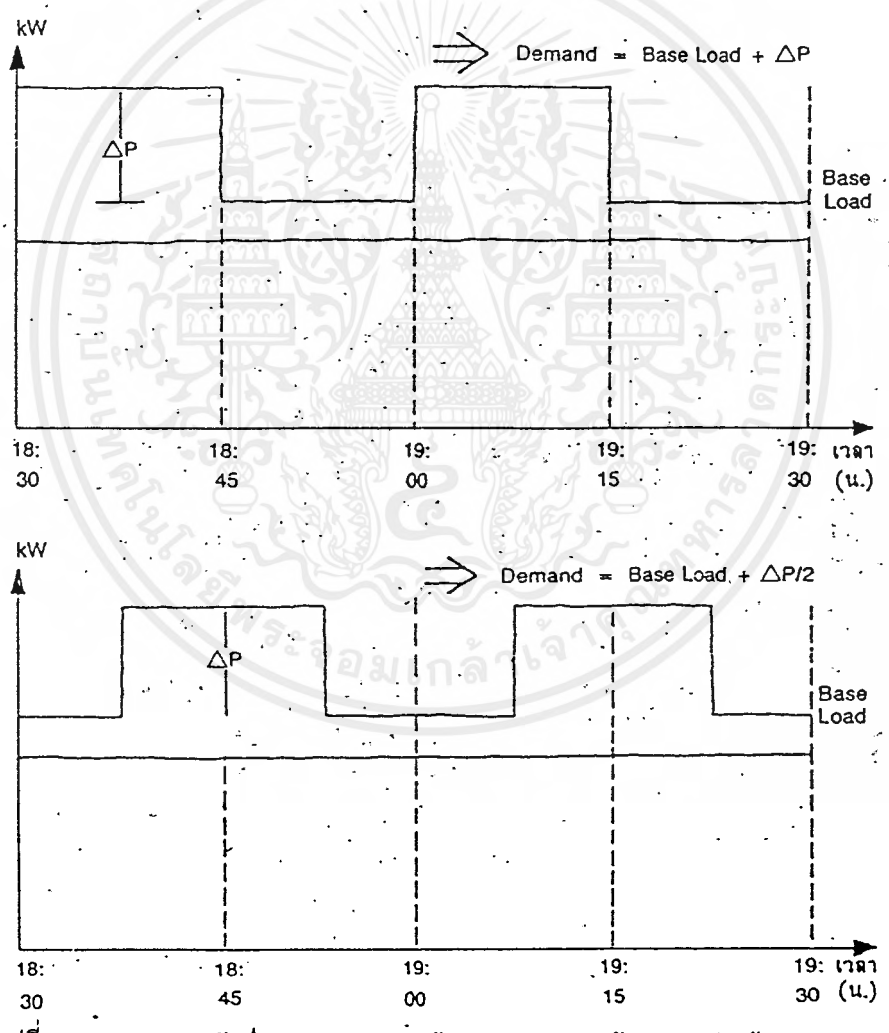
รูปที่ 18 การแบ่งกะทำงานก็ควรหลีกเลี่ยงเวลาหัวค่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่โรงงานทำงานวันละ 2 กะ เช่น 07:00 – 16:00 และ 16:00- 24:00 น. การเว้นช่วงระหว่างกะระหว่างเวลา 18:30 - 21:00 น. โดยอาจเริ่มทำงานเป็น 10:30 – 18:30 น. และหยุดพักเวลา 18:30 – 21:30 น. และเริ่มทำงานกะที่ 2 เวลา 21:30 – 05:30 น. จะช่วยทำให้ค่าไฟฟ้าลดลงได้มาก

4. จัดเวลาเดินเครื่องจักรใหม่

แนวทางนี้เป็นแนวทางเฉพาะที่ใช้ได้กับโรงงานบางแห่งเท่านั้นที่ทำงานเป็นวัฏจักรเช่น ทำงานเต็มที่ 15 นาที เดินตัวเปล่า 15 นาที สลับกันไปตลอดเวลา ในกรณีนี้จะต้องจัดเวลาให้เครื่องจักรทำงานสอดคล้องกับการวัดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ดังแสดงใน รูปที่ 19



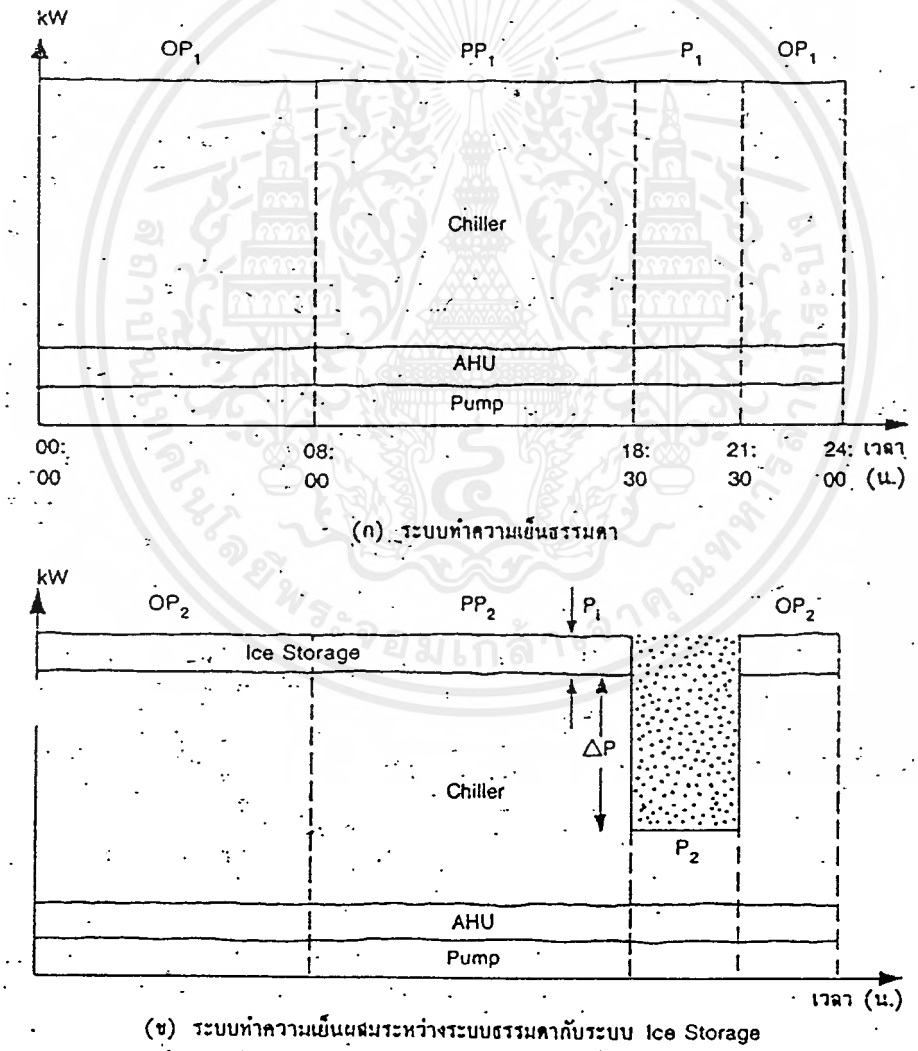
รูปที่ 19 การจัดเวลาให้เครื่องจักรทำงานสอดคล้องกับการวัดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของการไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จะเห็นว่าเมื่อจัดเวลาเดินเครื่องจักรที่ทำงานเป็นวัฏจักรใหม่ให้สอดคล้องกับเวลาที่วัดความต้องพลังไฟฟ้าสูงสุด จะช่วยให้ลดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของเครื่องจักรชุดนั้นลงไป

5. ใช้ระบบเก็บสะสมพลังงาน

ระบบเก็บสะสมพลังงาน คือ ระบบที่เก็บสะสมพลังงานที่ละเล็กที่ละน้อยในระยะเวลานานๆ แล้วนำมาใช้ในระยะเวลาสั้นๆ หรือเก็บสะสมพลังงานในช่วงเวลาที่มีค่าพลังงานมีราคาถูกแล้วนำมาใช้ในช่วงเวลาที่พลังงานมีราคาแพง ระบบเก็บสะสมพลังงานระบบหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมที่ต้องใช้ความเย็น คือ ระบบ **Ice Storage** ระบบนี้จะทำการผลิตน้ำแข็งเก็บสะสมไว้ในช่วงเวลาที่มีค่าไฟราคาถูก แล้วนำมาใช้งานในช่วงเวลาที่มีค่าไฟฟ้าแพง ดังแสดงใน รูปที่ 20



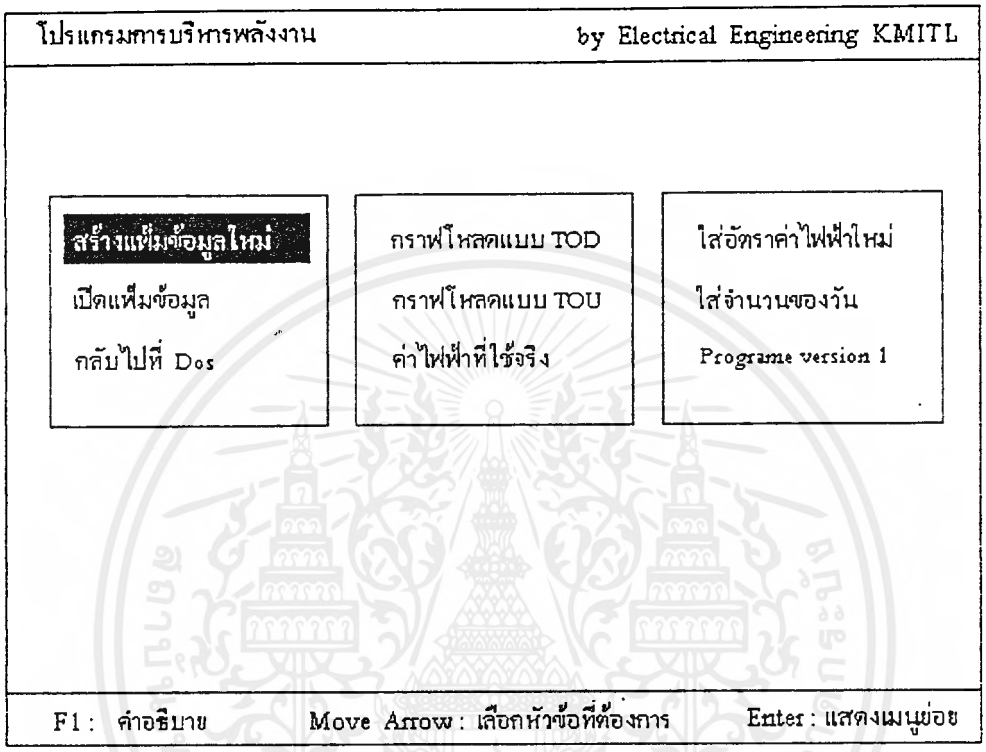
รูปที่ 20 แนวคิดในการนำระบบ Ice Storage มาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

โปรแกรมการบริหารพลังงาน

โปรแกรมการบริหารพลังงานเป็นโปรแกรมที่ได้ทำการการปรับปรุงจากโปรแกรมใน Project ปี 2539 โดยได้ทำการปรับปรุงให้สามารถทำงานมีประสิทธิภาพและใช้งานได้สะดวกมากขึ้น



รูปที่ 21 แสดงโปรแกรมบริหารพลังงานไฟฟ้า

ในโปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมานี้ ได้เพิ่มในส่วนของเมนูเข้าไปด้วยซึ่งได้ทำการแบ่งการเก็บข้อมูลและการแสดงผล ซึ่งจะทำให้ผู้ที่ทำการบริหารสามารถที่จะดูและแก้ไขข้อมูลที่ได้การบริหารได้ รวมทั้งได้เพิ่มในส่วนของอัตราค่าไฟฟ้าแบบใหม่ซึ่งมีผลบังคับใช้ในปี 2540 หรือแบบ TOU เข้าไปอีกด้วย ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถทำการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าระหว่างแบบ TOD และ แบบ TOU เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้แบบใด ในโปรแกรมนี้ประกอบด้วยเมนูย่อย 9 เมนู คือ

1. การสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่
2. การเปิดแฟ้มข้อมูล
3. การแสดงกราฟโหลดแบบ TOD
4. การแสดงกราฟโหลดแบบ TOU
5. การคำนวณค่าไฟฟ้าจากการใช้จริง

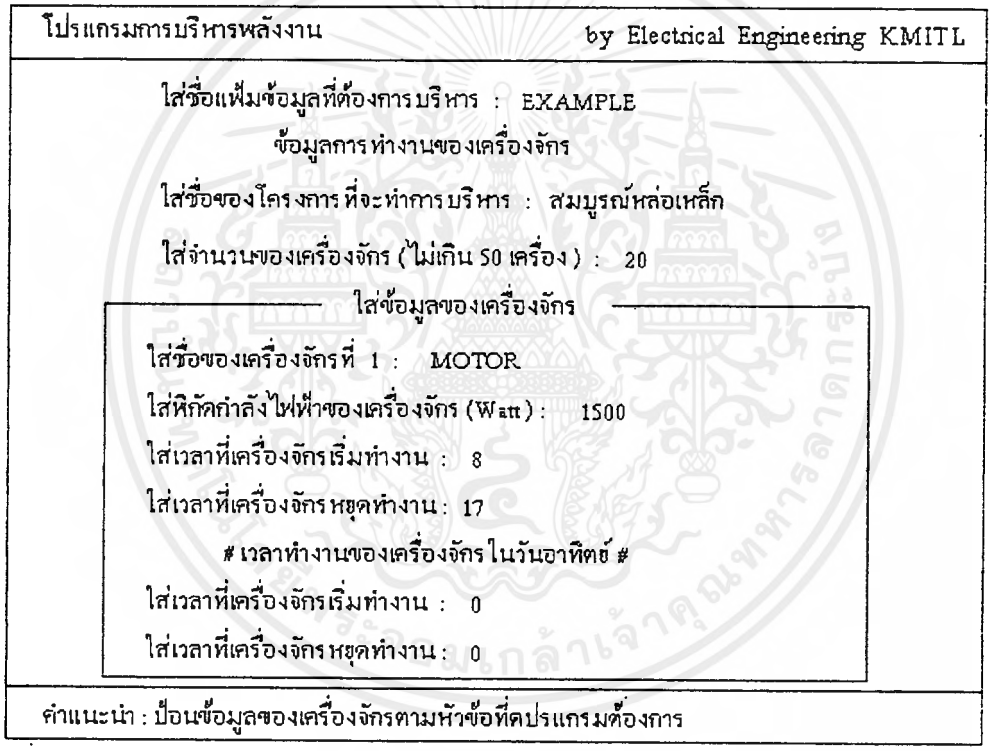
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การใส่อัตราค่าไฟฟ้าใหม่
7. การใส่จำนวนของวันที่เครื่องจักรทำงาน
8. โปรแกรมบริหารพลังงานของ Project ปี 2539
9. กลับไปที่ Dos หรือ จบการทำงาน

โดยแต่ละโปรแกรมมีการทำงานเกี่ยวข้องกันอย่างมีประสิทธิภาพ หลักการใช้ใช้เมนูย่อยมีการใช้งานเป็นดังนี้

1. การสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่

ในส่วนนี้เป็นการป้อนข้อมูลของเครื่องจักรเพื่อนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ ซึ่งใน Project ปี 2539 ไม่มีในส่วนนี้ ทำให้เวลาที่ใช้งานโปรแกรมแต่ละครั้งต้องมาทำการป้อนข้อมูลใหม่ แต่ในโปรแกรมนี้เราสามารถเรียกข้อมูลออกมาดูและทำการบริหารได้ตลอดเวลา



รูปที่ 22 แสดงการบันทึกข้อมูลของเครื่องจักรในแฟ้มข้อมูลที่ชื่อ EXAMPLE

เมื่อเข้าสู่เมนูการสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่จะเริ่มด้วยการใส่ชื่อของแฟ้มข้อมูลที่ได้ทำการเปิดขึ้นใหม่ ซึ่งเป็นชื่อที่เราใช้ในการเปิดแฟ้มของข้อมูลที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลนี้และใช้เปิดข้อมูลนี้ในการบริหารครั้งต่อไป หลังจากนั้นทำการใส่ชื่อของโครงการโดยอาจใช้ชื่อของโรงงานหรือบริษัทที่เราทำการบริหารก็ได้ ต่อมาใส่จำนวนของเครื่องจักรที่จะทำการบริหารโดยจะต้องใส่ไม่เกิน 50 เครื่อง (ถ้ามากกว่า 50 เครื่องจะทำให้การแสดงกราฟของโหลดมีปัญหา)

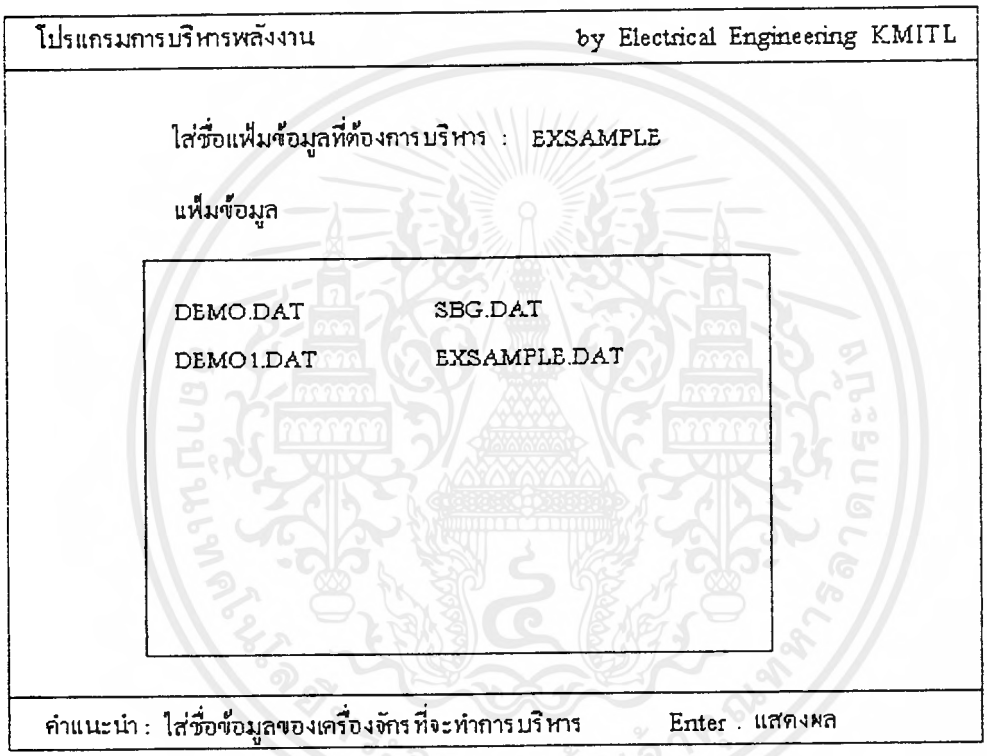
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนต่อมามีความสำคัญมาก คือ เป็นส่วนของการป้อนข้อมูลของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง โดยจะต้องใส่ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจลงให้ถูกต้อง ซึ่งจะต้องใส่ข้อมูลที่โปรแกรมต้องการโดยใส่เท่ากับจำนวนเครื่องที่ทำการบริหารเมื่อใส่จนครบโปรแกรมจะทำการบันทึกข้อมูลโดยอัตโนมัติ

2. การเปิดแฟ้มข้อมูล

ในส่วนนี้เป็นการเปิดแฟ้มข้อมูลเพื่อทำการแก้ไขข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูลต่างๆ โดยจะทำการแก้ไขข้อมูลของเครื่องจักร

ในการเปิดแฟ้มข้อมูลทุกครั้งไม่ว่าจะเป็นการเปิดเพื่อดูกราฟโหลด หรือ เพื่อทำการแก้ไข จะเริ่มต้นด้วยการใส่ชื่อของแฟ้มข้อมูลที่ต้องการจะเปิดทุกครั้งดังใน รูปที่ 23



รูปที่23 แสดงการใส่ชื่อแฟ้มข้อมูลที่ต้องการเปิด

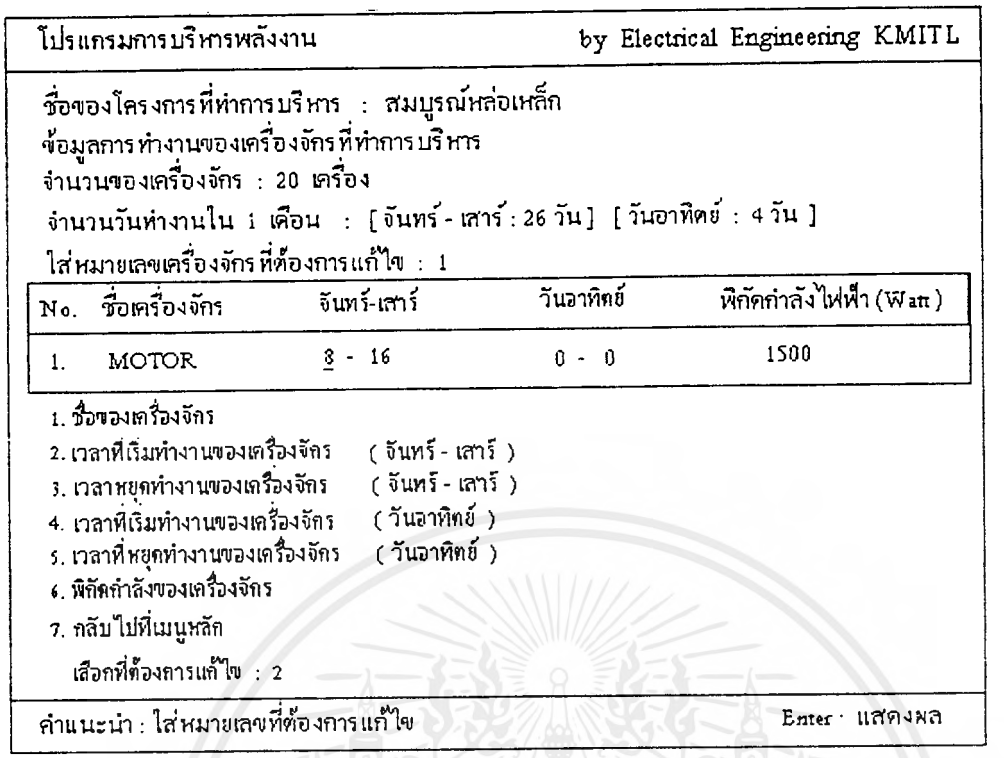
จากรูปที่ 23 จะเห็นว่าโปรแกรมมีการแสดงชื่อของแฟ้มข้อมูลต่างๆ ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ โดยให้ผู้ใช้สามารถเลือกแฟ้มข้อมูลที่จะทำการบริหารได้ ซึ่งทำการเปิดแฟ้มข้อมูลที่ต้องการ โดยเขียนชื่อแฟ้มข้อมูลที่ต้องการลงไป แล้วกด Enter ก็จะแสดงแฟ้มข้อมูลที่ต้องการออกมา

ในการเปิดแฟ้มข้อมูลเพื่อต้องการแก้ไขข้อมูลนั้น หลังจากเปิดทำการเปิดแฟ้มข้อมูลแล้วก็จะมีแสดงข้อมูลแฟ้มที่ต้องการแก้ไขออกมาดังรูปที่ 4 ให้เราทำการเลือกหมายเลขของเครื่องจักรที่ต้องการแก้ไข และ เลือกว่าต้องการไขข้อมูลใดของเครื่องจักรตัวที่เลือกนั้น

ซึ่งในส่วนของการแก้ไขนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการปรับปรุงเวลาในการทำงานของเครื่องจักรเพื่อลดค่าไฟฟ้า

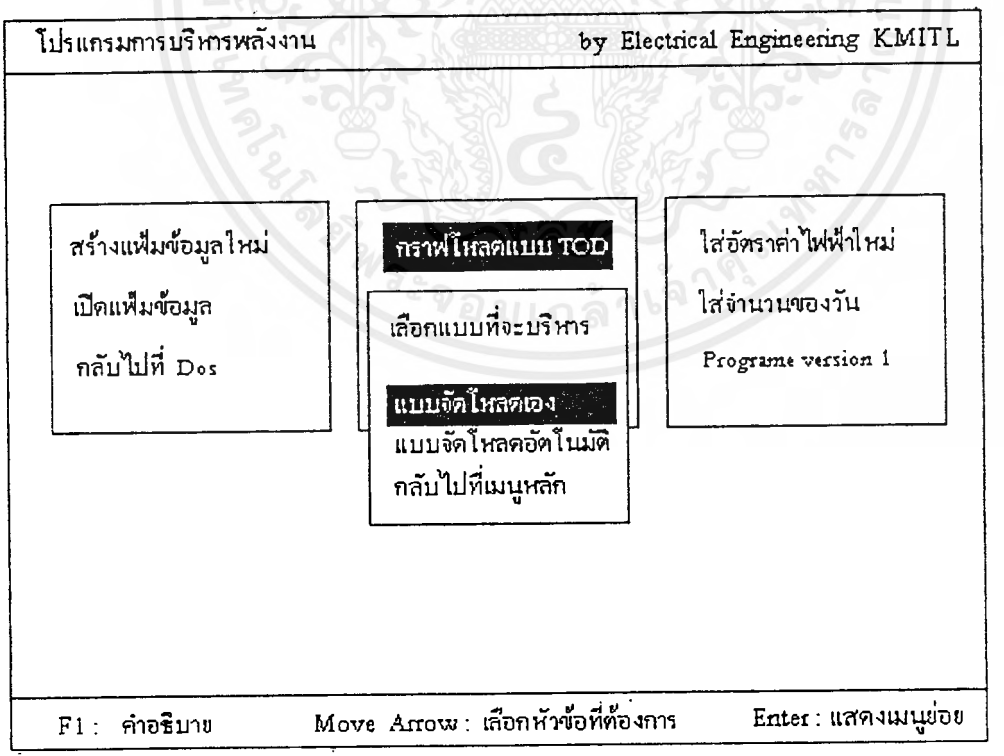
ตัวอย่างในการแก้ไขข้อมูลของเครื่องจักรดังแสดงในรูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 24 แสดงการแก้ไขข้อมูลของเครื่องจักร

3. การแสดงกราฟโหลดแบบ TOD



รูปที่ 25 แสดงเมนูการใช้เมนูแสดงกราฟแบบ TOD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนนี้เป็นการนำข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลที่เราได้ทำการบันทึกและจัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลมาทำการบริหาร โดยในการเลือกบริหารแบบ TOD เราสามารถเลือกบริหารได้ 2 แบบคือ

1. แบบจัดโหลดเอง คือ การจัดโหลดโดยผู้ทำการบริหารเป็นผู้กำหนดเวลาในการทำงานให้กับเครื่องจักรเอง
2. แบบจัดโหลดอัตโนมัติ คือ การจัดโหลดโดยคอมพิวเตอร์จะทำการกำหนดเวลาในการทำงานของเครื่องจักรที่จะประหยัดค่าไฟฟ้ามากที่สุด

ซึ่งผู้ทำการบริหารสามารถเลือกในแบบที่ต้องการได้ และ หลังจากทำการเลือกแฟ้มที่จะทำการบริหารได้แล้วก็จะแสดงข้อมูลของเครื่องจักรดัง รูปที่ 26

โปรแกรมการบริหารพลังงาน by Electrical Engineering KMITL

ชื่อของโครงการที่ทำการบริหาร : สมบูรณ์หล่อเหล็ก

ข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรที่ทำการบริหาร

จำนวนของเครื่องจักร : 20 เครื่อง

จำนวนวันทำงานใน 1 เดือน : [จันทร์ - เสาร์ : 26 วัน] [วันอาทิตย์ : 4 วัน]

No.	ชื่อเครื่องจักร	เวลาเริ่มทำงาน	เวลาหยุดทำงาน	พิกัดกำลังไฟฟ้า (Watt)
1.	MOTOR	8	16	1500
2.	FAN	8	16	2000
3.	AIR	8	24	2500
4.	LIGHT	16	8	1500
5.	PUMP	0	24	2500
6.	HEATER	0	24	5000

Move Arrow : ดูข้อมูลของเครื่องจักร Esc : เมนูหลัก Enter : แสดงผล

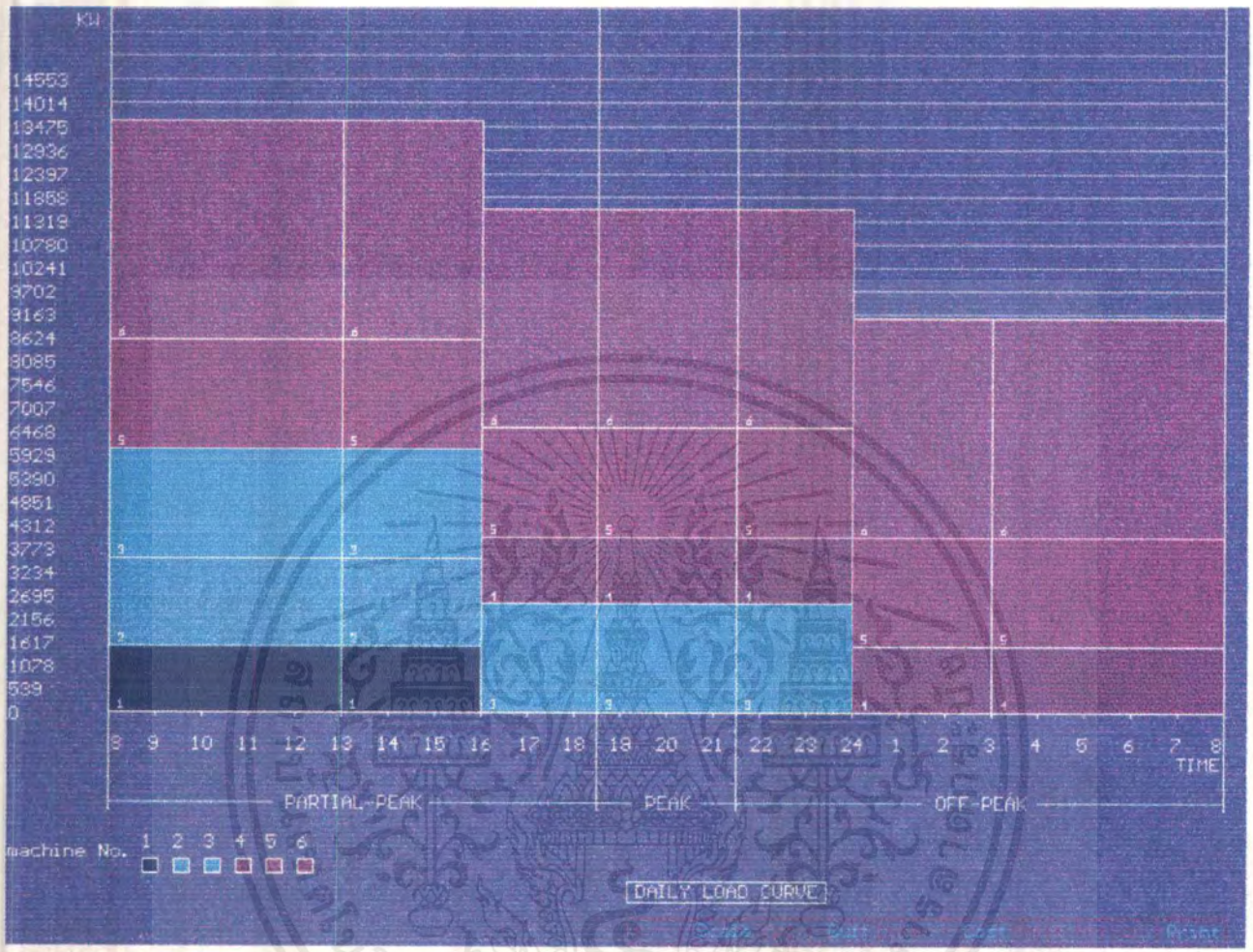
รูปที่ 26 แสดงข้อมูลต่างๆ ของเครื่องจักรแต่ละเครื่องของแฟ้มข้อมูลที่เลือกมาบริหาร

จาก รูปที่ 26 เราสามารถดูรายละเอียดข้อมูลของเครื่องจักรเครื่องต่างๆ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้และถ้าเราต้องการดูกราฟของของโหลดที่แสดงการจัดโหลดตามที่แสดงนี้ก็กด Enter หรือถ้าต้องการกลับไปเมนูหลักก็กด Esc

ในรูปที่ 27 แสดงการจัดโหลดแบบจัดโดยผู้ทำการบริหารซึ่งจะโหลดให้ทำงานตามเวลาที่เราเป็นผู้กำหนด

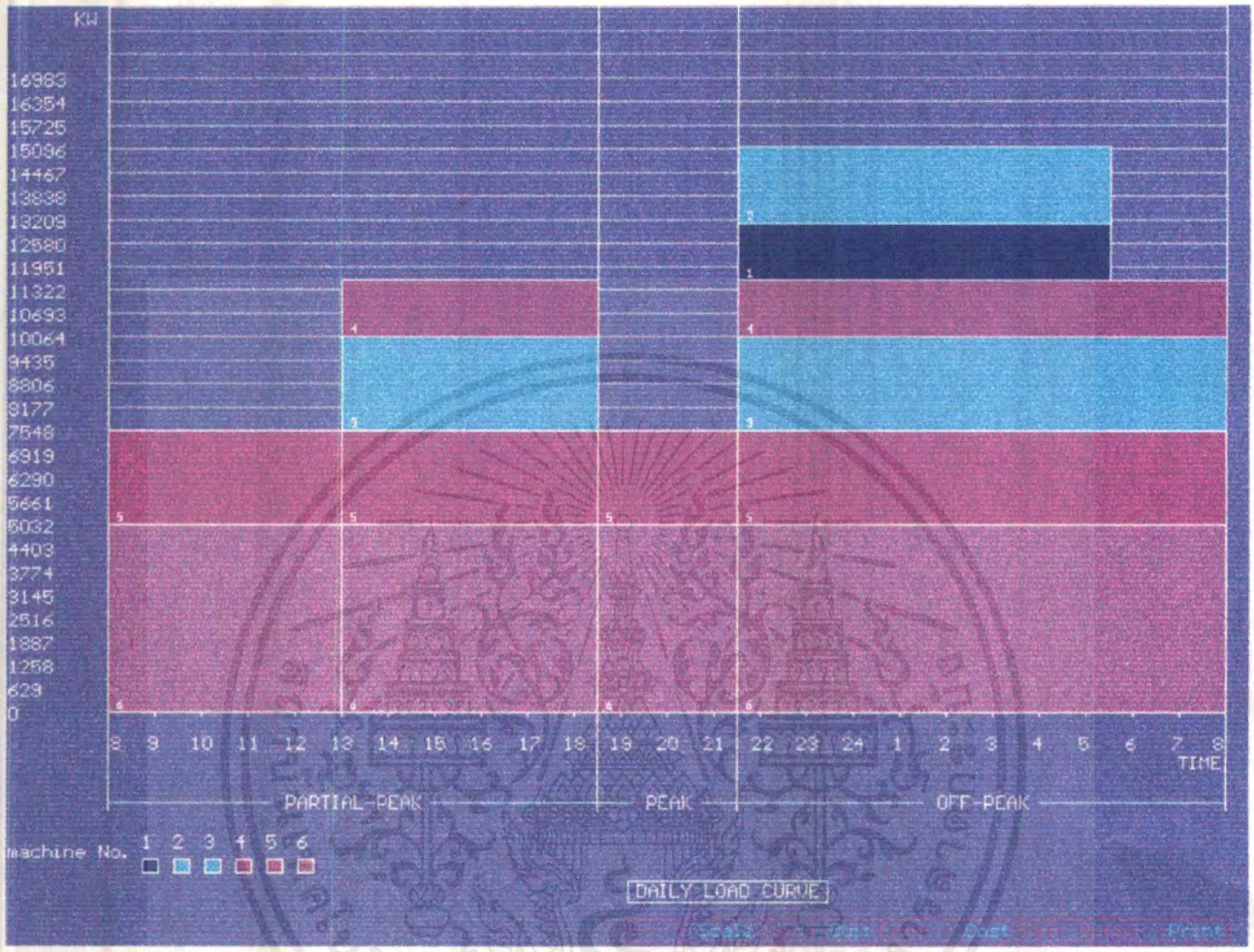
ในรูปที่ 28 แสดงการจัดโหลดแบบอัตโนมัติโดยคอมพิวเตอร์จะกำหนดเวลาให้เครื่องจักรทำงานในเวลาที่ประหยัดค่าไฟฟ้ามากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 27 แสดงกราฟโหลดแบบจัดโหลดเองแบบ TOD

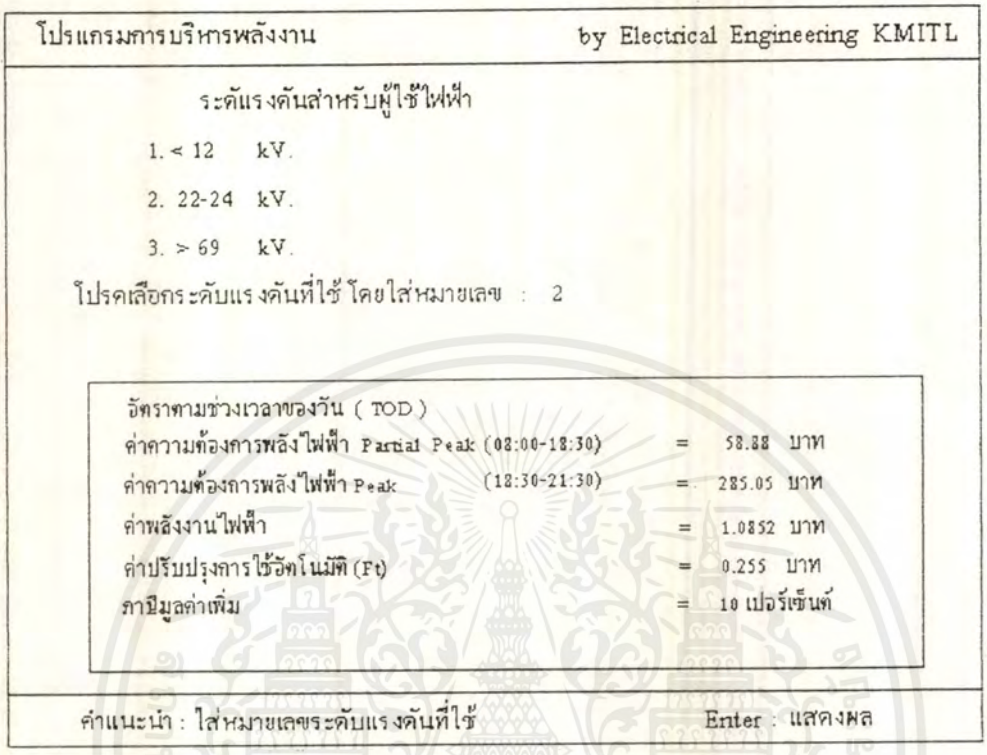
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



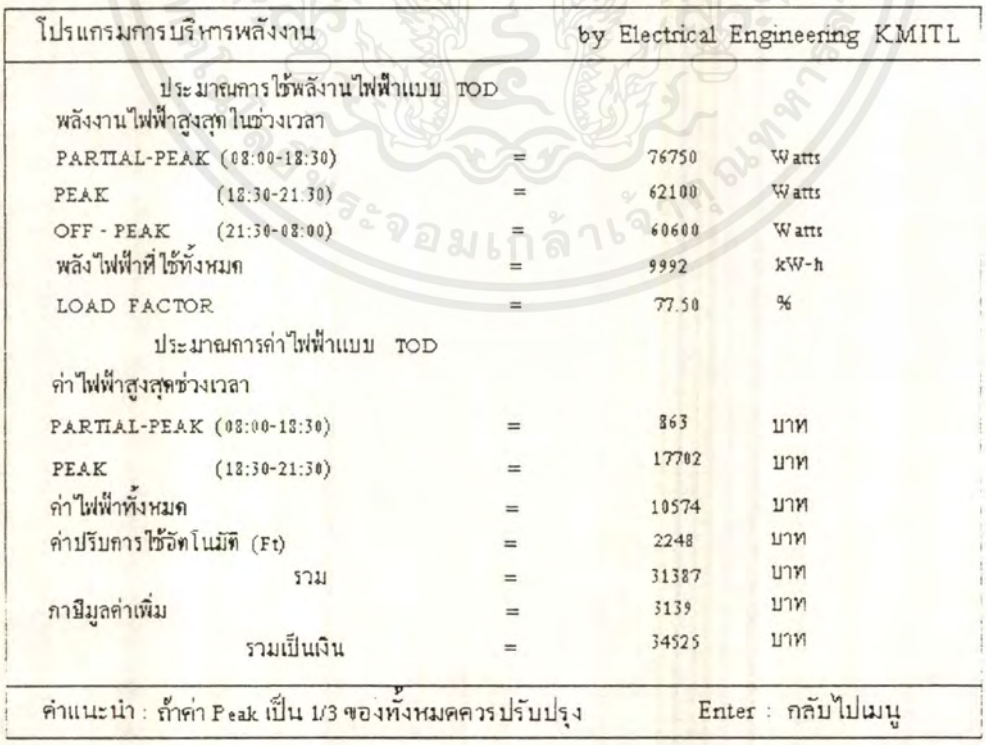
รูปที่ 28 แสดงกราฟโหลดที่จัดแบบอัตโนมัติแบบ TOD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากแสดงกราฟแล้วจะเป็นการเลือกระดับของแรงดันไฟฟ้าซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณค่าไฟฟ้าที่ได้จากการบริหารและได้กราฟโหลด โดยจะต้องเลือกให้ตรงกับระดับของแรงที่ใช้อยู่จริง ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 29



รูปที่ 29 แสดงอัตราค่าไฟฟ้าที่ระดับแรงดันต่างๆ แบบ TOD



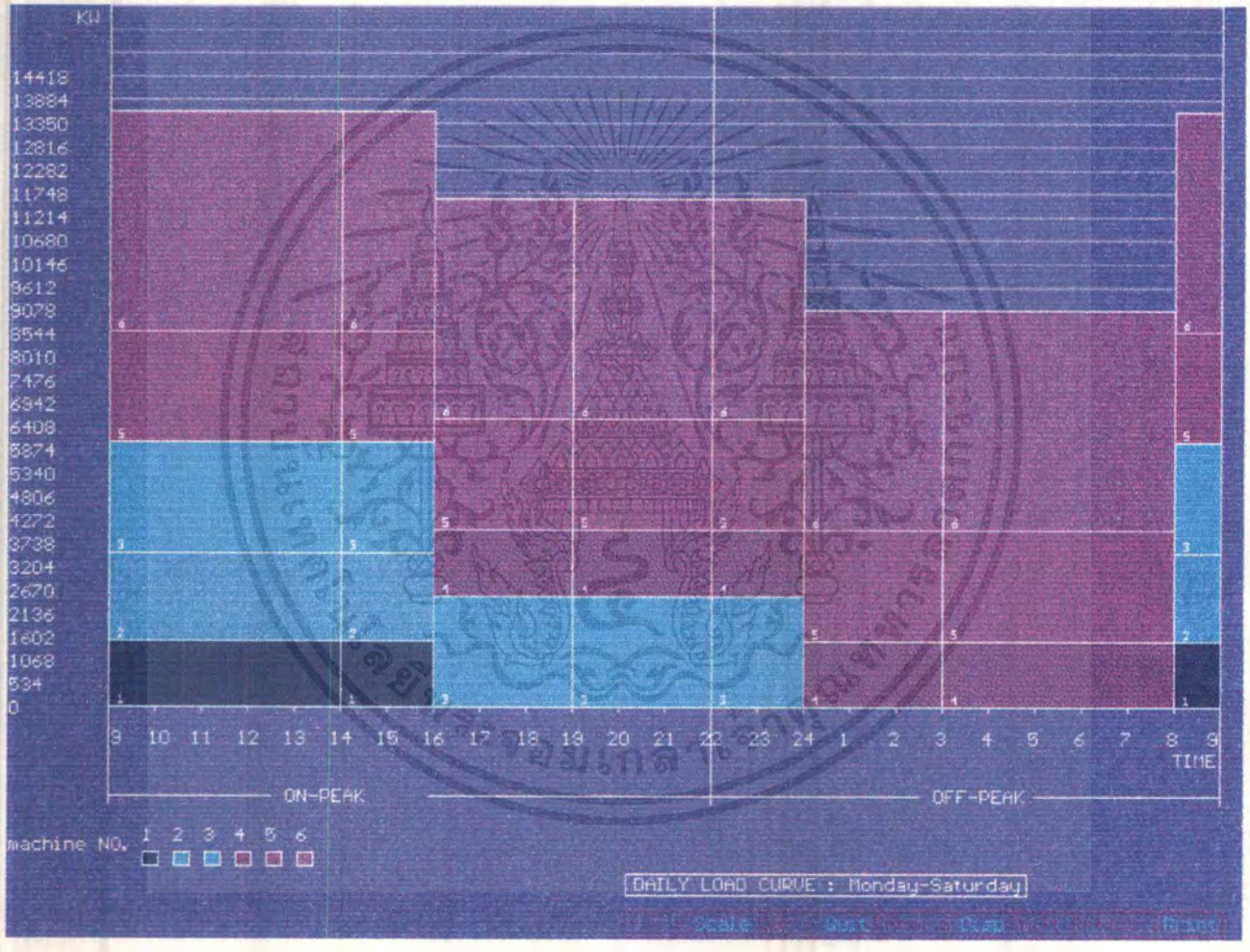
รูปที่ 30 แสดงการคำนวณค่าไฟฟ้าที่ได้จากการบริหารแบบ TOD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 30 ค่าไฟฟ้าแสดงค่าไฟฟ้าที่ได้จากการบริหารซึ่งจเป็นการประมาณการ โดยจะสมมติว่าเราทำการกำหนดให้เครื่องจักรทำงานเวลาดัง กล่าวตลอด

4. การแสดงกราฟโหลดแบบ TOU

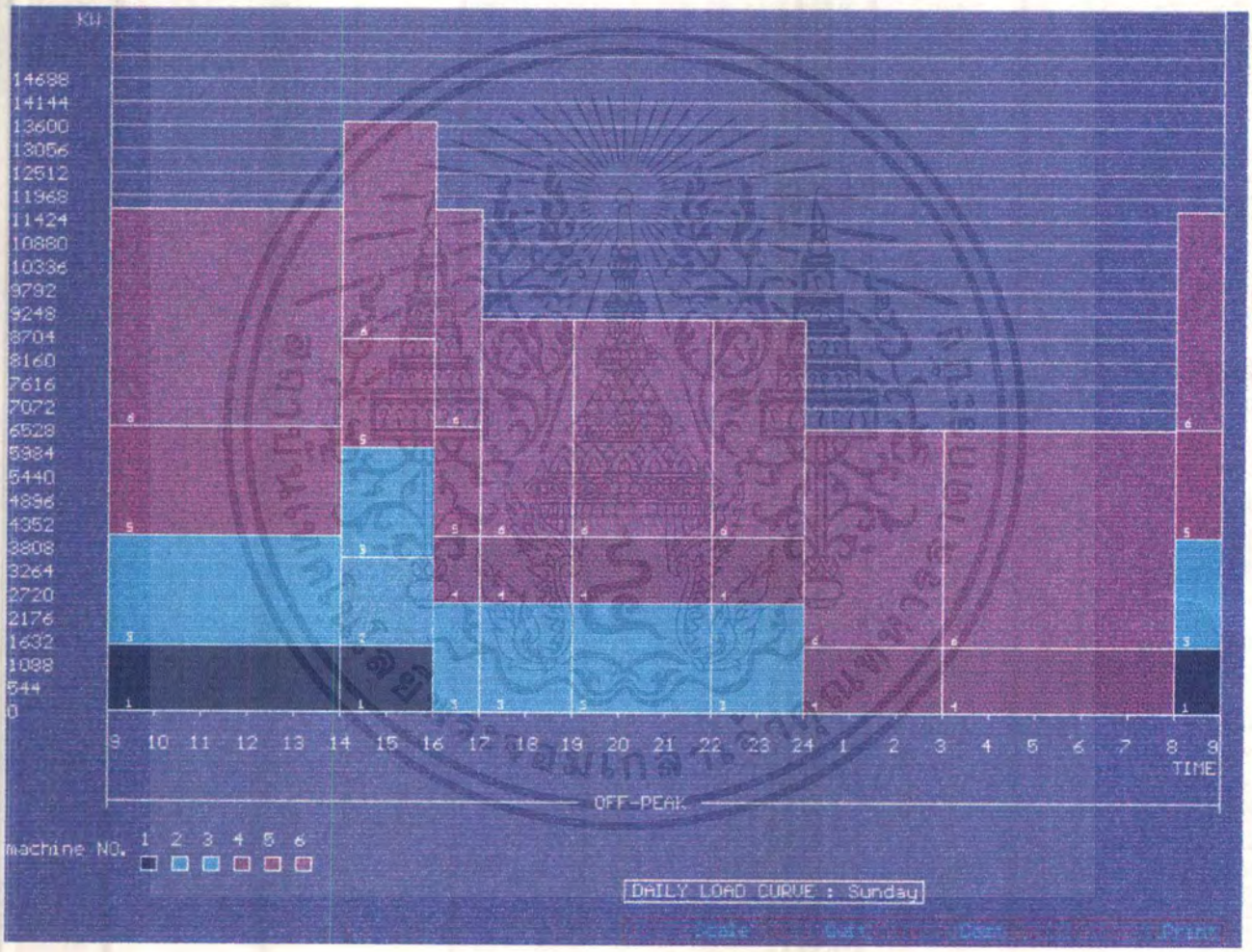
ในการแสดงกราฟโหลดแบบ TOU จะมีขั้นตอนคล้ายกับแบบ TOD แต่การกำช่วงของความต้องการพลังงานไฟฟ้าจะ ไม่เหมือนกันดังแสดงในรูปที่ 31



รูปที่ 31 แสดงกราฟโหลดแบบจัดเองแบบ TOU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแบบของ TOU เราจะแสดงกราฟโหลดของวันอาทิตย์ด้วยเนื่องจากอัตราค่าไฟฟ้าในวันอาทิตย์แตกต่างจากวันอื่นๆ ซึ่งแสดงในรูปที่ 32



รูปที่ 32 แสดงกราฟโหลดในวันอาทิตย์แบบ TOU

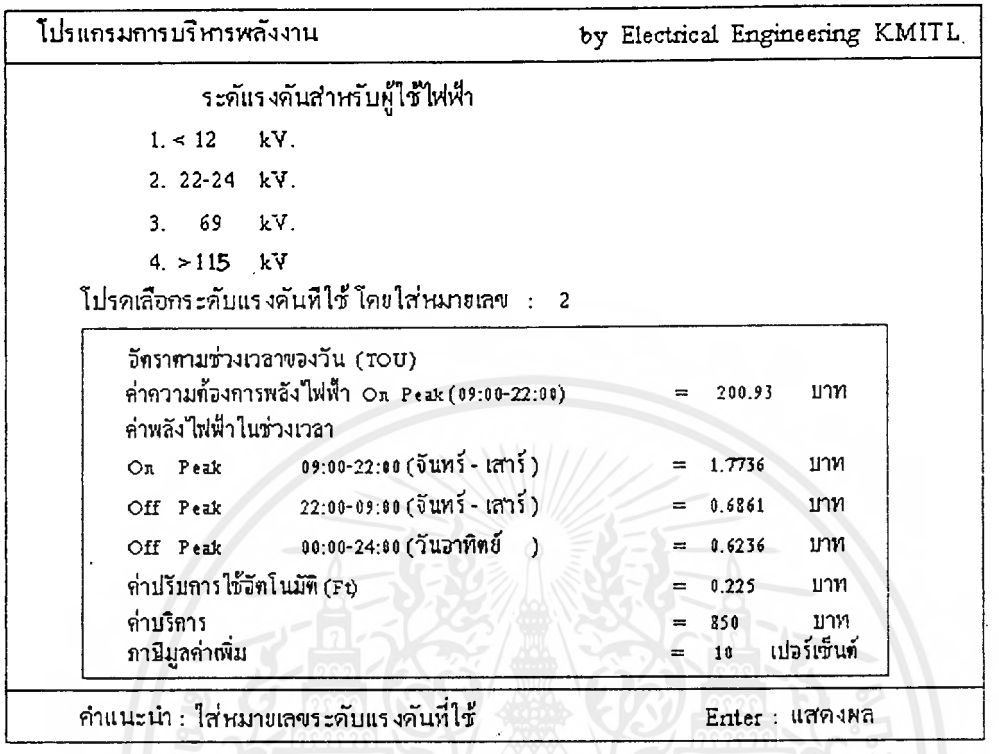
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจัดโหลดแบบอัตโนมัติเราจะทำการจัดโหลดเฉพาะในวันจันทร์ - เสาร์ เท่านั้น เพราะในวันอาทิตย์ไม่มีการเก็บค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ดังแสดงในรูปที่ 33

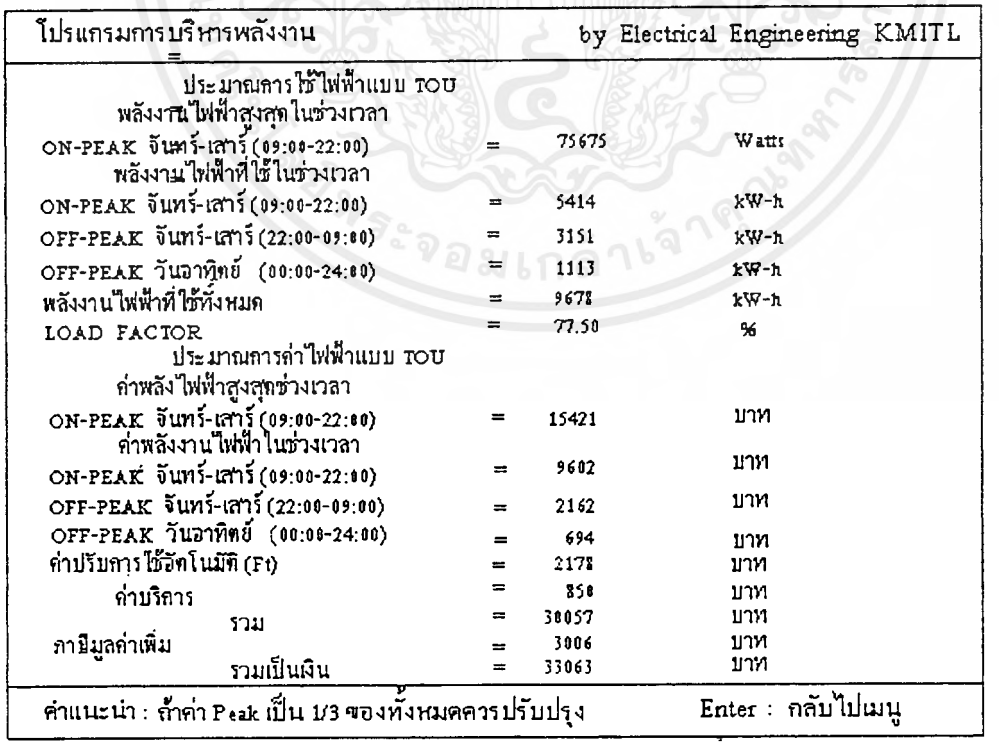
รูปที่ 33 แสดงกราฟโหลดจากการจัดแบบอัตโนมัติแบบ TOU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากกราฟโหลดแล้วอัตราค่าไฟฟ้าที่ระดับแรงดันต่างๆ ก็แตกต่างกับแบบ TOD และยังเพิ่มอัตราค่าไฟฟ้าที่พิกัดแรงดัน มากกว่า 115 kV เพิ่มขึ้นมาอีกด้วย ดังแสดงใน รูปที่ 34 .



รูปที่ 34 แสดงอัตราค่าไฟฟ้าที่ระดับแรงดันต่างๆ แบบ TOU



รูปที่ 35 แสดงผลของการคำนวณค่าไฟฟ้าแบบ TOU จากการบริหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ค่าไฟฟ้าที่ใช้จริง

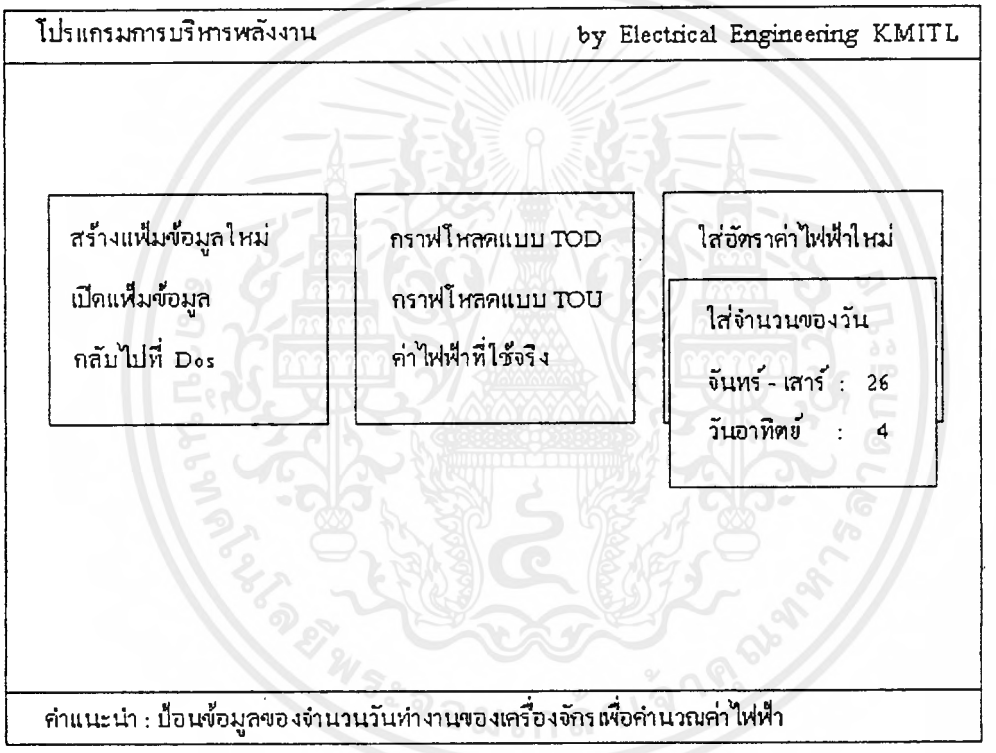
ในส่วนนี้เป็นการคำนวณค่าไฟฟ้าจากการใช้ไปจริง โดยจะเป็นการป้อนข้อมูลจากที่ได้จากการจดบันทึกจาก Wattmeter นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าไฟฟ้า

6. ใส่อัตราค่าไฟฟ้าใหม่

ในส่วนนี้ถ้ามีการปรับปรุงอัตราค่าไฟฟ้าใหม่ของการไฟฟ้าเราสามารถนำค่าไฟฟ้าใหม่มาทำการป้อนลงไปได้โดยใช้ส่วนนี้

7. การใส่จำนวนของวัน

ในส่วนนี้เป็นการใส่จำนวนของวันทำงานของเครื่องจักร โดยแบ่งเป็นวันจันทร์-เสาร์ และ วันอาทิตย์ เพื่อนำไปคำนวณหาค่าไฟฟ้า ดังแสดงใน รูปที่ 36



รูปที่ 36 แสดงการกำหนดจำนวนวันทำงานของเครื่องจักร

8. Program version 1

ในส่วนนี้เป็นโปรแกรมของ Project ปี 2539 ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบกับ Project ที่ได้ปรับปรุงไปแล้วได้

9. กลับไปที่ Dos

เมื่อผู้ใช้ต้องการจะออกจากโปรแกรมเมื่อจบการใช้งาน โดยโปรแกรมจะกลับไปสู่ Dos เป็นการจบการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ใช้นำไปเก็บข้อมูลของเครื่องจักร

แบบฟอร์มการตรวจสอบช่วงเวลาทำงานของเครื่องจักร

บริษัท _____ **วันที่** _____

ประเภทของวันทำงาน ☐ วันจันทร์ – เสาร์ ☐ วันอาทิตย์

No.	ชื่อของเครื่องจักร	เวลาเริ่มทำงาน	เวลาหยุดทำงาน	พิกัดกำลัง (W)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้า

ตารางการใช้พลังงานไฟฟ้า

ประจำปี

เดือน	ปริมาณที่ใช้ (kWh)	ค่า Peak (kW)	ค่า Peak (บาท)	ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)
ม.ค.				
ก.พ				
มี.ค.				
เม.ย.				
พ.ค.				
มิ.ย.				
ก.ค.				
ส.ค.				
ก.ย.				
ต.ค.				
พ.ย.				
ธ.ค.				
รวม	0	MAX	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9
กรณีศึกษาและผลการทดลอง

9.1 การสำรวจเบื้องต้น

โรงงานอุตสาหกรรมที่ได้เข้าไปศึกษา และตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าคือ โรงงานบางกอกสปริง (Bangkok Spring Industrial Co. , Ltd) ในส่วนของโรงหล่อเหล็กเหนียว (Somboon Malleable Iron Ind. Co., Ltd) ซึ่งตั้งอยู่ที่ 112 หมู่ 2 ถนน บางนา-ตราด กม.15 ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ โดยโรงงานถูกจัดอยู่ในประเภทที่ 4 ตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ซึ่งเป็นกิจการขนาดใหญ่ที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ 2000 กิโลวัตต์ขึ้นไป และใช้ระดับแรงดันไฟฟ้า 12-24 กิโลโวลท์ โรงหล่อจะทำการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยทำการหลอมเหล็กด้วยเตาไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำ (Induction Furnace) ขนาด 5 ตัน จำนวน 1 เตา และขนาด 2 ตัน จำนวน 2 ตัว น้ำเหล็กที่ได้จะถูกเทลงบนแบบทรายที่ขึ้นรูปไว้แล้ว เมื่อเหล็กเย็นตัวก็นำไปถอดแบบด้วยเครื่องเขย่าทราย จากนั้นจึงตรวจสอบคุณภาพต่อไป

9.2 การวางผังตำแหน่งที่ตั้ง

แผนผังอุปกรณ์การผลิตในโรงหล่อเหล็กเหนียวสามารถแสดงได้ดังรูป 37

9.3 การแยกประเภทอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

จากการสำรวจพบว่าอุปกรณ์ที่มีความสำคัญต่อการผลิต และมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด คือ เตาหลอมชนิดเหนี่ยวนำทั้ง 3 เตา ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้โครงงานนี้มุ่งวิเคราะห์สภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอม เนื่องจากมีผลอย่างมากต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของโรงหล่อในแต่ละเดือน โดยข้อมูลพิกัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในแต่ละประเภทสามารภแสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายชื่อของเครื่องจักรในโรงงานสมบูรณ์หล่อเหล็ก

เครน(CRANE)	เตาหลอม(FURNACE)	สายพานลำเลียง(CONVEYER)
C1 = 12.5 kW	2 ตัน 1 = 1200 kW	CV1 = 2.2 kW CV14 = 1.47 kW
C2 = 2 kW	2 ตัน 2 = 1200 Kw	CV2 = 7.4 kW CV15 = 0.75 kW
C3 = 1.5 kW	5 ตัน = 1200 kW	CV3 = 3.7 kW CV16 = 2.2 kW
C4 = 5 kW	ปั๊มน้ำ = 15x3 = 45 kW	CV4 = 3.7 kW CV17 = 2.2 kW
C5 = 3.2 kW	ปั๊มไฮดรอลิก 1 = 5.5 kW	CV5 = 2.2 kW CV18= 2.2 kW
C6 = 3.2 kW	ปั๊มไฮดรอลิก 2 = 6.6 kW	CV6 = 2.2 kW CV19 = 2.2 kW
C7 = 3.2 kW	ปั๊มไฮดรอลิก 3 = 7.6 kW	CV7 =11.05 kW CV20 = 2.2 kW
C8 = 3.7 kW CV		CV8 = - kW CV21 = 2.2 kW
C9 = 3 kW		CV9 = - kW CV22 = 2.2 kW
C10 = 3 kW	เครื่องเขย่าทราย(VIBRATOR)	CV10 = 2.2 kW CV23 = 2.2 kW
C11 = 3.7 kW	AMF = 3.7 kW	CV11 = 2.2 kW CV24 = 2.2 kW
C12 = 3.7 kW	FD4 = 0.85 kW	CV12= 2.2 kW CV25 = 2.2 kW
C13 = 3.7 kW	SAND COOLER = 3.7 kW	CV13 = 2.2 kW CV26 = 2.2 kW

ปั๊มลม(PUMP)

เบอร์ 1 = 75 kW

เบอร์ 2 = 75 kW

เบอร์ 3 = 75 kW

เบอร์ 4 = 150 kW

เครื่องอัดแบบ(HYDROLIC MOULDING) = 3.7 kW

เครื่องทำไส้แบบหล่อ(SHELL CORE) = 1 kW

เครื่องผสมทรายทำไส้แบบหล่อ = 3.6 kW

เครื่องทำไส้แบบหล่อ 1 = 5.5 kW

เครื่องทำไส้แบบหล่อ 2 = 5.5 kW

เครื่องผสมทรายทำไส้แบบหล่อ 117 = 45 kW

เครื่องผสมทรายทำไส้แบบหล่อ 116 = 30 kW

เครื่องดักฝุ่น 1 = 75 kW

เครื่องดักฝุ่น 2 = 18 kW

เครื่องดักฝุ่น FD4 = 18 kW

เครื่องดักฝุ่น AMD = 45 kW

เครื่องขัดชิ้นงาน AMF = 49 kW

เครื่องขัดชิ้นงาน AMF = 21 kW

ปั๊มน้ำ ปั๊มลม = 3.7 kW

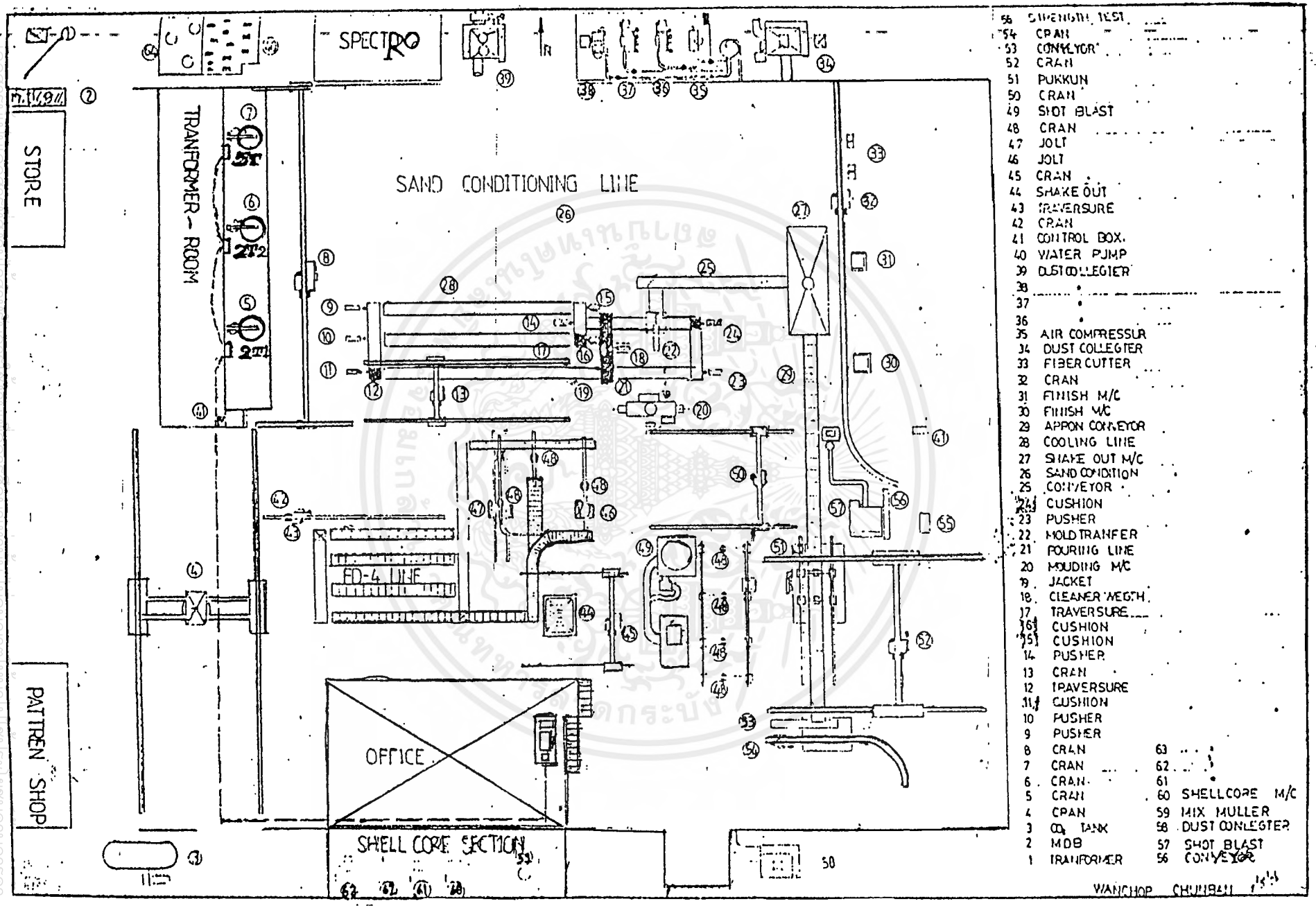
มอเตอร์รวม = 38 kW

เตาหลอมรวม = 3600 kW

โหลดรวมทั้งหมด = 4578.28 kW

เตาหลอมคิดเป็น 78.63 % ของโหลดรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



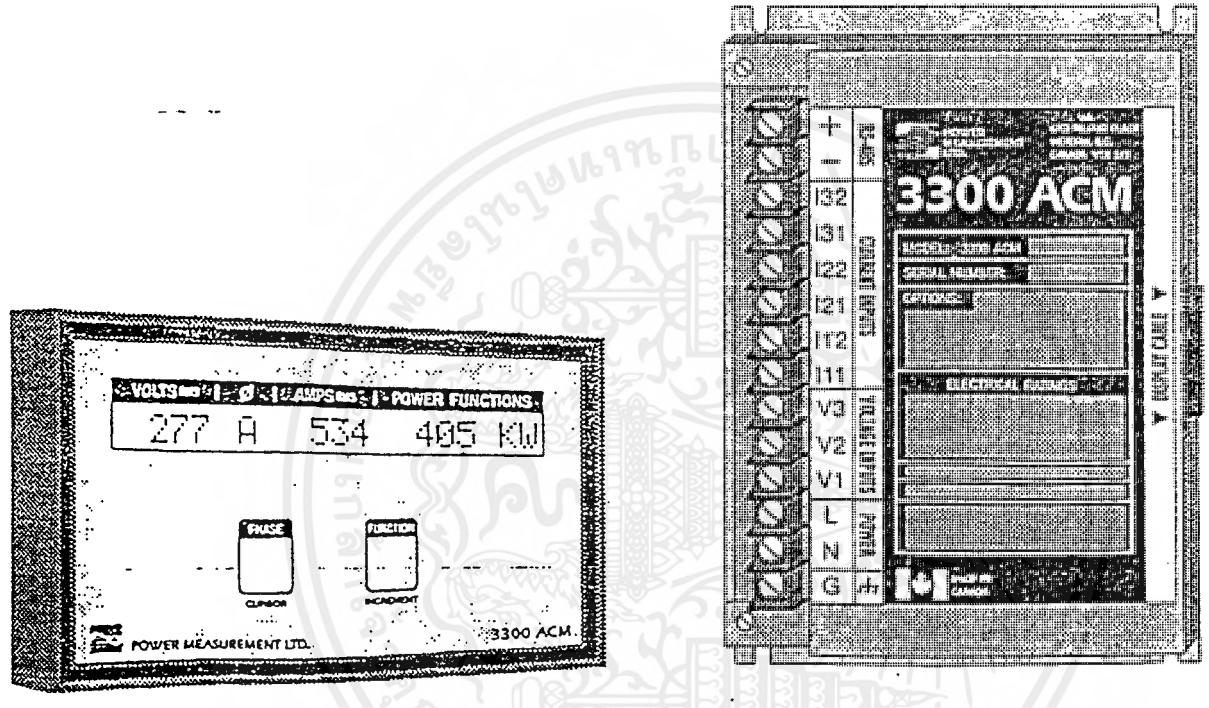
รูปที่ 37 แผนผังอุปกรณ์การผลิตในโรงหล่อเหล็กเหนียว

9.4 แบบทางวิศวกรรมและรายละเอียดประกอบแบบ

จากการที่จะต้องวัดสภาพการใช้พลังงานของเตาหลอมชนิดเหนี่ยวนำทั้ง 3 ตัว จึงได้มีการจัดหาเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์รุ่น 3300 ACM ของบริษัท POWER MEASUREMENT LTD. ประเทศแคนาดา พร้อมทั้งโปรแกรมควบคุมการทำงาน ที่มีชื่อว่า L-SCADA ดังรูปที่ 38โดยจะทำการวัดค่ากิโลวัตต์ และกิโลวัตต์ดีมานด์ ซึ่งจากแบบวงจรไฟฟ้าของเตาหลอมแต่ละตัวดังรูปที่ 39 จะเห็นได้ว่าทางด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงสำหรับเตาหลอมทุกตัว มีการต่อหม้อแปลงกระแส และหม้อแปลงแรงดันอย่างละ 2 ตัว แบบ 3 wire delta เมื่อศึกษาแบบวงจรไฟฟ้าของเตาหลอมแต่ละตัวอย่างละเอียด พบว่าในทางปฏิบัติเพื่อความสะดวก เราจึงเดินสายไฟที่ต่อมาจากหม้อแปลงกระแส และหม้อแปลงแรงดัน ที่ตู้ควบคุมเตาหลอมไปยังเครื่องวัด 3300 ACM โดยต่ออนุกรมเข้ากับหม้อแปลงกระแสและต่อขนานเข้ากับหม้อแปลงแรงดัน ณ จุดวัดค่ากระแส และแรงดันของเครื่องวัด 3300 ACM ตามลำดับ

เครื่องวัด 3300ACM สามารถส่งข้อมูลไปแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ โดยผ่านทางสายสื่อสาร RS-485 ซึ่ง มีระยะการส่งข้อมูลได้ไกลถึง 1,200 เมตร เป็นสายบวกและลบ พร้อมด้วยสายชีลล์ (shield) ป้องกันสัญญาณรบกวน การติดตั้งได้ต่ออนุกรมสาย RS-485 จาก 3300ACM –ของเตา 5 ตัน ไปสู่ 3300 ACM ของเตาอีก 2 ตัวและ VIRTUAL DEVICE ที่มีหน้าที่เก็บข้อมูลของเครื่องวัด 3300 ACM ทั้ง 3 ตัว จากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปสาย RS-485 ผ่านเครื่องแปลงสัญญาณ COM 32 เข้าสู่คอมพิวเตอร์ทาง Serial Port โดยสาย RS-232 ตามรูปที่ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

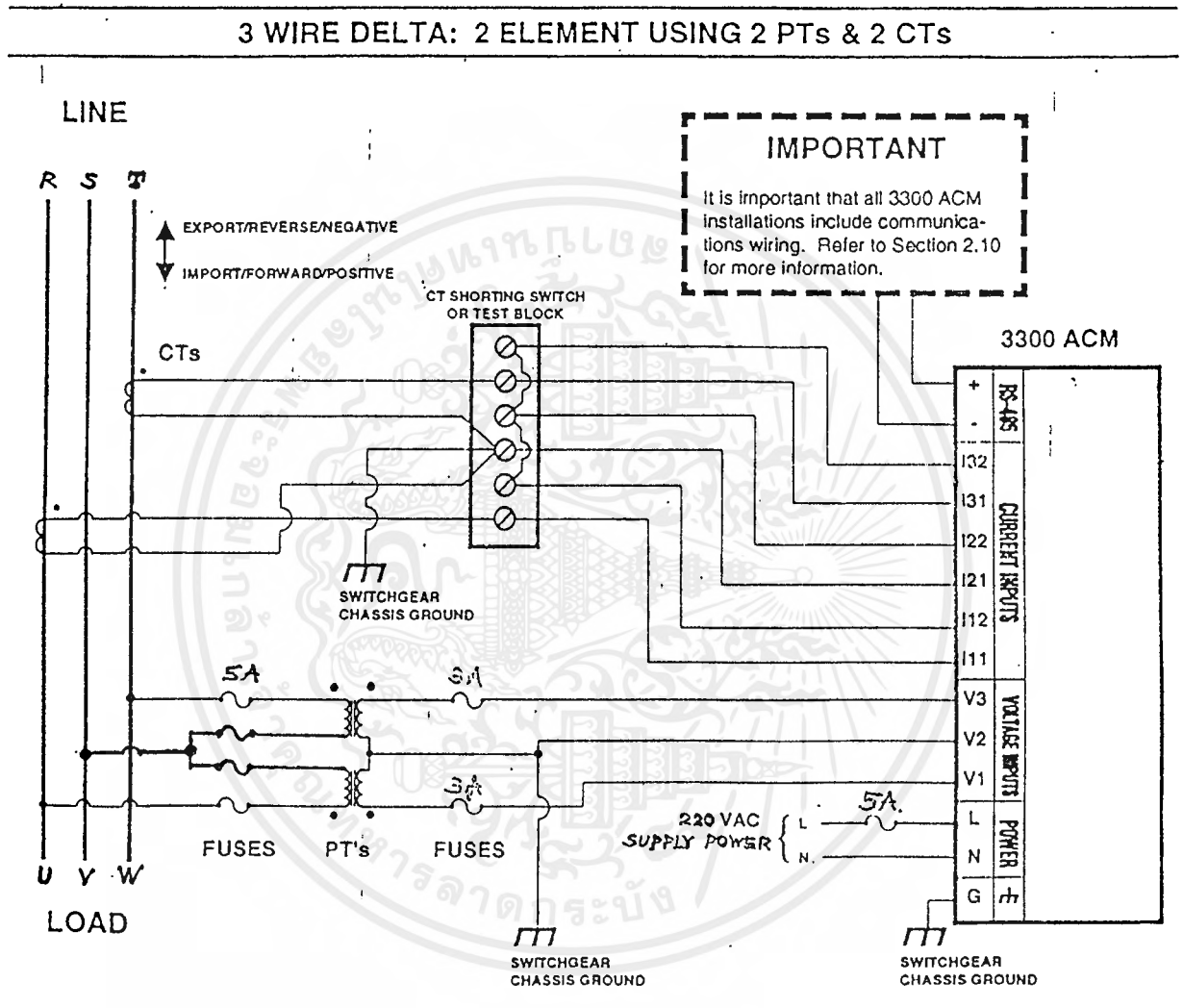


DISPLAY MODULE

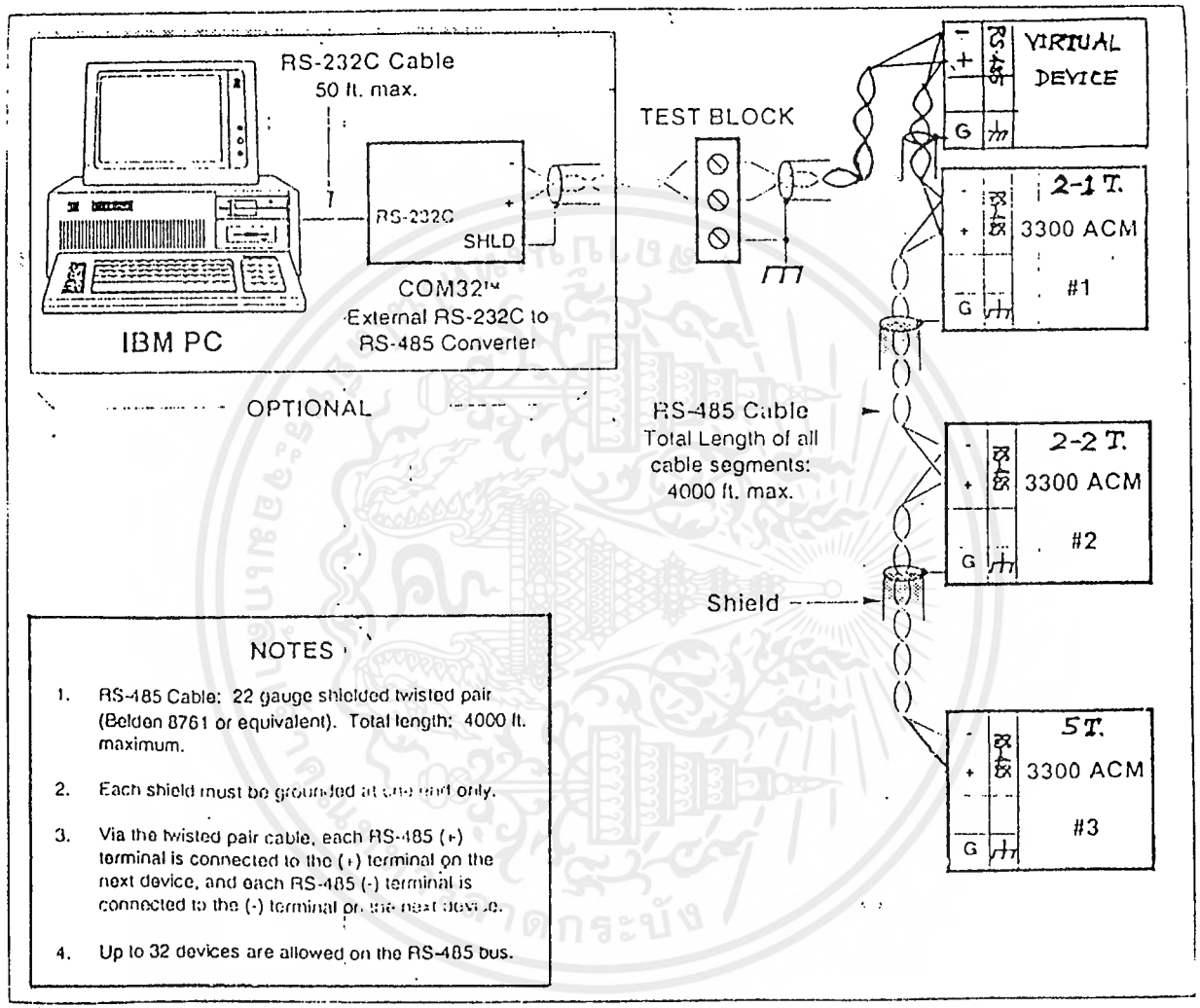
BASE MODULE

รูปที่ 38 แสดงเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ารุ่น 3300 ACM ที่ใช้ในการบันทึกการใช้พลังงาน

76



รูปที่ 39 แสดงการต่อวงจรเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเตาหลอม



รูปที่ 40 แสดงการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับเครื่องวัด 3300 ACM แต่ละเครื่อง

9.5 บันทึกการใช้อุปกรณ์และการบริโภคพลังงานไฟฟ้า

ข้อมูลที่ได้รับจาก 3300 ACM ผ่านทาง VIRTUAL DEVICE จะทำการแสดงผลได้โดยโปรแกรม L-SCADA ที่ติดตั้งอยู่ในคอมพิวเตอร์ ในลักษณะการบันทึกแบบ Snap Shot ที่จะได้ข้อมูลเป็นค่ากิโลวัตต์ของเตาหลอมแต่ละตัว กิโลวัตต์รวม และกิโลวัตต์ดีมานด์ บันทึกลงในหน่วยความจำ ทุกๆ คาบเวลาที่กำหนดอย่างต่อเนื่อง ตามการทดลองได้ตั้งไว้เป็นเวลา 5 นาที ในการคิดค่าความต้องการพลังงานสูงสุดของการไฟฟ้าฯ จะคำนวณจากค่ากิโลวัตต์สูงสุดเฉลี่ยใน 15 นาที ดังนั้นจึงได้ตั้งค่า DEMAND PERIOD ในเครื่อง 3300 ACM เป็น 15 นาที เพราะฉะนั้นเมื่อครบคาบเวลา 15 นาที เครื่องจะคำนวณและแสดงผลค่ากิโลวัตต์ดีมานด์ของคาบที่ผ่านมา และจากการบันทึกข้อมูลทุกๆ 5 นาที จะทำให้ค่ากิโลวัตต์ดีมานด์ที่ได้มีค่าเหมือนกัน 3 ค่า โปรแกรมจะทำการบันทึกค่าเดิมให้ เนื่องจาก 3300 ACM จะยังไม่เฉลี่ยค่ากิโลวัตต์ดีมานด์ใหม่ จนกว่าจะครบอีก 15 นาที ข้อมูลการใช้พลังงานของเตาหลอมที่บันทึกได้ใน 1 วัน ถูกแสดงในตาราง ข้อมูลแต่ละชนิดทั้งหมดสามารถแปลงเป็นแฟ้มข้อมูลของโปรแกรม Lotus 123 จึงสามารถสร้างกราฟแสดงการใช้พลังงานได้ดังรูปที่ 41-45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลอง

TIMI	KWTOTAL	KW DEMAND	KW FURNACE 2-1	TON	KW FURNACE 2-2	TON	KW FURNACE 5	TON
8:00	1026	1160	61		111		854	
8:15	1872	1233	170		834		868	
8:30	1916	1800	145		923		848	
8:45	2323	1739	1178		1145		0	
9:00	2447	2228	954		574		919	
9:15	1990	2175	961		107		922	
9:30	1784	1958	86		790		908	
9:45	2504	2142	918		722		864	
10:00	2122	2751	895		1317		0	
10:15	2109	2474	83		1158		868	
10:30	910	1607	64		3		843	
10:45	1780	1633	847		100		833	
11:00	1909	1914	969		100		840	
11:15	2749	2087	840		1072		837	
11:30	2140	2284	114		1195		831	
11:45	2051	2208	78		1133		840	
12:00	1829	2080	848		147		834	
12:15	1932	1896	987		120		825	
12:30	2638	2039	894		942		802	
12:45	2816	2499	811		1198		807	
13:00	2034	2193	61		1158		815	
13:15	1761	1959	912		45		804	
13:30	1878	1828	997		87		794	
13:45	2736	2375	870		1063		803	
14:00	2109	2523	80		1249		780	
14:15	1912	2393	869		1043		0	
14:30	1803	1954	937		67		799	
14:45	1671	1757	834		39		798	
15:00	1923	2085	78		1043		802	
15:15	2856	2417	961		1133		762	
15:30	1908	2654	953		751		204	

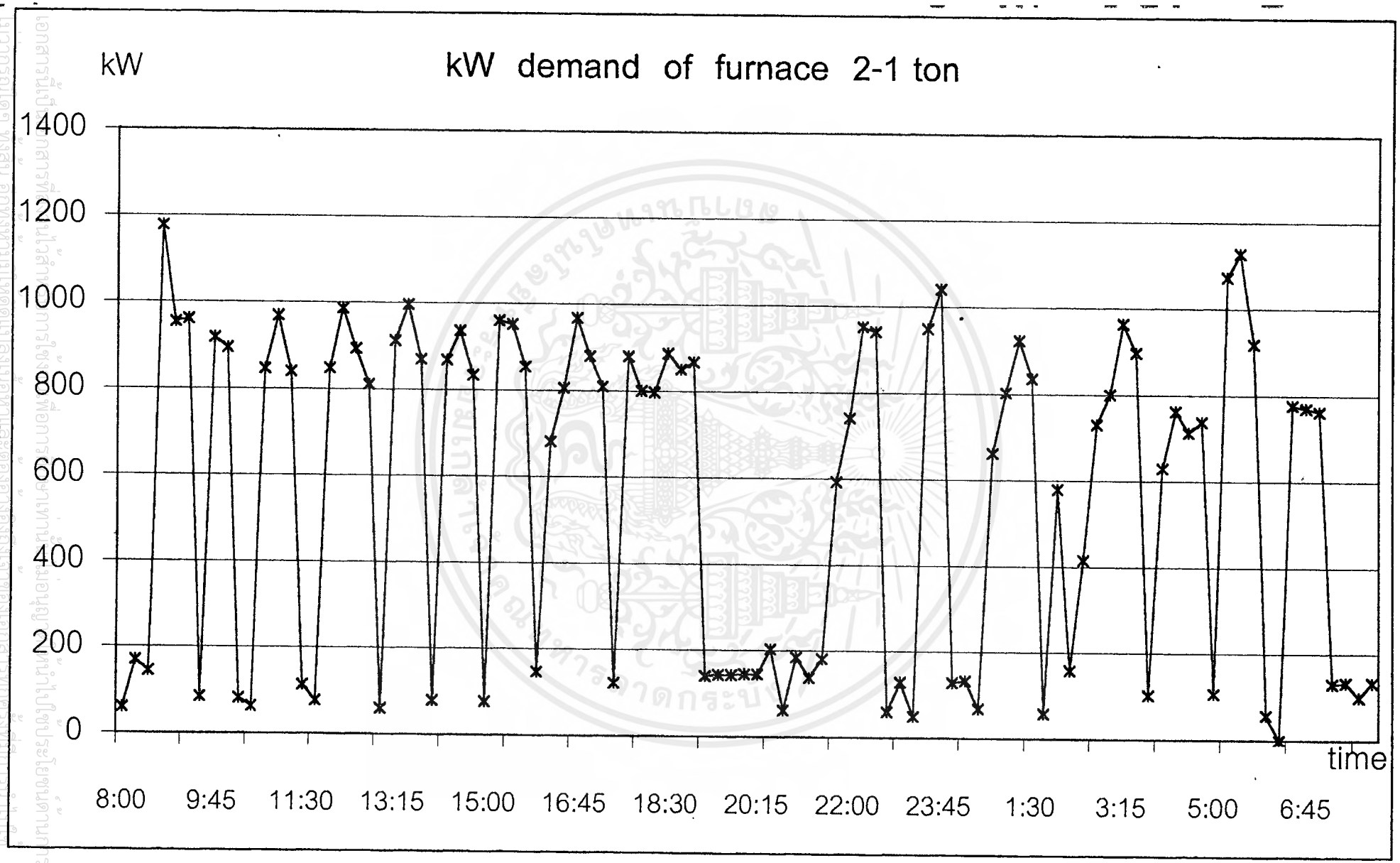
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15:45	1740	1694	854	100	786
16:00	1846	1615	148	902	796
16:15	2653	2018	682	1162	809
16:30	2734	2667	806	1099	829
16:45	1798	2347	968	27	803
17:00	1842	2268	880	743	219
17:15	2030	1852	810	1011	209
17:30	2018	1694	123	1097	798
17:45	1818	1360	880	139	799
18:00	1722	1725	801	104	817
18:15	2664	2015	797	1022	845
18:30	1758	2189	887	47	824
18:45	2763	2303	851	1083	829
19:00	1163	1582	867	85	211
19:15	443	641	141	85	217
19:30	449	448	143	85	221
19:45	459	453	143	85	231
20:00	460	460	145	85	230
20:15	1179	1142	145	133	901
20:30	1149	1336	204	36	909
20:45	1022	1020	62	3	957
21:00	2196	1258	185	1064	947
21:15	1299	2106	138	1161	0
21:30	1476	1563	182	1054	240
21:45	838	1580	593	3	242
22:00	1713	1191	742	47	924
22:15	1953	1853	953	65	935
22:30	1913	1997	941	117	855
22:45	2115	2463	61	1105	949
23:00	2163	2027	129	1084	950
23:15	1157	2074	50	47	1060
23:30	2001	1835	949	3	1049
23:45	2994	2127	1041	915	1038
24:00:00	1083	2796	129	966	706

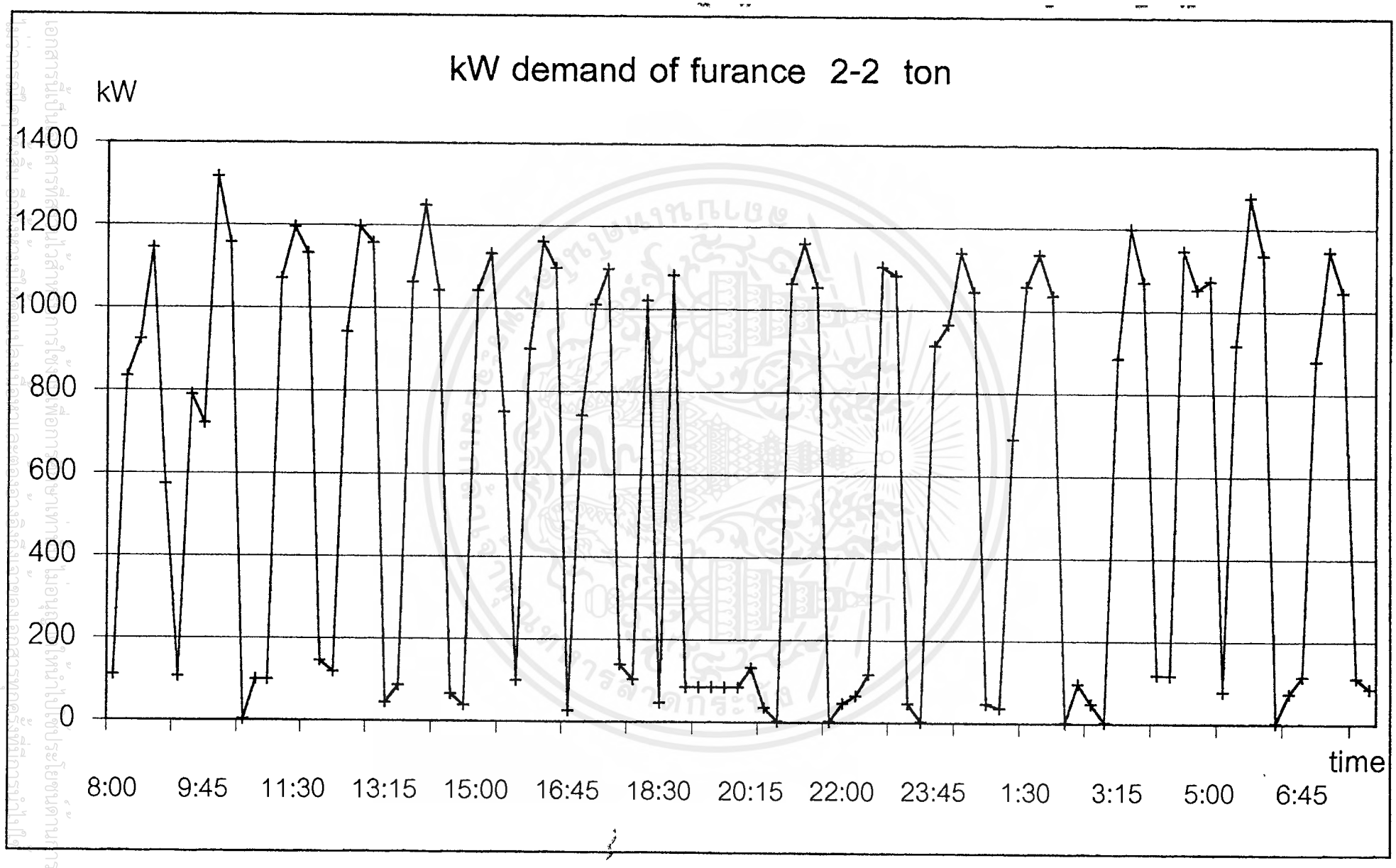
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0:15	2314	2143	134	1139	1041
0:30	2131	2177	69	1045	1017
0:45	935	1905	663	47	225
1:00	1732	1558	803	37	892
1:15	1844	1795	924	690	230
1:30	2930	1995	836	1059	1035
1:45	2116	2388	59	1137	920
2:00	1857	1834	580	1037	240
2:15	391	783	159	2	230
2:30	1410	583	416	96	898
2:45	1631	1439	731	48	852
3:00	1651	1697	801	3	847
3:15	2643	1991	964	885	794
3:30	3019	2657	897	1200	922
3:45	2089	2606	103	1071	915
4:00	1629	1607	630	118	881
4:15	1785	1676	763	117	905
4:30	1959	1535	714	1148	97
4:45	2605	1924	738	1053	814
5:00	2071	2493	107	1073	891
5:15	2026	1883	1073	78	875
5:30	2928	2039	1128	918	882
5:45	2286	2301	918	1276	92
6:00	2124	2172	58	1136	930
6:15	842	2186	0	3	839
6:30	1696	1444	778	74	844
6:45	1768	1742	771	116	881
7:00	1876	1896	763	880	233
7:15	2140	1988	131	1146	863
7:30	2081	2125	134	1047	873
7:45	1092	1601	100	112	880
8:00	1026	1070	134	86	850

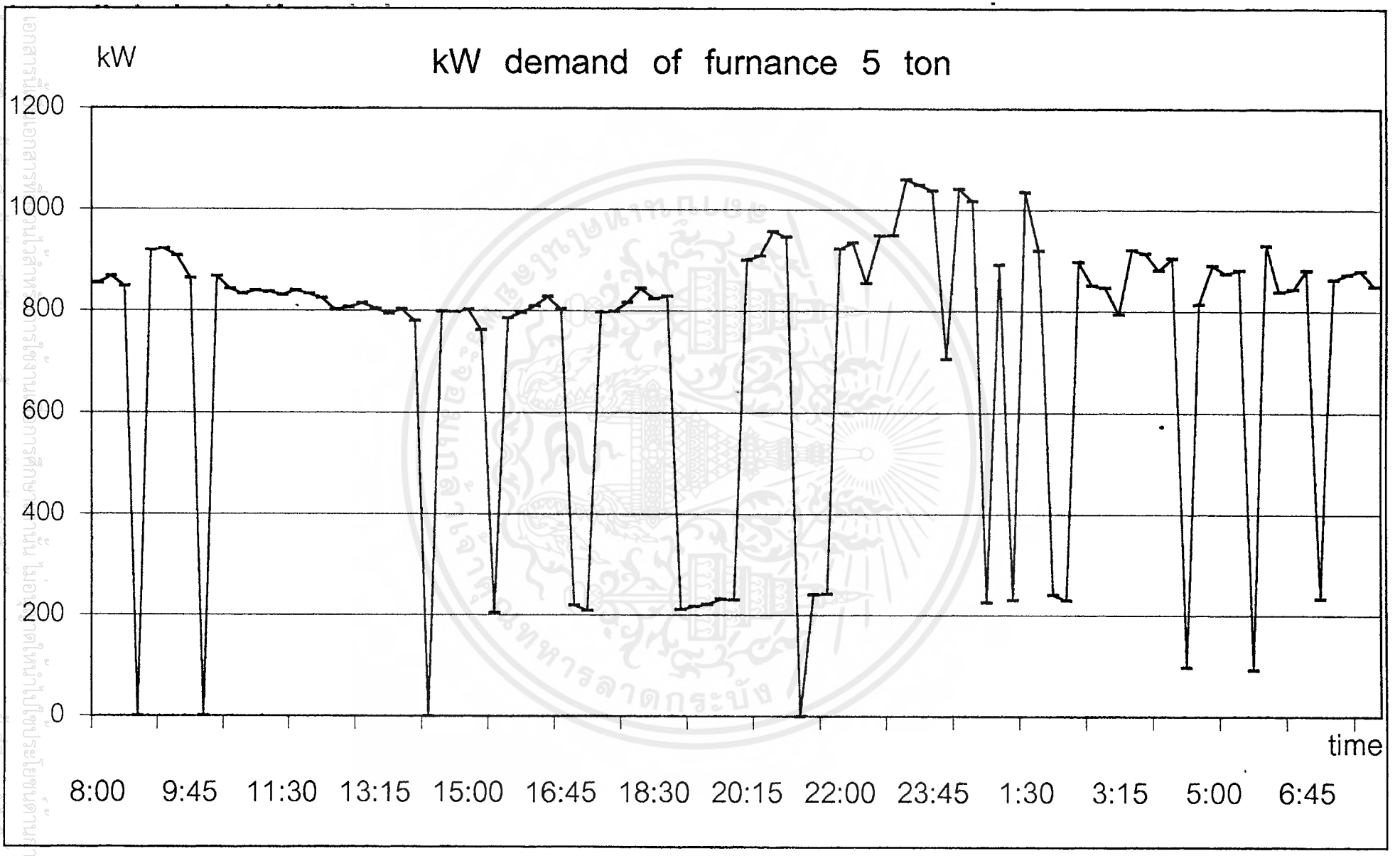
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



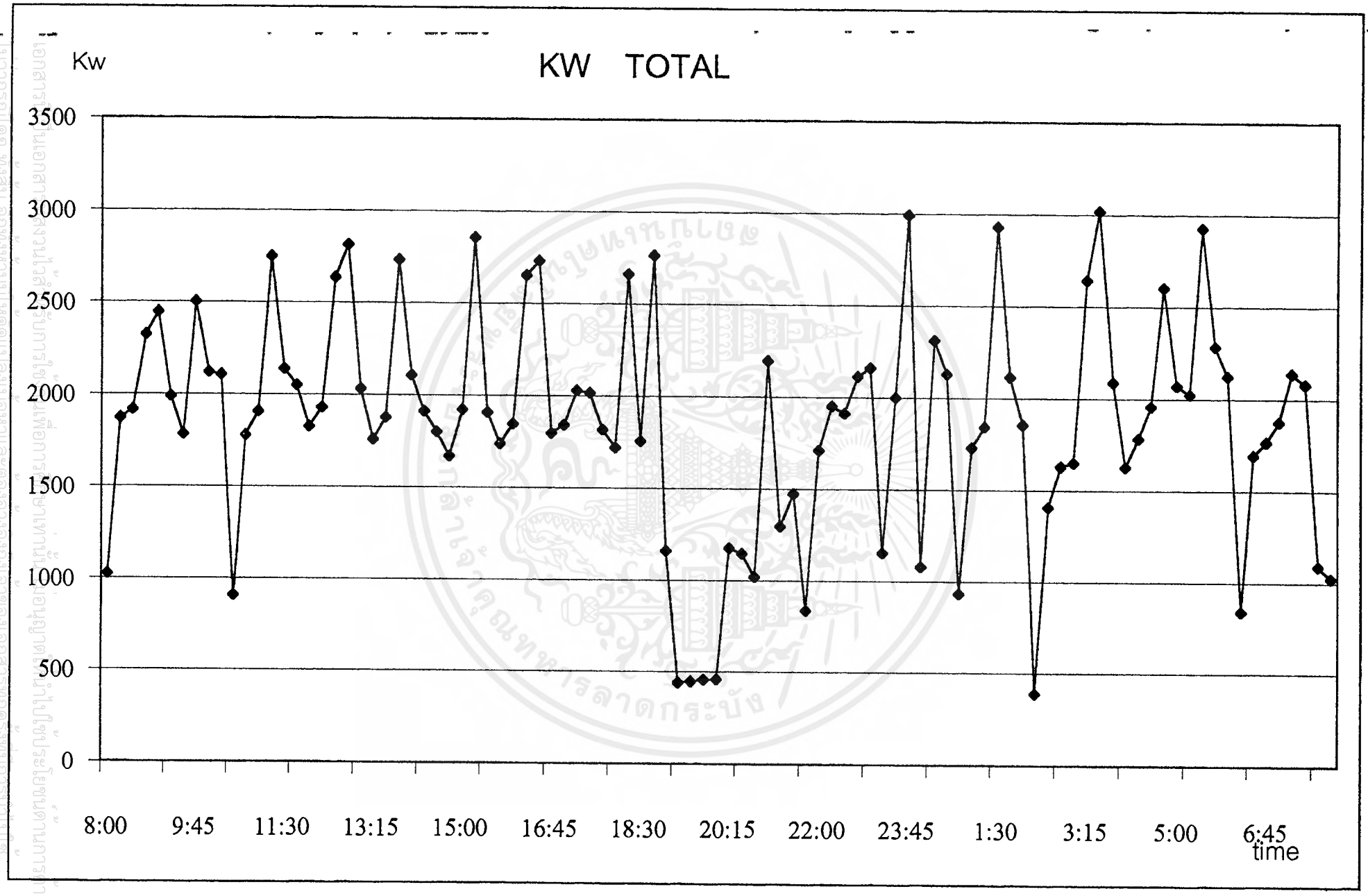
รูปที่ 41 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 1



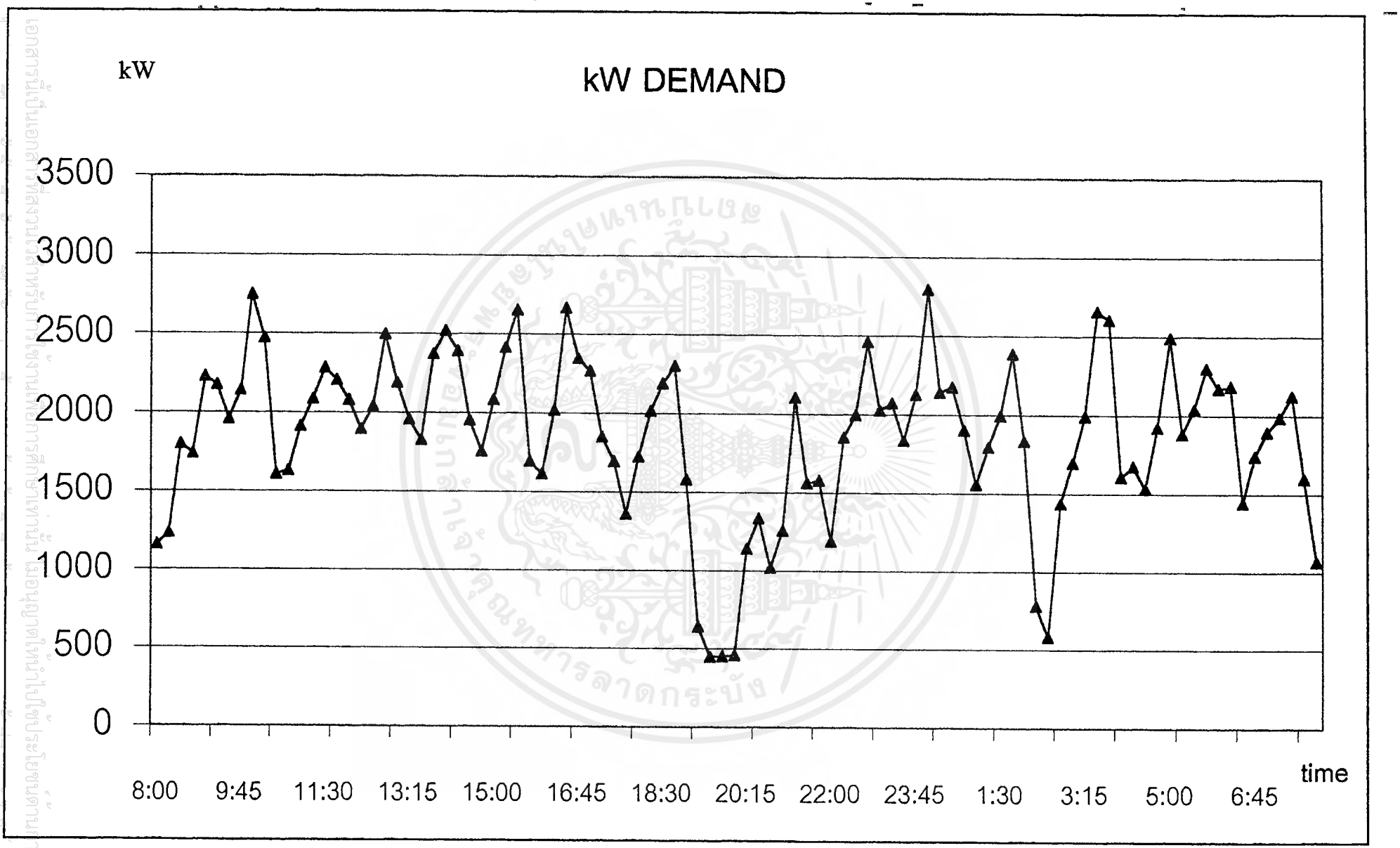
รูปที่ 42 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 2



รูปที่ 43 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 5 ตัน



รูปที่ 44 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของเตาหลอม ทั้ง 3 เตา



รูปที่ 45 เส้นกราฟของความต้องการพลังไฟฟ้ารวมของเตาหลอม ทั้ง 3 เตา

9.6 คำนวณการบริโภคพลังงานไฟฟ้าและแสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

กรณีศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมในโรงหล่อเหล็กเหนียว ถ้าพิจารณาว่าค่าความต้องการสูงสุดทั้งในช่วง Partial-Peak และ Peak ตามที่วัดได้มีค่าสูงสุดในรอบ 1 เดือน เราจะสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้นได้จากสูตร

$C = DC_P*P + EC*E$ (เมื่อ $P \geq PP$) (1)

$C = DC_P*P + DC_{PP}*(PP-P) + EC*E$ (เมื่อ $P < PP$) (2)

จากกราฟจะเห็นได้ว่าความต้องการสูงสุดในช่วง Partial-Peak มีค่า 2,751 kW มากกว่าค่าความต้องการสูงสุดในช่วง Peak ซึ่งมีค่า 2,303 kW สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ตามสมการที่ (2)

โดยที่ DC_P = 285.05 บาท/กิโลวัตต์

DC_{PP} = 58.88 บาท/กิโลวัตต์

EC = 1.0582 บาท/กิโลวัตต์

และเนื่องจากเครื่องวัด 3300 ACM สามารถวัดค่ากิโลวัตต์-ชั่วโมงได้ ทำให้เรารู้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 วัน

E = 45,274 หน่วย (สมมุติให้เป็นค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน)

ดังนั้นใน 1 เดือนปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 45,274*30 = 1,358,220 หน่วย

C = (285.05*2,303) + 58.88*(2,751-2,303) + (1.0582*1,358,220) บาท

C = 656,470.15 + 26,378.24 + 1,437,268.404 บาท

C = 2,120,116.794 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้า

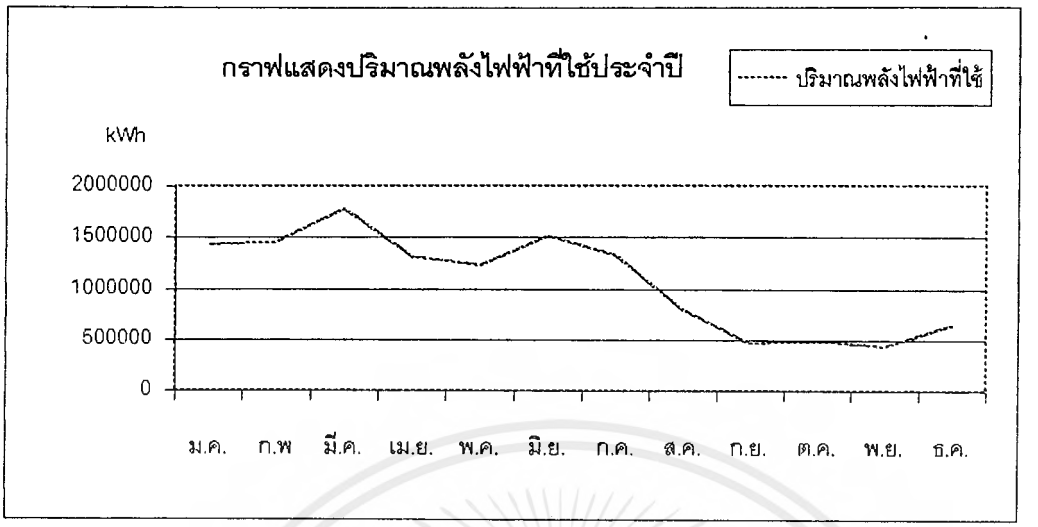
ตารางการใช้พลังงานไฟฟ้า บริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนี่ยวอุตสาหกรรม จำกัด

ประจำปี 2540

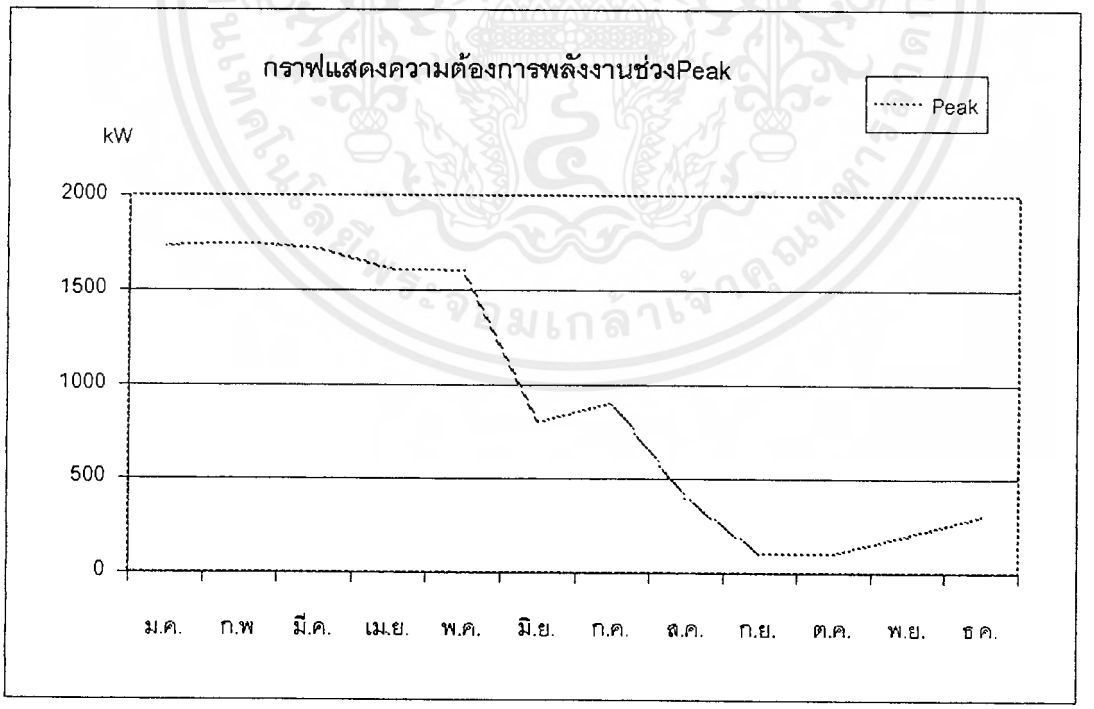
เดือน	ปริมาณที่ใช้ (kWh)	ค่า Peak (kW)	ค่า Peak (บาท)	ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)
ม.ค.	1427000	1730	495600	2517575
ก.พ	1458000	1747	497982	2627954
มี.ค.	1774000	1723	491141	3202779
เม.ย.	1313000	1613	459786	2529765
พ.ค.	1227000	1600	456080	2398345
มิ.ย.	1508000	800	228040	2603282
ก.ค.	1321000	900	256545	2355963
ส.ค.	798000	400	114020	1466294
ก.ย.	465000	100	28505	761163
ต.ค.	489000	100	28505	769156
พ.ย.	439000	200	57010	830279
ธ.ค.	649000	300	85515	1191070
รวม	12868000	11213	3198729	23253625

รูปที่ 46 แสดงตารางการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัทสมบูรณ์หล่อเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

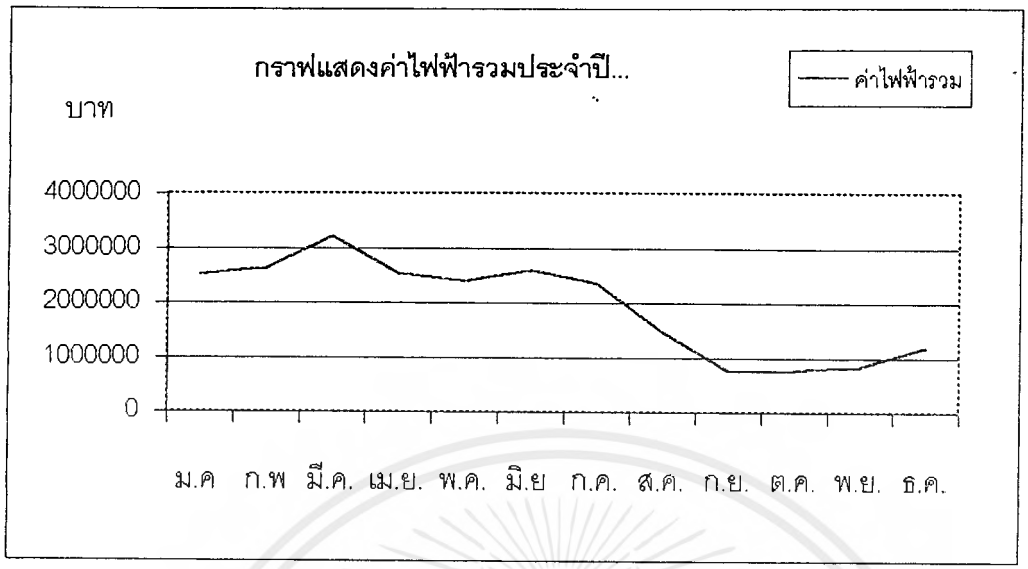


รูปที่ 47 กราฟแสดงปริมาณการใช้พลังไฟฟ้าประจำปีของบริษัทสมบูรณ์หล่อเหล็ก

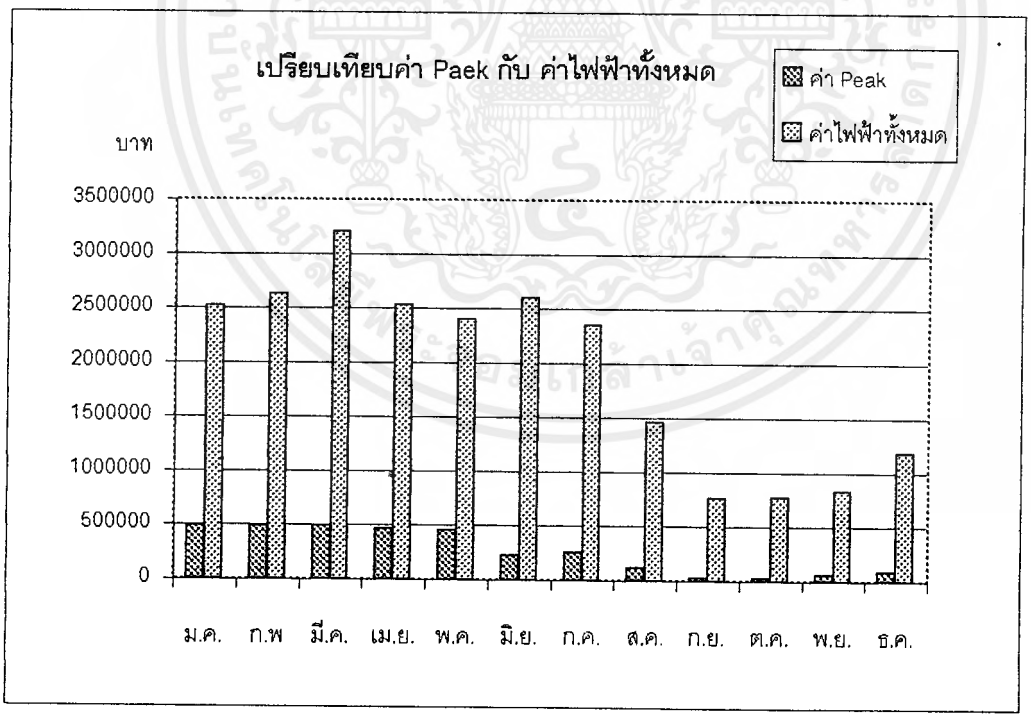


รูปที่ 48 กราฟแสดงความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด(PEAK)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 49 กราฟค่าไฟฟ้าสุทธิประจำปีของบริษัทสมบูรณ์หล่อเหล็ก



รูปที่ 50 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าสุทธิกับค่า PEAK ของบริษัทสมบูรณ์หล่อเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.7 สรุปและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าจะเห็นได้ชัดว่าค่าไฟฟ้าในส่วนของความต้องการพลังไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วนถึง 1 ใน 3 ของทั้งหมด สาเหตุเนื่องมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมไม่เหมาะสม โดยการทำงานในช่วงกลางวันมีการหลอมน้ำเหล็กอย่างต่อเนื่องเกินเข้ามาในตอนต้นของช่วง Peak ก่อนที่จะลดการใช้พลังงานลงเพื่ออุ่นน้ำเหล็ก และสำหรับการทำงานต่อไปในช่วงกลางคืนได้เร่งการใช้พลังงานไฟฟ้าในตอนปลายของช่วง Peak แสดงว่าไม่มีการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างเหมาะสมในช่วง Peak

ผลที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องมากที่สุดควรจะรวบรวมข้อมูลอย่างน้อย 1 เดือน ถ้าสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปในแนวทางดังกล่าว การปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมควรเป็นตามข้อแนะนำต่อไปนี้

1. ถ้าสามารถทำได้ ไม่ควรใช้เตาหลอมทั้ง 3 เตาที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดในเวลาเดียวกัน
2. ถ้าจำเป็นต้องใช้งานเตาหลอมทั้ง 3 เตา ด้วยกำลังไฟฟ้าสูงสุดในเวลาเดียวกันก็ไม่ควรใช้งานต่อเนื่องกันเกิน 15 นาที โดยเฉพาะในช่วง Peak
3. ในกรณีที่ไม่มีการเร่งการผลิต ก็สามารถที่จะควบคุมเตาหลอมไม่ให้มีการพลังงานสูงอย่างต่อเนื่องเกินเข่มาในช่วง Peak
4. ไม่ควรเปิดให้มีการทำงานล่วงเวลา เนื่องจากจะต้องมีการใช้เตาหลอมคาบเกี่ยวเข้ามาในช่วง Peak ในกรณีที่ไม่มีการเร่งการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 10

การทดลองโปรแกรมกับงานจริง

จากสถานการณ์ในปัจจุบันของประเทศไทยภาวะเศรษฐกิจได้ตกต่ำลงอย่างมากซึ่งมีผลกระทบต่อกิจการอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก ดังนั้นในภาวะเช่นนี้การลดต้นทุนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆเพื่อให้สามารถอยู่รอดจึงมีความสำคัญมาก โดยวิธีการลดต้นทุนจากการใช้พลังงานไฟฟ้าถือเป็นวิธีหนึ่ง

กรณีของการศึกษาการกำหนดเวลาการทำงานของเครื่องจักรเพื่อให้ได้ผลของค่าไฟฟ้าที่ประหยัดมากที่สุดนั้น ได้มีการเข้าไปทำการศึกษาการทำงานของเครื่องจักรในบริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียว จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ทำชิ้นส่วนของอุปกรณ์ประกอบรถยนต์และได้รับผลกระทบจากสภาวะเศรษฐกิจตกต่ำในช่วงนี้อย่างมาก ทำให้กำลังการผลิตของโรงงานต้องลดลงไปอย่างมาก ส่งผลให้การเข้าไปศึกษาของเรากระทำได้ลำบาก ซึ่งการศึกษาเราจึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลในปีก่อนๆของโรงงานมาทำการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เราได้ทำการศึกษาในส่วนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดมากที่สุดของโรงงาน ซึ่งการทำงานในส่วนนี้จะมีผลต่อค่าไฟฟ้าของโรงงานอย่างมาก โดยข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานนั้น โรงงานใช้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ 12 - 24 kV โดยคิดอัตราค่าไฟฟ้า แบบคิดตามช่วงเวลาที่ใช้ (TOD) และในปัจจุบันทางการไฟฟ้านครหลวงได้มีการกำหนดอัตราไฟฟ้าแบบใหม่ขึ้น คือ แบบอัตราค่าไฟฟ้าแตกต่างกันตามช่วงเวลาการใช้ (TOU) และทางโรงงานต้องการทราบว่าทางโรงงานควรจะเปลี่ยนไปใช้การคิดอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU ดีหรือไม่

ในการศึกษาครั้งนี้ เราได้ใช้การประมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาต่างๆ ของวันซึ่งใช้ข้อมูลในปีก่อนๆ นำมาทำการบริหาร โดยแบ่งเป็นการศึกษาในกรณีของการจัดโหลดแบบ TOD และการจัดโหลดแบบ TOU โดยจะนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นว่าควรจะเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบใดจึงจะเหมาะสม

การเก็บข้อมูลของเครื่องจักร

ในการเก็บข้อมูลของเครื่องจักรซึ่งมีความสำคัญต่อการบริหารพลังงานอย่างมากโดยข้อมูลที่จำเป็นจะประกอบด้วย

1. ชื่อของเครื่องจักรที่ทำการบริหาร
2. เวลาเริ่มต้นในการทำงานของเครื่องจักร
3. เวลาหยุดทำงานของเครื่องจักร
4. พิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักร

ซึ่งได้แสดงข้อจากที่ได้จากการสำรวจในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 51 แสดงรายชื่อของเครื่องจักรในโรงงานสมบูรณ์หล่อเหล็ก

เครน(CRANE)

C1 = 12.5 kW
C2 = 2 kW
C3 = 1.5 kW
C4 = 5 kW
C5 = 3.2 kW
C6 = 3.2 kW
C7 = 3.2 kW
C8 = 3.7 kW CV
C9 = 3 kW
C10 = 3 kW
C11 = 3.7 kW
C12 = 3.7 kW
C13 = 3.7 kW

ปั๊มลม(PUMP)

เบอร์ 1 = 75 kW
เบอร์ 2 = 75 kW
เบอร์ 3 = 75 kW
เบอร์ 4 = 150 kW

เตาหลอม(FURNACE)

2 ตัน 1 = 1200 kW
2 ตัน 2 = 1200 Kw
5 ตัน = 1200 kW

ปั๊มน้ำ = 15x3 = 45 kW
ปั๊มไฮดรอลิก 1 = 5.5 kW
ปั๊มไฮดรอลิก 2 = 6.6 kW
ปั๊มไฮดรอลิก 3 = 7.6 kW

เครื่องเขย่าทราย(VIBRATOR)

AMF = 3.7 kW
FD4 = 0.85 kW
SAND COOLER = 3.7 kW

สายพานลำเลียง(CONVEYER)

CV1 = 2.2 kW CV14 = 1.47 kW
CV2 = 7.4 kW CV15 = 0.75 kW
CV3 = 3.7 kW CV16 = 2.2 kW
CV4 = 3.7 kW CV17 = 2.2 kW
CV5 = 2.2 kW CV18 = 2.2 kW
CV6 = 2.2 kW CV19 = 2.2 kW
CV7 = 11.05 kW CV20 = 2.2 kW
CV8 = - kW CV21 = 2.2 kW
CV9 = - kW CV22 = 2.2 kW
CV10 = 2.2 kW CV23 = 2.2 kW
CV11 = 2.2 kW CV24 = 2.2 kW
CV12 = 2.2 kW CV25 = 2.2 kW
CV13 = 2.2 kW CV26 = 2.2 kW

เครื่องอัดแบบ(HYDROLIC MOULDING) = 3.7 kW
เครื่องทำไส้แบบหล่อ(SHELL CORE) = 1 kW
เครื่องผสมทรายทำไส้แบบหล่อ = 3.6 kW
เครื่องทำไส้แบบหล่อ 1 = 5.5 kW
เครื่องทำไส้แบบหล่อ 2 = 5.5 kW
เครื่องผสมทรายทำไส้แบบหล่อ 117 = 45 kW
เครื่องผสมทรายทำไส้แบบหล่อ 116 = 30 kW
เครื่องดักฝุ่น 1 = 75 kW
เครื่องดักฝุ่น 2 = 18 kW
เครื่องดักฝุ่น FD4 = 18 kW
เครื่องดักฝุ่น AMD = 45 kW

เครื่องขัดชิ้นงาน AMF = 49 kW
เครื่องขัดชิ้นงาน AMF = 21 kW
ปั๊มน้ำ ปั๊มลม = 3.7 kW
มอเตอร์รวม = 38 kW

เตาหลอมรวม = 3600 kW
โหลดรวมทั้งหมด = 4578.28 kW

เตาหลอมคิดเป็น 78.63 % ของโหลดรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มการตรวจสอบช่วงเวลาทำงานของเครื่องจักร

บริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็ก **วันที่** 12/2/2540

ประเภทของวันทำงาน ☑ วันจันทร์ – เสาร์ ☐ วันอาทิตย์

No.	ชื่อของเครื่องจักร	เวลาเริ่มทำงาน	เวลาหยุดทำงาน	พิกัดกำลัง (kW)
1	เตาหลอมเหล็ก No.1	8	24	1200
2	เตาหลอมเหล็ก No.2	8	24	1200
3	เตาหลอมเหล็ก No.3	8	24	1200
4	เครื่องทำเบ้าหลอม No.1	8	24	100
5	เครื่องทำเบ้าหลอม No.2	8	24	100
6	เครื่องทำเบ้าหลอม No.3	8	24	100
7	สูญเสียจากการเดินเครื่องจักรตัวเปล่า(ประมาณ)	24	8	100
8	อุปกรณ์อื่นๆ (ประมาณ)	8	3	100

รูปที่ 52 แสดงแบบฟอร์มการตรวจสอบช่วงเวลาทำงานของเครื่องจักรบริษัทสมบูรณ์หล่อเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 53 แสดงการกำหนดเวลาการทำงานของเครื่องจักรแบบต่างๆ

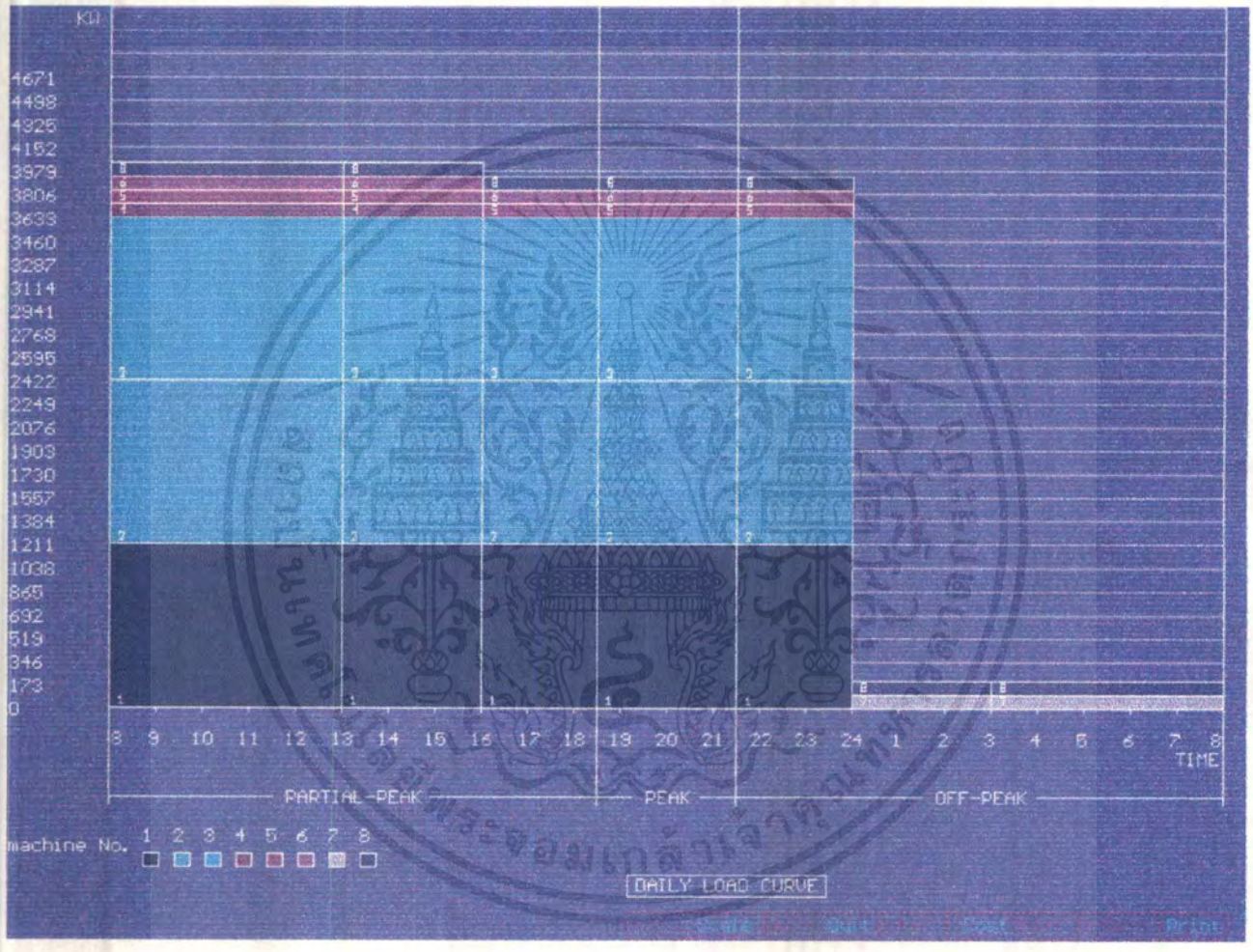
เครื่องจักร No.	ครั้งที่บริหาร							
	1		2		3		Auto	
	start	stop	start	stop	start	stop	start	stop
1	8	24	8	24	24	16	D21:30 U22	D13, U14
2	8	24	24	16	24	16	D21:30 U22,14	D13 U 9,19
3	8	24	8	24	8	24	D21:30 U22	D13 U14
4	8	24	8	24	24	16	D21:30 U 22,14	D13 U9,19
5	8	24	24	16	24	16	D21:30 U 22,14	D13 U9,19
6	8	24	8	24	8	24	D21:30 U 22,14	D13, U9,19
7	24	8	24	8	24	8	D21:30 U22	D05:30 U6
8	0	24	0	24	0	24	D0 U0	D24, U24

* D ใช้แทนแบบ TOD , U ใช้แทนแบบ TOU

จากตารางเป็นการกำหนดเวลาการทำงานของเครื่องจักรขึ้นใหม่ โดยครั้งที่ 1 ,2 และ3 เป็นการกำหนดขึ้นเอง และครั้งที่ 4 แบบ Auto ซึ่งคำนวณโดยคอมพิวเตอร์โดยการกำหนดโดยคอมพิวเตอร์จะกำหนดเวลาการทำงานของเครื่องจักรที่ทำให้มีการประหยัดค่าไฟฟ้ามากที่สุด

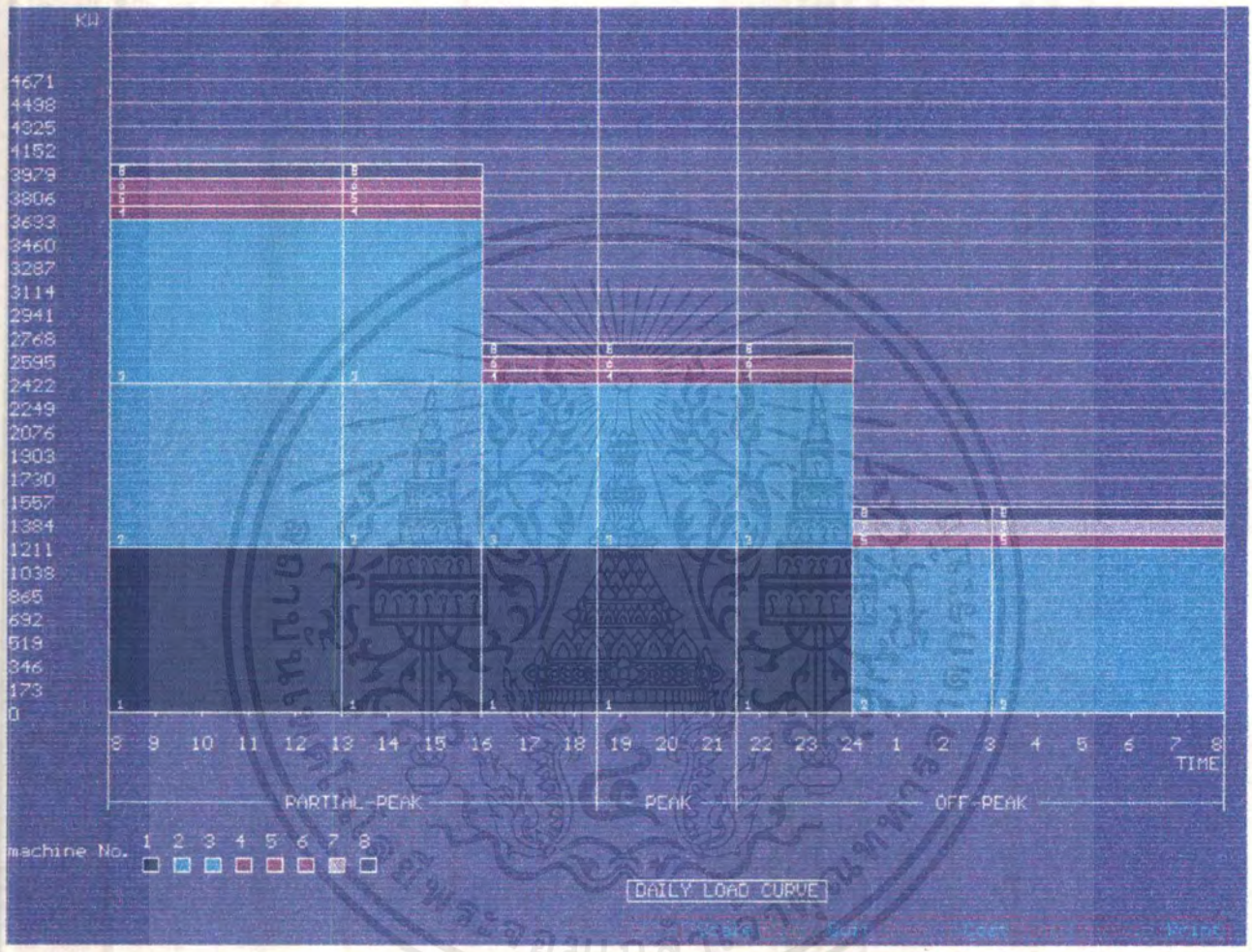
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลในตารางเราจะนำข้อมูลมาทำการบริหาร โดยเริ่มต้นจากการเปรียบเทียบข้อมูลในเบื้องต้นแบบ TOD และ TOU ก่อน โดยเราทำการป้อนข้อมูลจากที่ได้มาลงในโปรแกรมบริหารพลังงานจากนั้นรันโปรแกรมเพื่อดูผลได้ดังรูป



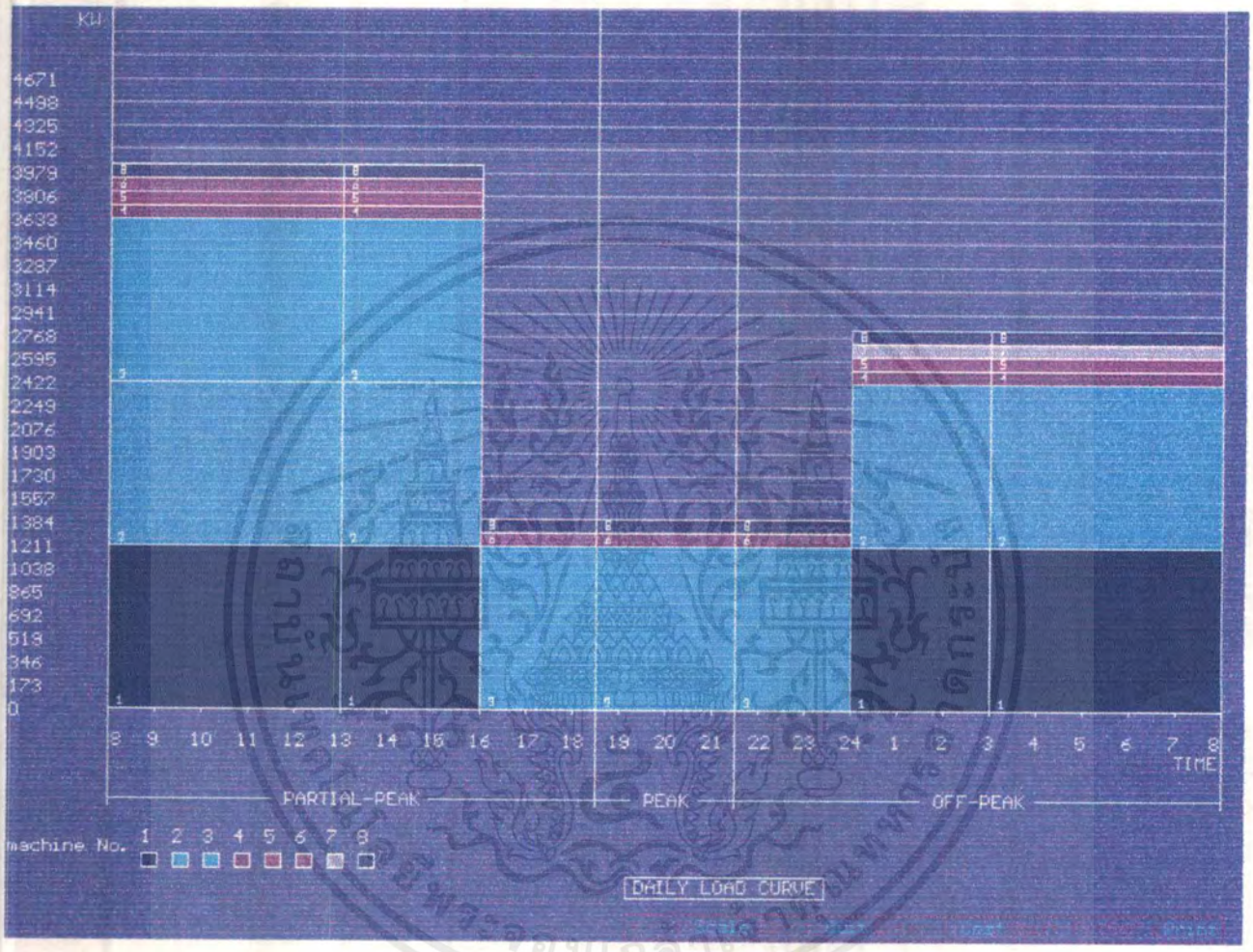
รูปที่ 54 แสดงกราฟของโหลดจากการบริหารครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



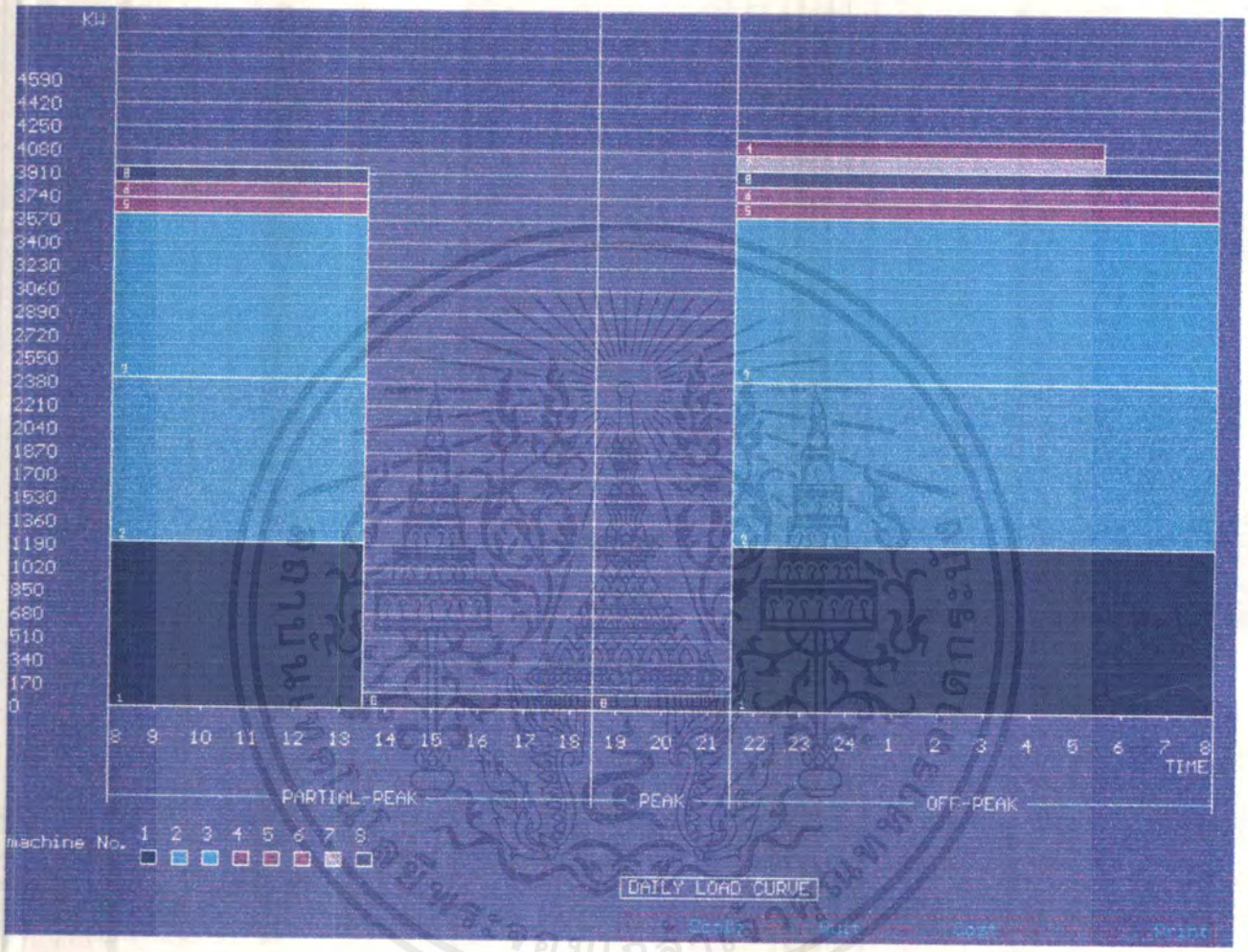
รูปที่ 55 แสดงกราฟของโหลดจากการบริหารครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



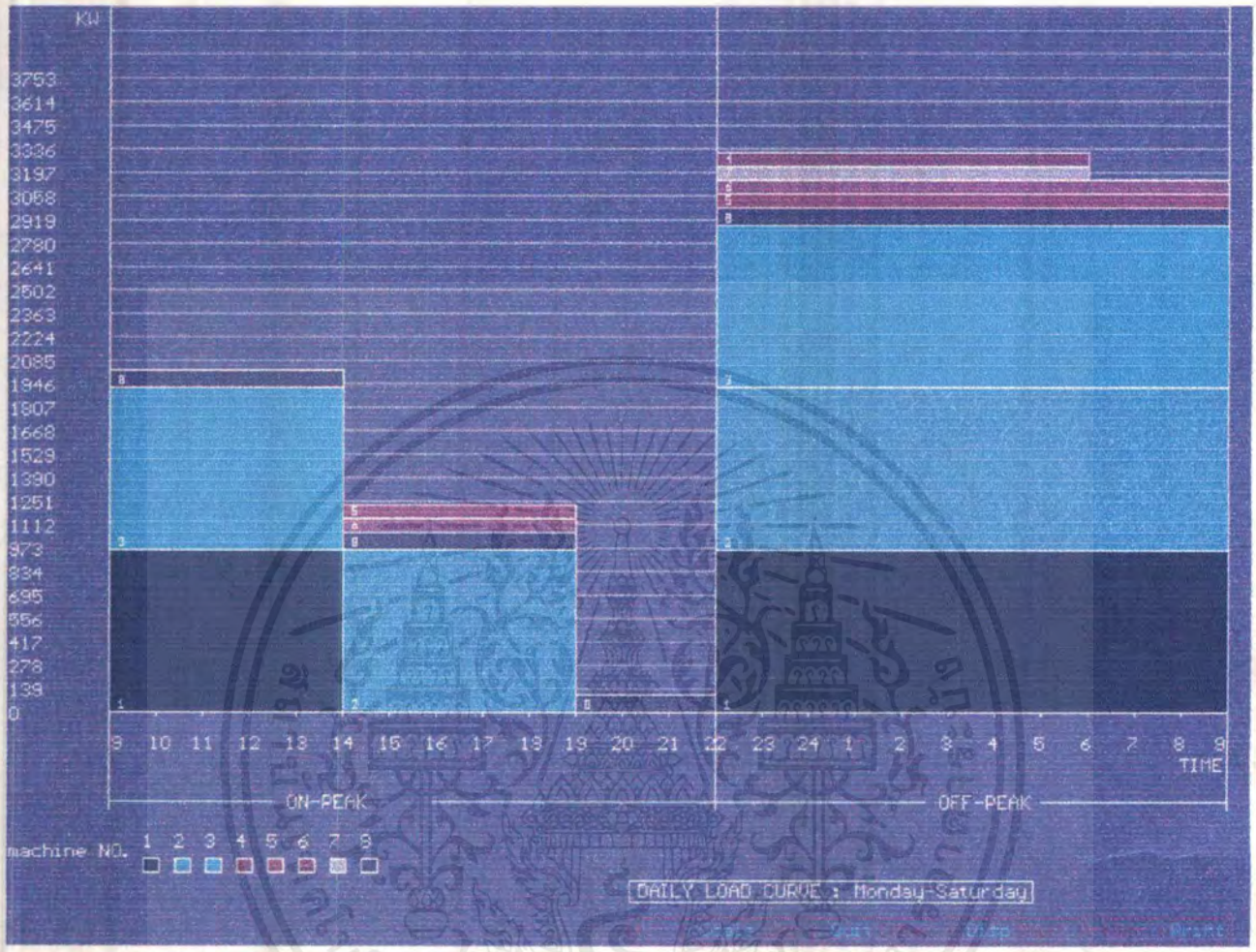
รูปที่ 56 แสดงกราฟของโหลดจากการบริหารครั้งที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 57 แสดงกราฟของโหลดแบบ TOD จากการบริหารแบบ AUTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 58 แสดงกราฟของโหลดแบบ TOU จากการบริหารแบบ AUTO

เมื่อทำการรันโปรแกรมทั้งแบบ TOD และ TOU ทำการคำนวณค่าไฟฟ้าจะพบว่าค่าไฟฟ้าในอัตรา TOU จะสูงกว่าเมื่อเทียบกับอัตราแบบ TOD โดยแบบ TOD มีค่าเป็น 3986040 บาท และแบบ TOU เป็น 4440836 บาท ซึ่งจากกราฟแสดงโหลดเราจะพบว่าค่าไฟฟ้าในช่วงที่มีค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดจะมีค่ามากทั้งในแบบ TOD และ TOU ซึ่งจากกราฟโหลดเราจะพบว่าการกำหนดการทำงานของเครื่องจักรเป็น 2 กะ คือ 08:00 – 16:00 น. และเวลา 16:00 – 24:00 น. โดยในช่วงเวลา 24:00 – 08:00 น. ไม่มีการทำงาน

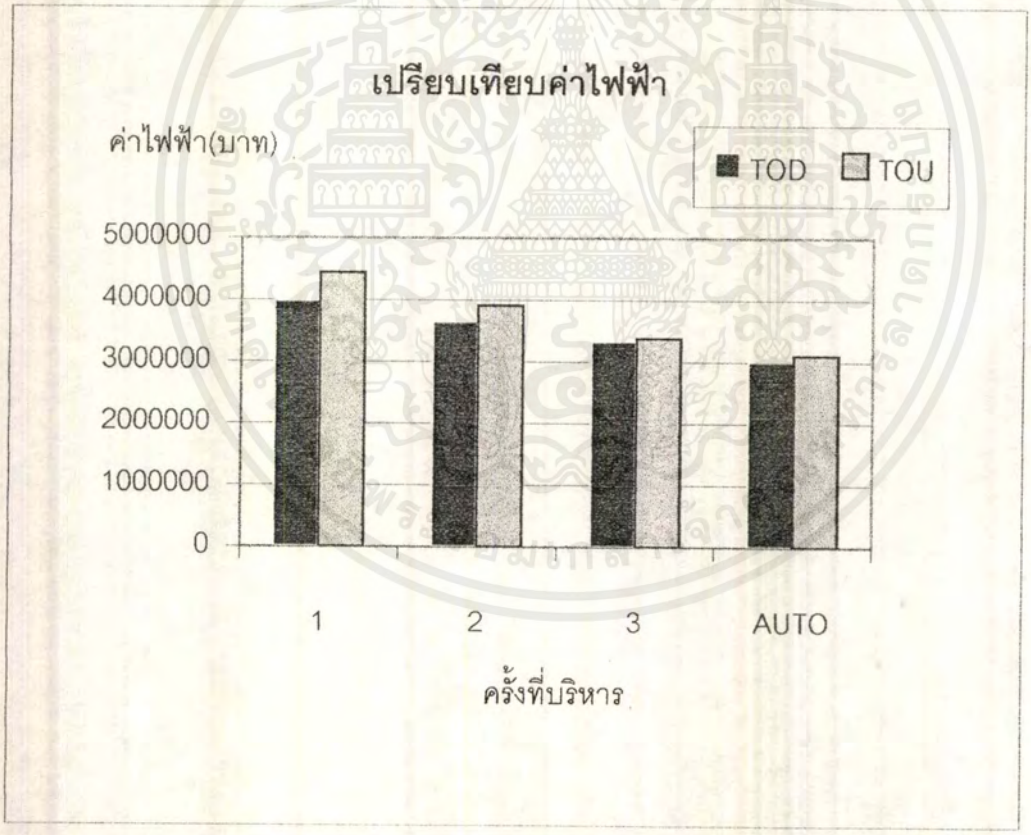
และจากการทดลองย้ายเวลาการทำงานของเครื่องจักรไปทำงานในเวลาต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 55 – 56 และแบบจัดโหลดโดยคอมพิวเตอร์ทั้งในแบบ TOD และ TOU ดังรูปที่ 57 – 58 เพื่อแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า แบบ TOD และ TOU จากการบริหาร

ของ สมบูรณ์หล่อเหล็ก **วันที่** 12/2/40

ครั้งที่	TOD (บาท)	TOU (บาท)
1	3986040	4440836
2	3662617	3910906
3	3339164	3380977
AUTO	3015770	3101250



รูปที่ 59 แสดงกราฟการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าจากการบริหารแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าแบบ TOD และ TOU

ระดับแรงดัน <12 kV

	TOD			TOU			
NO.	P-PEAK	PEAK	ค่าไฟรวม	PEAK	ค่า Kwh P	ค่า KwhOp	ค่าไฟรวม
1	0	1364111	3990544	881295	2617915	248059	4549280
2	88686	931588	3612323	881295	2234845	395758	4290328
3	177372	499065	3234102	881295	1851696	543457	4031337
AUTO	272880	33271	2826788	537375	1046184	854005	3108603

ระดับแรงดัน 12 - 24 kV

	TOD			TOU			
NO.	P-PEAK	PEAK	ค่าไฟรวม	PEAK	ค่า Kwh P	ค่า KwhOp	ค่าไฟรวม
1	0	1168705	3722424	823813	2457855	233686	4294173
2	76544	798140	3399000	823813	2098169	372827	4051573
3	153088	427575	3075578	823813	1738483	511968	3808974
AUTO	235520	28505	2727276	502325	982220	804521	2945256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับแรงดัน 69 kV

	TOD			TOU			
NO.	P-PEAK	PEAK	ค่าไฟรวม	PEAK	ค่า Kwh P	ค่า KwhOp	ค่าไฟรวม
1	0	919630	3377417	421480	2127064	227214	3480618
2	38883	628040	3099439	421480	1815787	362502	3287030
3	77766	336450	2821462	421480	1504509	497790	3093441
AUTO	119640	22430	2522101	257000	850028	782241	2505480

ระดับแรงดัน >115 kV

	TOD			TOU			
NO.	P-PEAK	PEAK	ค่าไฟรวม	PEAK	ค่า Kwh P	ค่า KwhOp	ค่าไฟรวม
1	0	919630	3377417	421480	2127064	227214	3480618
2	38883	628040	3099439	421480	1815787	362502	3287030
3	77766	336450	2821462	421480	1504509	497790	3093441
AUTO	119640	22430	2522101	257000	850028	782241	2505480

* อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOD ไม่มีที่ระดับแรงดนมากว่า 115 kV ใช้ที่ 69 kV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการกำหนดเวลาให้เครื่องจักรทำงานในแต่ละช่วงเวลานั้นจะพบค่าไฟฟ้าที่ได้จะลดลงเรื่อยๆ ซึ่งในแบบ Auto ถือว่ามีค่าไฟฟ้าที่ต่ำสุดแล้ว และพบว่าค่าไฟฟ้าในอัตราแบบ TOU จะสูงกว่าแบบ TOD ยกเว้นกรณีที่เรามีการปรับปรุงเวลาการทำงานของเครื่องจักรให้มีการทำงานในช่วง OFF- PEAK ให้มากขึ้นค่าไฟฟ้าในอัตราแบบ TOU จึงจะมีค่าไฟฟ้าใกล้เคียงกับแบบ TOD ดังนั้นในกรณีที่มีการตัดสินใจในการเลือกว่าจะเสียค่าไฟฟ้าในอัตราแบบ TOU ดีหรือไม่สำหรับผู้ใช้รายเดิมที่มีการใช้ไฟฟ้าในอัตรา TOD ควรพิจารณาในเรื่องนี้ให้ดีด้วย แต่ในกรณีที่ใช้พิกัดแรงดัน 115 kV นั้นค่าไฟฟ้าแบบ TOU จะลดลงเมื่อเทียบกับแบบ TOD เนื่องจากในอัตราแบบ TOD ไม่มีอัตราค่าไฟฟ้าที่ระดับแรงดัน 115 kV

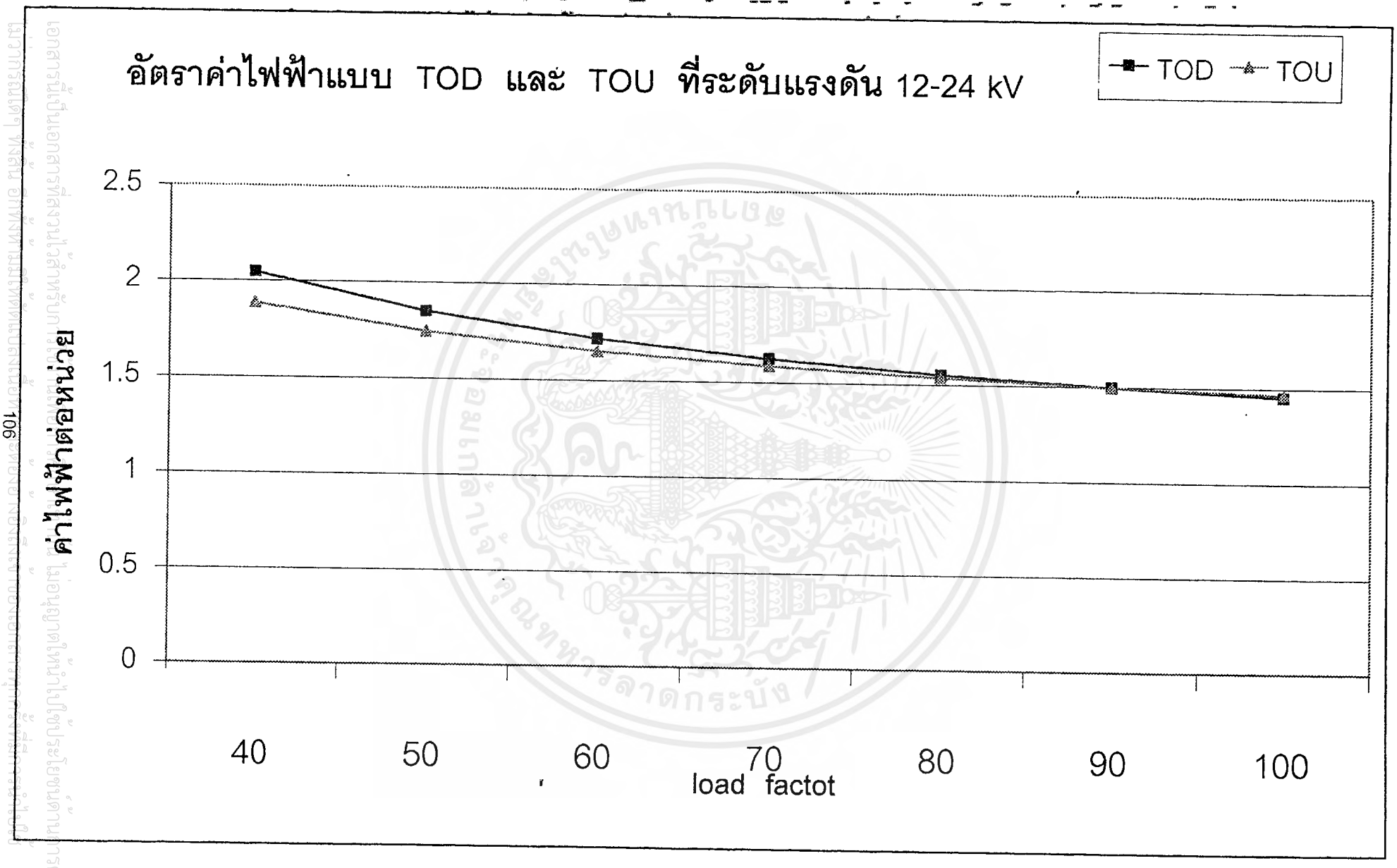
จากการทดลองในการกำหนดเวลาการทำงานของเครื่องจักรในแบบที่กำหนดโดยคอมพิวเตอร์จะให้ค่าไฟฟ้าที่มีค่าถูกที่สุดทั้งในแบบ TOU และ TOD ซึ่งถ้าสามารถกำหนดเวลาให้เครื่องจักรทำงานตามได้จะทำให้โรงงานสามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้มาก แต่ในความเป็นจริงแล้วการทำเช่นนั้นเป็นไปได้ยาก ซึ่งเราอาจใช้วิธีกำหนดเวลาการทำงานเองที่สามารถทำได้จริงจนมีค่าไฟฟ้าถูกที่สุด

กรณีที่โรงงานต้องตัดสินใจเลือกระหว่างอัตรา TOD และ TOU

1. ในกรณีที่โรงงานทำงานตั้งแต่เวลา 08:00 น. แต่ไม่เกินเวลา 18:30 น. ควรใช้อัตรา TOD ตามเดิม
2. ในกรณีที่โรงงานใช้แรงดันไฟฟ้า 115 kV ควรเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU
3. ในกรณีที่โรงงานใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลา 09:00 น.- 22:00 น. มากกว่าช่วง 22:00 น. - 09:00 น. ควรเลือกใช้อัตรา TOD แต่ถ้าใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลา 09:00 น.- 22:00 น. น้อยกว่าช่วง 22:00 น. - 09:00 น. ควรเลือกใช้อัตรา TOU
4. ในกรณีที่โรงงานใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งวันแต่ไม่สม่ำเสมอเราจะพิจารณา กราฟของการใช้พลังงานไฟฟ้าประจำวัน (Daily Load Curve) ร่วมกับ LOAD FACTOR เป็นหลัก.

*หมายเหตุ : ในกรณีที่ได้ตัดสินใจเปลี่ยนมาใช้อัตรา TOU แล้วไม่สามารถจะกลับไปใช้อัตรา TOD ได้อีกดังนั้นในการตัดสินใจเลือกควรจะทำการศึกษาให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 60 แสดงการเปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOD และ TOU ที่ LOAD FACTOR ต่างๆ

บทที่ 11
สรุปและวิจารณ์

จากการที่ได้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้สำหรับบริหารพลังงานก็เพื่อที่จะจัดการทำงานของโหลดให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งเป็นการลดต้นทุนค่าไฟฟ้าลงได้อย่างมาก โดยการป้อนข้อมูลของเครื่องจักร และ ช่วงเวลาในการทำงานลงในคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการจัดโหลดให้อยู่ในช่วง OFF – PEAK ให้มากที่สุด ส่วนช่วง PARTIAL PEAK และ PEAK ในแบบ TOD นั้นจะเฉลี่ยกันไป ส่วนในอัตราแบบ TOU จะเป็นการเฉลี่ยกันระหว่างช่วง PEAK กับช่วง OFF- PEAK โดยจะจัดให้มีความเหมาะสมเพื่อลดค่าไฟฟ้าให้ได้มากที่สุด

จากโปรแกรมบริหารพลังงานที่ได้จัดทำขึ้นนี้เป็นการปรับปรุงโปรแกรมจากโครงงานในปี 2539 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Dos ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นำไปใช้งานได้สะดวกเนื่องจากไม่ต้องการ Software ที่จะมารองรับแต่ในระของกราฟฟิกยังไม่ค่อยจะดีนักในอนาคตควรมีการปรับปรุงโดยนำไปทำงานในระบบปฏิบัติการ Window จะทำให้ได้กราฟฟิกที่สวยงามและยังมีส่วนที่ควรปรับปรุงอีกดังนี้คือ

- ขนาดของเครื่องจักรที่แตกต่างต่างกันมากทำให้กราฟฟิกของเครื่องจักรขนาดเล็กมีความคมชัดน้อยลงเนื่องจากการปรับตามขนาดของสเกล
- ในส่วนของโปรแกรมการแก้ไขข้อมูลต่างๆ ของเครื่องจักรที่นำมาบริหารควรจะสามารถกระทำได้สะดวกมากกว่านี้
- การคำนวณอัตราค่าไฟฟ้าควรจะออกแบบมาให้สามารถคำนวณค่าไฟฟ้าได้หลากหลายมากขึ้นเพราะการไฟฟ้าอาจจะมีการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าแบบใหม่ขึ้นมาอีก

ซึ่งอาจจะมีการปรับปรุงในส่วนอื่นอีกเพื่อให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ได้ผลการลดค่าไฟฟ้าสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

3300 ACM Installation & Operation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. INTRODUCTION

1.1 DESCRIPTION

The 3300 ACM is a 16-bit, microprocessor based 3-phase power meter which provides advanced features at an affordable price.

The 3300 ACM expands the successful PML line of power meters by offering a four function alternative to full featured digital instrumentation packages, while still providing high accuracy, high reliability, and high transient, surge and hipot withstand capabilities. Volts and Amps measurements are true RMS, including harmonics.

The basic model 3300 ACM can directly replace up to four standard analog meters and selector switches, while additional measurement options make it possible to replace even more. Further savings are realized through a unique 2-module design, which simplifies wiring and reduces installation time. This makes the 3300 ACM perfectly suited for economical metering on 3-phase industrial and commercial switchboards and switchgear.

A communications port is standard, allowing the 3300 ACM to be used as either a stand-alone power monitoring station, or as one element in a large energy management network. The 3300 ACM is also available without the display module, making it an ideal digital power transducer for PLC, EMS, DCS and SCADA applications.

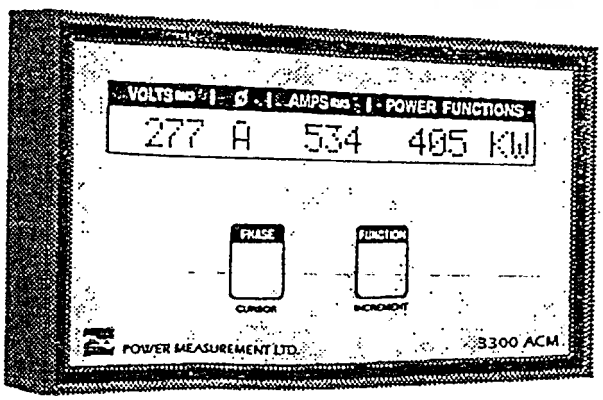
A choice of many measurement functions and displays

The 3300 ACM may be configured to operate in Wye (Star), Delta, or Single phase voltage modes. The following standard measurements are available:

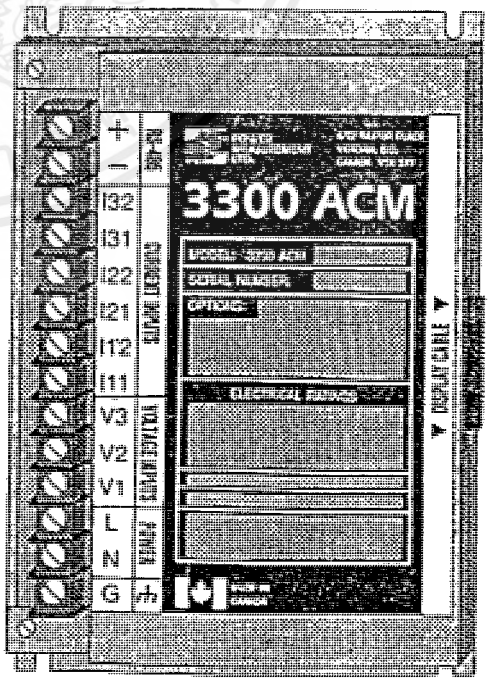
- Line to neutral voltages (Van, Vbn, Vcn)
- Line to neutral average voltage
- Line to line voltages (Vab, Vbc, Vca)
- Line to line average voltage
- Current on each phase (Ia, Ib, Ic)
- Average current
- KW total for all phases
- KWH total for all phases

Many other measurements are offered as options, including KVAR, KVARH, KVA, KVAH, Power Factor, and Frequency. Demand and minima/maxima values on all measured parameters are also available. See Chapter 3 for a complete listing of standard and optional measurements.

The separate *display module* offers a high-visibility 20-character LCD display providing many convenient options for presenting measured data, including *simultaneous display* of: Volts, Amps, and Power Function; all 3 Volts phases; or all 3 Amps phases.



DISPLAY MODULE



BASE MODULE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quick and easy installation

The separate *display* and *base* modules of the 3300 ACM simplify wiring connections and reduce installation time. The compact, rugged base module provides a large, utility approved, barrier-style terminal strip for reliable connections. No transducers are required. Connections from CTs can be made directly (via shorting blocks), and no PTs are required for 4-wire Wye systems under 347/600 Volts.

The separate display/keypad module is panel mountable, requiring only a single cutout. The module has been designed to fit ANSI C39.1 cutouts, simplifying replacement of existing analog meters. The display module connects via a single pluggable cable to the base module, allowing the base module to be mounted inside the switchgear cabinet. No switches or additional wiring are required on the panel door.

Field programmability

Volts and Amps Scales, Volts Mode (wye, delta, single phase), and Baud Rate are all easily programmable from the front panel. A portable or remotely located computer can also be used to program setup data via the communications port. All setup data is saved when 3300 ACM power is turned off. All programming is password protected.

Communications and SCADA compatibility

The 3300 ACM is equipped with an optically isolated RS-485 communications port for remote display of measured data. This allows the 3300 ACM to be incorporated as one element within sophisticated SCADA or Energy Management Systems.

RS-485 can operate as a 2-wire LAN with up to 32 devices per loop, and is capable of addressable polling of multiple units, packet transmission, and high throughput (300 to 19,200 baud).

The 3300 ACM maintains communication compatibility with PML's other 3000 series devices and low cost PC-based power monitoring systems, PowerView and M-SCADA. An IBM PC/XT, PC/AT, or PC/386 compatible computer running PowerView or M-SCADA software can be used to display the real-time measured data from each 3300 ACM, or for the entire power distribution system.

A comprehensive description of the 3300 ACM communications protocol can be found in Appendix F. This open protocol enables other systems to access the 3300 ACM. PML's ongoing development program provides further compatibility with third-party communications protocols.

New feature upgrades made easy

The 3300 ACM has been designed to maintain its position at the forefront of current technology through upward compatibility. An advanced system architecture was developed by PML to support simple upgrading of the 3300 ACM on-board operating firmware. New features or performance enhancements can be installed easily via the device's communications port - *without any interruption to electrical service.*

Each 3300 ACM should be connected to a local RS-485 communications bus during initial installation to allow firmware upgrades to be accomplished without the need for wiring disconnections or removal of units from their mountings. This is described in detail in Chapter 2.

KWH pulsing feature

The 3300 ACM offers an additional feature which allows the RS-485 port to be used as a KWH pulse output, suitable for driving an external relay.

1.2 SYSTEM APPLICATIONS

The 3300 ACM is a state-of-the-art alternative to traditional analog electro-mechanical metering devices. Because of its unique measurement, display, and communications capabilities the 3300 ACM should be considered for use in:

a) Utility Installations and Substation Metering
b) Industrial, Office and Commercial Buildings
c) Hospitals
d) Telephone Exchanges
e) Factories and Chemical Process Plants
f) Pulp Mills and Saw Mills
g) Large Stores, Shopping Centers, and Hotels
h) Co-generation Systems
i) Multi User Sites where allocation of electrical costs is desirable.
j) Any other installation which uses significant amounts of electrical energy.
k) Any other locations where remote monitoring is needed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. INSTALLATION

DANGER

During normal operation of this device, hazardous voltages are present which can cause severe injury or death. These voltages are present on the terminal strips of the device and throughout the connected potential transformer (PT), current transformer (CT), and control power circuits. Installation and servicing should be performed only by qualified, properly trained personnel.

CAUTION

The 3300 ACM offers a range of hardware options that affect phase voltage, phase current, and power supply input ratings. The label of the 3300 ACM base module lists all equipped options. Appendices C and D define all options and their associated ratings. This chapter provides detailed installation instructions applicable to each hardware option.

2.1 LOCATION & MOUNTING

Environmental Conditions

The primary concern in installing the 3300 ACM should be the environment. The 3300 ACM should be mounted in a dry, dirt free location away from heat sources and very high electric fields. To operate properly and effectively, environmental conditions for both the 3300 ACM display and base modules should fall within the guidelines listed in Figure 2.1.1.

The 3300 ACM base module should be separated from other equipment and plant walls to allow for convection cooling, which draws a vertical column of air upward over the device. This cooling air must not exceed +70°C (158°F) at any point immediately below the base module.

Enclosure Considerations

The enclosure that the 3300 ACM is mounted in (typically a switchgear cabinet) should protect the device from atmospheric contaminants such as oil, moisture, dust, and corrosive vapours, or other harmful airborne substances.

The mounting enclosure should be positioned such that the doors may be opened fully for easy access to the wiring to the 3300 ACM display module, base module, and all related components to allow for convenient troubleshooting. When choosing the enclosure size, allow for extra space for all wiring, intermediate terminal strips, shorting blocks, or any other required components.

Figure 2.1.1 Environmental Guidelines for Installation

ENVIRONMENTAL CONDITION	ACCEPTABLE RANGE
Operating Temperature	0°C (32°F) to 50°C (112°F)
Storage Temperature	-30°C (-22°F) to +70°C (158°F)
Relative Humidity	5 to 95% non-condensing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3300 ACM MOUNTING

Appendix A provides the mounting dimensions for the display and base modules of the 3300 ACM.

The display module of the 3300 ACM can be panel mounted for easy access and viewing. This module is typically mounted on the switchgear cabinet door. The panel into which the display module is to be mounted requires four holes and one cutout to allow for connection of the *display cable*. The layout of the display module mounting studs and cable connector have been designed such that the module will fit an existing ANSI C39.1 panel cutout.

NOTE

The 3300 ACM -TRAN model does not provide a display module. All data must be accessed via the communications port of the base module. Refer to Appendix E.

The base module of the 3300 ACM can be mounted flush against any flat surface. The unit provides four slots on its mounting flange for this purpose. The base module is typically mounted inside the switchgear cabinet. Labelling on the base module has been positioned to allow the module to be mounted against a wall with the terminal strip in a vertical orientation. However, the module can be mounted in whichever orientation is most convenient.

WARNING

The base module can be mounted on the door of the switchgear cabinet; however, some electrical codes may prohibit extending voltages greater than 120 VAC line-to-neutral or 208 VAC line-to-line to the door. If this is the case, mount the base module inside the cabinet as described above, or use the 3300 ACM with PTs that provide 120 VAC secondaries (see Section 2.5).

Note that the distance between the mounting locations of the display and base modules will be limited by the length of the interconnecting display cable (6 feet /1.82 meters).

2.2 GENERAL WIRING CONSIDERATIONS

Connections to the 3300 ACM are made the terminal strip located on the base module. Appendix A provides terminal block dimensions. 12 to 14 gauge wire is recommended for all electrical connections. Ring or spade terminals may be used to simplify connection.

CAUTION

All wiring must conform to all applicable local electrical codes.

NOTE

It is very important that communications wiring be made to the RS-485 port of every 3300 ACM being installed. See section 2.6 for detailed instructions on communications connections.

2.3 POWER SUPPLY CONNECTIONS

Power Supply Options

The basic model 3300 ACM can be powered by 95 to 145 VAC at 0.1 Amps at 57 to 66 Hz. A number of power supply options are also available. The label on the base module indicates if the unit is equipped with one or more of these options.

P240 OPTION

This option can be powered by 190 to 290 VAC at 0.1 Amps at 57 to 66 Hz.

50HZ OPTION

For both the basic model power supply and the P240 option, the 50HZ option allows for operation between 47 and 53 Hz. The 50HZ option must be ordered in addition to any other applicable power supply option (eg. 3300ACM-P240-50HZ).

P24 OPTION

This option can be powered by 22 to 27 VDC at 0.3 Amps.

P120DC OPTION

This option can be powered by 85 to 132 VAC at 47 to 440 Hz or 110 to 170 VDC, both at 0.1 Amps.

P240DC OPTION

This option can be powered by 85 to 264 VAC at 47 to 440 Hz or 110 to 340 VDC, both at 0.1 Amps. Note that units equipped with this option are supplied with an overheight base module enclosure (see Appendix A for dimensions).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Sources and Connections

The basic model or P240 option can be powered from a dedicated fused feed, or from the voltage source which it is monitoring, as long as it is within the supply range. The P24 option must be powered from a dedicated fused feed. If an AC power supply is being used, connect the line supply wire to the 3300 ACM L/+ terminal and the neutral supply wire to the N/- terminal. If a DC power supply is being used, connect the positive supply wire to the 3300 ACM L/+ terminal and the negative (ground) supply wire to the N/- terminal.

2.4 CHASSIS GROUND CONNECTION

The ground terminal, G, of the 3300 ACM serves as the the zero voltage reference point for voltage measurements, as well as the chassis ground connection for the meter. This terminal must be connected to earth ground.

A good, low impedance chassis ground connection is essential for accurate measuements and proper protection. It should be made to the switchgear earth ground using a dedicated 14 gauge (or larger) wire to a point where there will be no voltage error due to distribution voltage drops. Do not rely on metal door hinges as a ground path. Ensure that the screw has been tightened down securely onto the ground wire.

CAUTION

The G terminal of the 3300 ACM must be connected properly in order for the noise and surge protection circuitry to function correctly. Failure to do so will void the warranty.

2.5 PHASE VOLTAGE AND PHASE CURRENT INPUT CONNECTIONS

2.5.1 PHASE VOLTAGE INPUTS

V1 Input Connection

The 3300 ACM uses the V1 input as the reference for maintaining phase relationships for all power and energy related measurements. For any system configuration, the V1 input must be connected to ensure accurate readings and the correct operation of the 3300 ACM.

Direct Connection

Whether or not potential transformers (PTs) are required depends on the nature of the system being monitored, the voltage levels to be monitored, and the input option of the 3300 ACM.

BASIC MODEL

The basic model can be used for direct connection to Wye systems up to 347 VAC line-to-neutral/600 VAC line-to-line or Single Phase systems up to 347/694 VAC. These can also include 120/208 VAC Wye, 120/240 VAC Single Phase, 277/480 VAC Wye, and 277/554 VAC Single Phase systems.

HIACC OPTIONS

The HIACC options provide higher measurement accuracies than the basic model. A guaranteed 0.25% accuracy is provided on phase voltage and phase current measurements, rather than the 0.5% accuracy of the basic model (see Appendix C for complete specifications).

Devices equipped with any one of the HIACC options are designed to be used with the specific system voltage defined by the option. For example, a 3300 ACM - HIACC: 120 should be used with a 120/208 VAC Wye or 120/240 VAC Single Phase system. Other HIACC options include HIACC:277 and HIACC:347.

If a device equipped with a HIACC option is used at any voltage lower than what it is rated for, the accuracy of the voltage measurements must be derated accordingly. Please consult your local Power Measurement sales representative or contact Power Measurement directly for more information.

Using Potential Transformers

If Wye system voltages are over 347/600 VAC, Single Phase system voltages are over 347/694 VAC, or the system is a Delta configuration, PTs are required.

CAUTION

PTs are always required for Delta systems.

PTs are used to scale down the line-to-neutral voltage of a Wye or Single Phase system, or the line-to-line voltage of a Delta system to within the rated input scale of the 3300 ACM. The basic 3300 ACM can be used with PTs that have secondaries rated at 347 VAC or less. This can include $100/\sqrt{3}$, $110/\sqrt{3}$, 100, 110, 120, or 220 VAC secondaries.

Devices equipped with any one of the HIACC options are designed to be used with PTs with secondary ratings equal to the the specific system voltage defined

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

by the option (e.g. 120, 277, or 347). Using PTs with other secondary ratings not equal to the option rating requires that the voltage accuracy be derated accordingly (see HIACC Options section above).

For proper monitoring, correct selection of PTs is critical. For Wye systems, the PT primary rating should equal the system line-to-neutral voltage or nearest higher standard size. For Delta systems, the PT primary rating should equal the system line-to-line voltage. For all system configurations, the PT secondary rating must be within the rated full scale range of the 3300 ACM voltage inputs.

PT quality directly affects system accuracy. The PTs must provide good linearity and maintain the proper phase relationship between voltage and current in order for the voltage, kW, and power factor readings to be valid. Instrument accuracy Class 1 or better is recommended.

2.5.2 PHASE CURRENT INPUTS

The 3300 ACM uses CTs to sense the current in each phase of the power feed. The selection of the CTs is important because it directly affects accuracy.

Current Input Options

The 3300 ACM offers a choice of phase current input options to match the type of CTs being used. The basic model 3300 ACM is compatible with CTs with 5 Amp full scale secondaries. The 1AMP option provides compatibility with 1 Amp CT secondaries.

CAUTION

Refer to the label on the base module of the 3300 ACM to determine the equipped current input option(s). Applying current levels incompatible with the current input configuration will permanently damage the device.

CT Ratings

The CT secondary should have a burden capacity greater than 3 VA.

The CT primary rating is normally selected to be equal to the current rating of the power feed protection device. However, if the peak anticipated load is much less than the rated system capacity then improved accuracy and resolution can be obtained by selecting a lower rated CT. In this case the CT size should be the maximum expected peak current +25%, rounded up to the nearest standard CT size.

Other factors may affect CT accuracy. The length of the CT cabling should be minimized because long cabling will contribute to inaccuracy. Also, the CT burden rating must exceed the combined burden of the 3300 ACM plus cabling plus any other connected devices (burden is the amount of load being fed by the CT, measured in Volt-Amps). The 3300 ACM burden rating is given in Appendix C.

Overall accuracy is dependent on the combined accuracies of the 3300 ACM, the CTs, and the PTs (if used). Instrument accuracy Class 1 or better is recommended.

2.5.3 PT & CT CONNECTION

Figures 2.5.4a to 2.5.6 illustrate all required phase voltage and phase current connections for various circuit configurations to ensure correct installation. Phasing and polarity of the AC current and voltage inputs and their relationship is critical to the correct operation of the unit.

All phase voltage sense leads should be protected by breakers or fuses at their source. In cases where PTs are required, if the power rating of the PTs is over 25 Watts the secondaries should be fused.

DANGER

PT secondary circuits are capable of generating lethal voltages and currents with their primary circuit energized. Standard safety precautions should be followed while performing any installation or service on the device (eg. removing PT fuses, etc.)

CTs should be connected to the device via a shorting block or test block to facilitate the safe connection and disconnection of the CTs.

DANGER

CT secondary circuits are capable of generating lethal voltages and currents when open circuited with their primary circuit energized. Standard safety precautions should be followed while performing any installation or service on the device (eg. shorting CT secondaries, etc.)

Questions regarding proper working procedures should be referred to qualified personnel.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 CONNECTION FOR THREE PHASE WYE (STAR) SYSTEMS

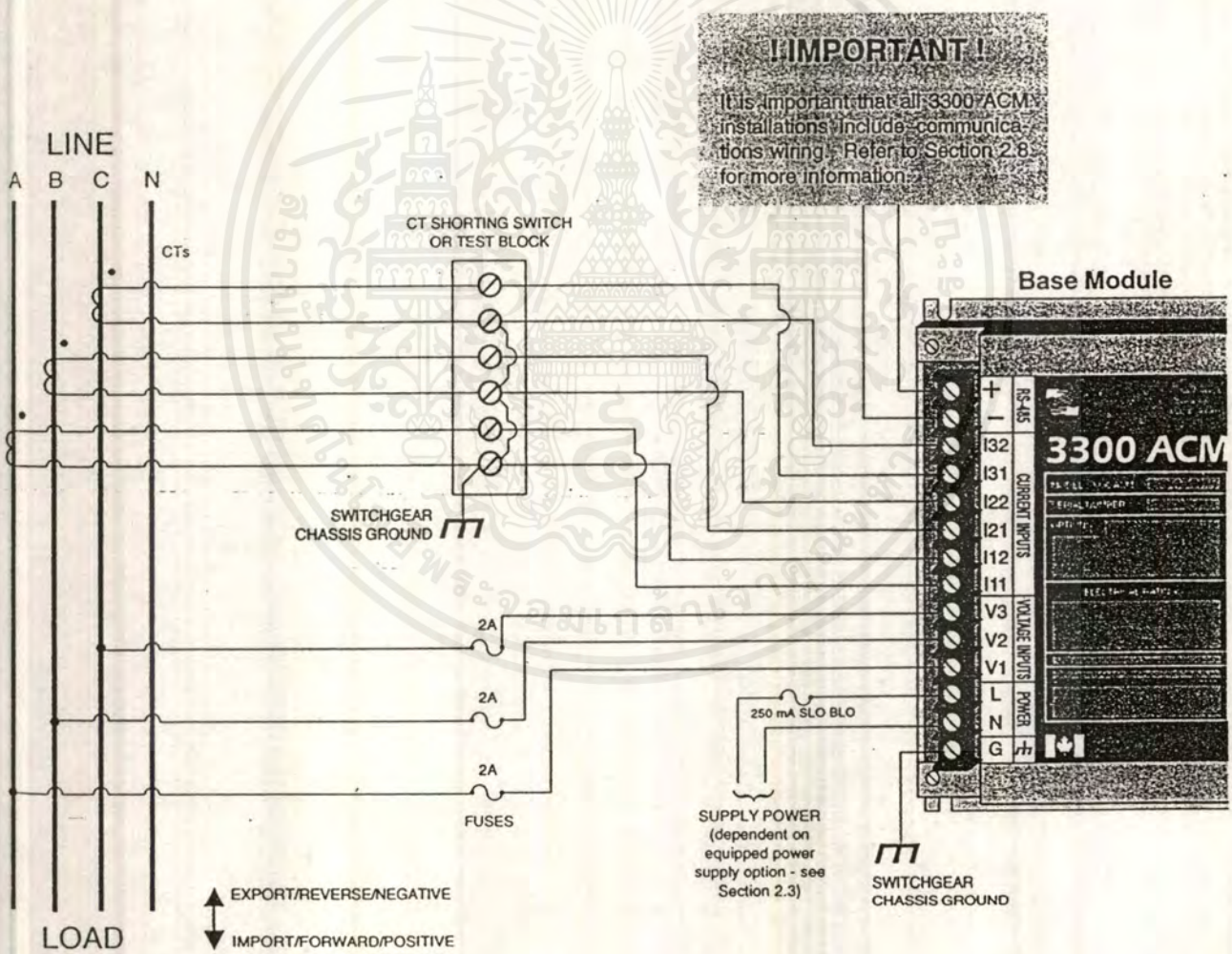
Figures 2.5.4a to 2.5.4d provide wiring diagrams for 4 and 3 wire Wye system configurations.

For a 4 wire Wye system, the 3300 ACM senses the line-to-neutral (or ground) voltage of each phase and current of each phase, making for an equivalent 3 element metering configuration.

If the power system to be monitored is equal to or less than 347/600 VAC, the 3300 ACM can be used for direct sensing of each phase, without the need for PTs.

The wiring diagram for these voltage ranges is shown in Figure 2.5.4a below. VOLTS MODE should be set to 4 WIRE WYE.

Figure 2.5.4a 4 Wire WYE: 3 Element Direct Connection
(for 120/208 to 347/600 Volt Systems)



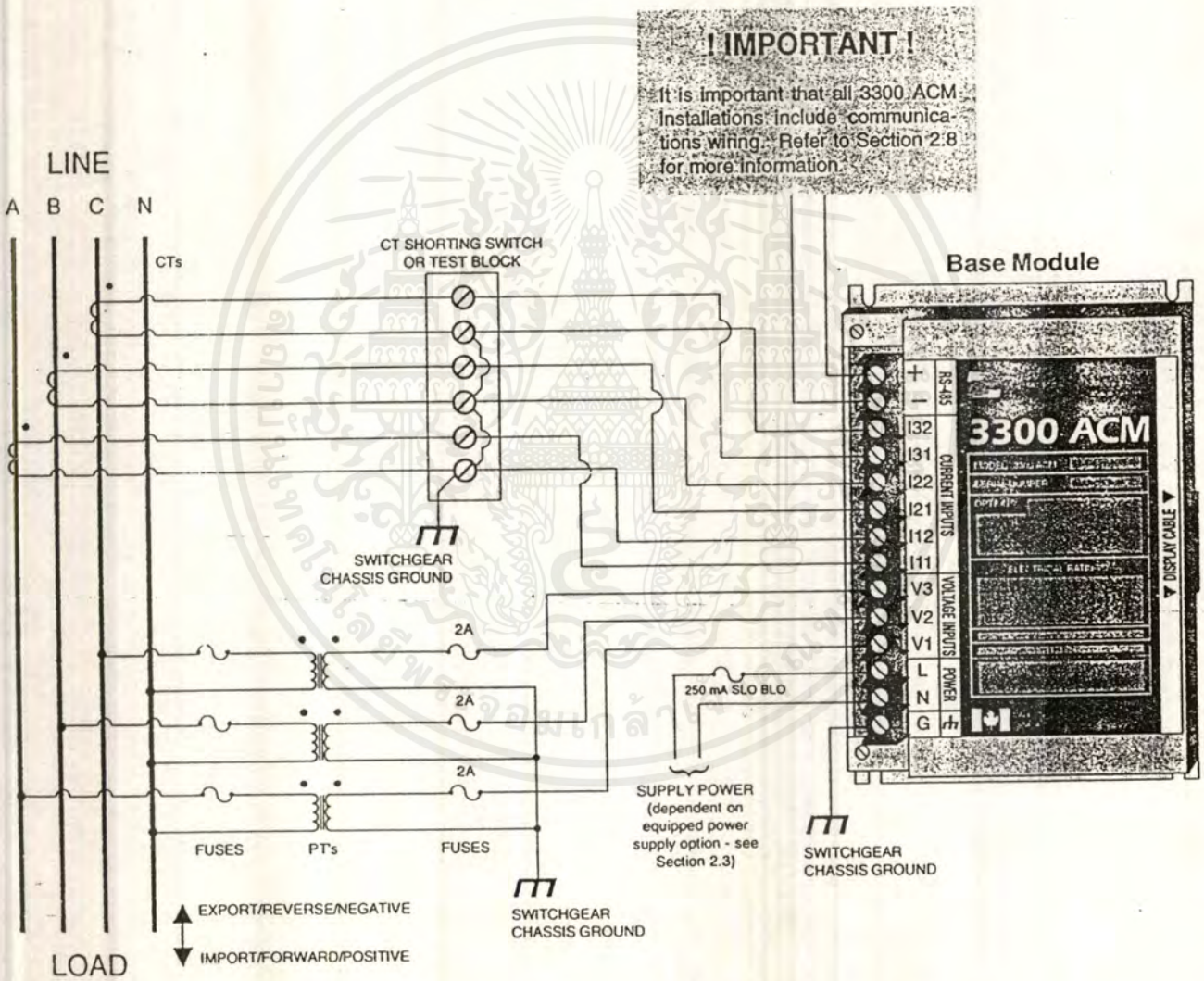
NOTES: 1. VOLTS MODE = 4 WIRE WYE 2. Note the polarity of each CT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

For Wye system voltages over 347/600 Volts, PTs must be used. When PTs are used, both the PT primary and secondary must be wired in a Wye (Star). Voltage sense leads should be protected by breakers or fuses at their source. If the power rating of the PTs is over 25 Watts the secondaries should be fused.

This configuration is shown in Figure 2.5.4b below. Wiring must be exactly as shown for correct operation. VOLTS MODE should be set to 4 WIRE WYE.

Figure 2.5.4b 4 Wire WYE: 3 Element Connection Using 3 PTs



NOTES 1. VOLTS MODE = 4 WIRE WYE. 2. Note the polarity of each CT and PT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

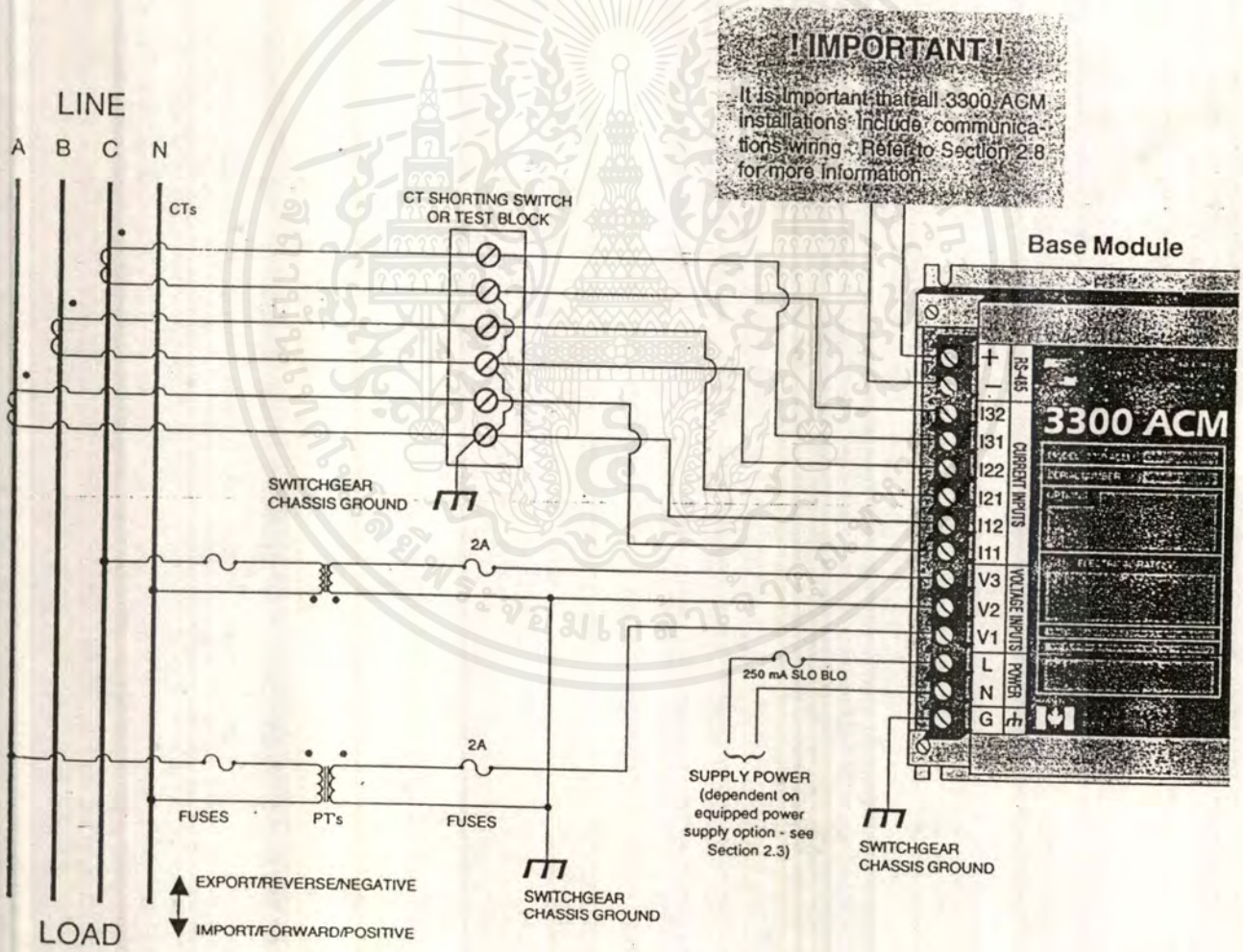
The 3300 ACM also supports a 2½-element connection scheme which requires only two PTs. In this mode, the phase B voltage reading is derived from the other available voltages.

This configuration is shown in Figure 2.5.4c. VOLTS MODE should be set to 3 WIRE WYE.

WARNING

VOLTS MODE = 3 WIRE WYE will only provide accurate power measurement if the voltages are balanced. If the phase B voltage is not equal to the phase A and C voltages, the power readings may not meet the 3300 ACM accuracy specifications.

Figure 2.5.4c 4 Wire WYE: 2½ Element Connection Using 2 PTs



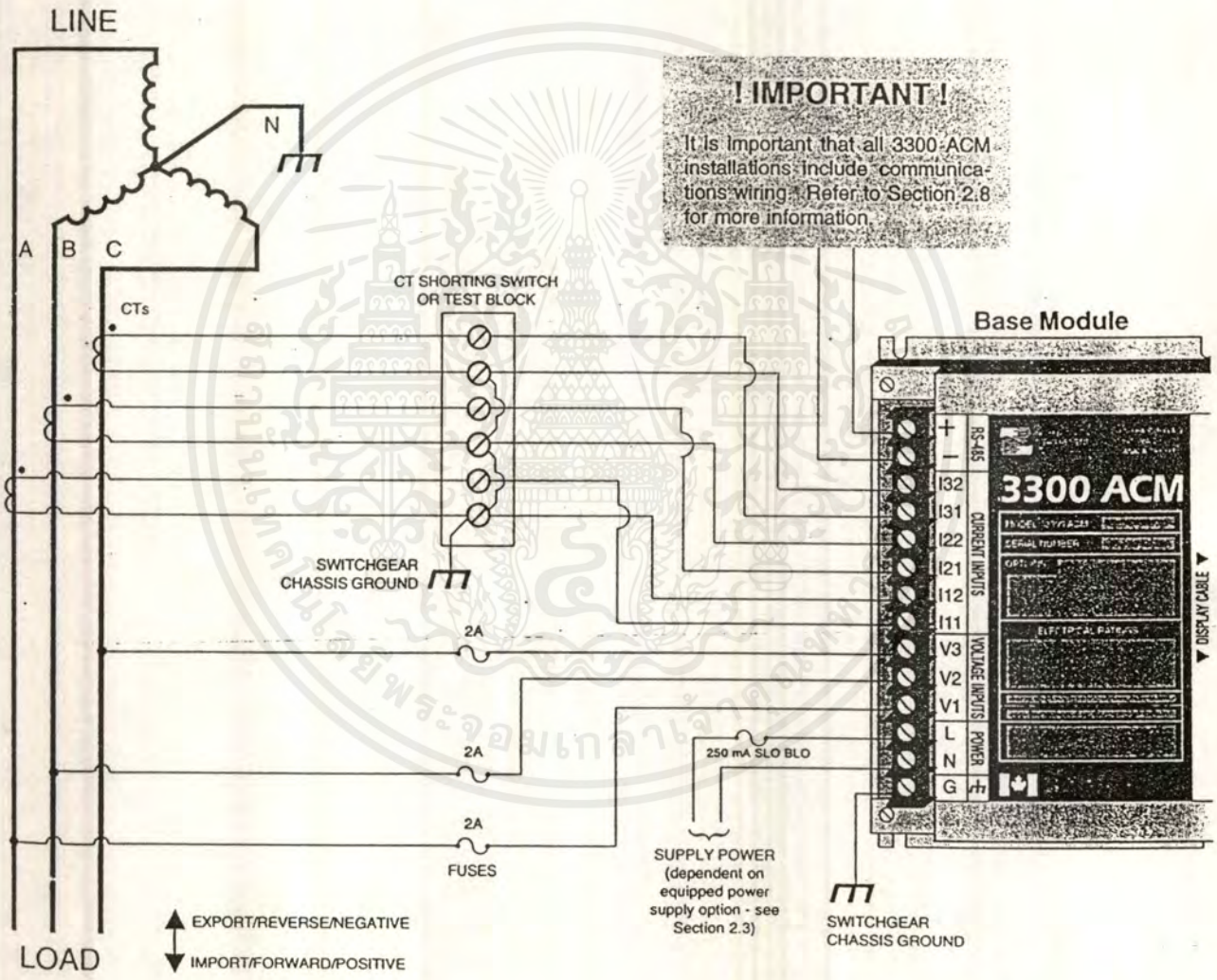
NOTES: 1. VOLTS MODE = 3 WIRE WYE. 2. Note the polarity of each CT and PT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

When the common or star point of a 3 wire Wye system is grounded, the 3300 ACM may be connected directly without the use of PT's (provided the voltages are within the input range of the unit).

This configuration is shown in Figure 2.5.4d. The VOLTS MODE should be set to 4 WIRE WYE.

Figure 2.5.4d 3 Wire WYE: 3 Element Direct Connection
(For 120/208 to 347/600 Volt Systems)



NOTES 1. VOLTS MODE = 4 WIRE WYE. 3. Note the polarity of each CT. 2. The line transformer neutral must be equipotential with the SWITCHGEAR CHASSIS GROUND for this meter configuration to operate properly.

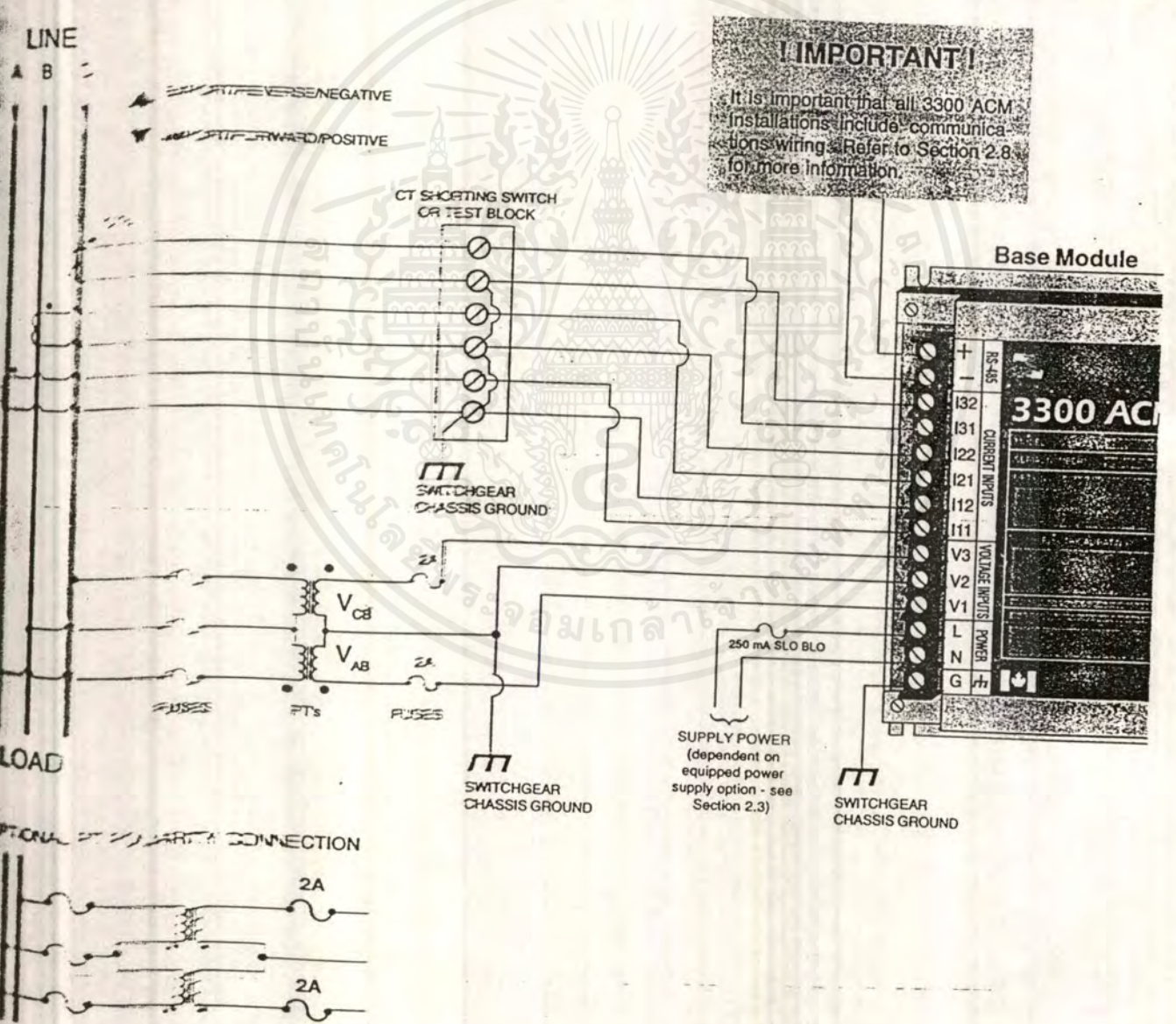
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 CONNECTION FOR THREE PHASE DELTA SYSTEMS

For ungrounded (floating) 3 wire Delta systems, the 3300 ACM always requires PTs and senses the line-to-line voltages between each of the phases.

The 3300 ACM may be connected in either of two ways: using 2 or 3 CTs. Figure 2.5.5a below shows ungrounded Delta connection using 3 CTs. VOLTS MODE should be set to 3 WIRE DELTA.

Figure 2.5.5a 3 Wire DELTA: 2½ Element Using 2 PTs and 3 CTs



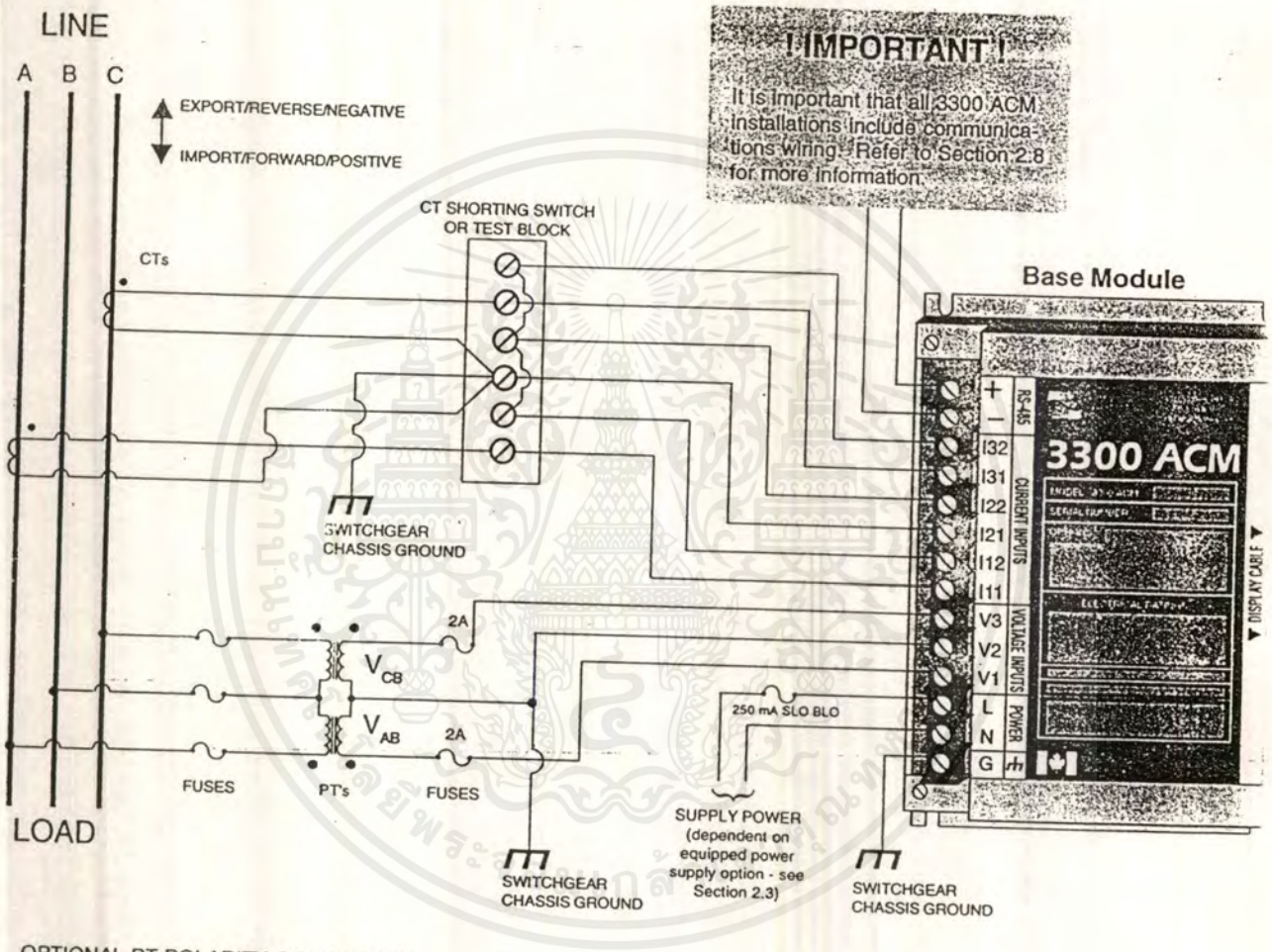
OPTIONAL 2½ ELEMENT DELTA CONNECTION

NOTES: 1. VOLTS MODE = 3 WIRE DELTA. 2. Note the polarity of each CT and PT.

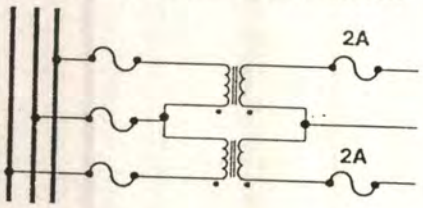
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2.5.5b below shows ungrounded Delta connection using 2 CT's. VOLTS MODE should be set to 3 WIRE DELTA.

Figure 2.5.5b 3 Wire DELTA: 2 Element Using 2 PTs and 2 CTs



OPTIONAL PT POLARITY CONNECTION



NOTES 1. VOLTS MODE = 3 WIRE DELTA 2. Note the polarity of each CT and PT.

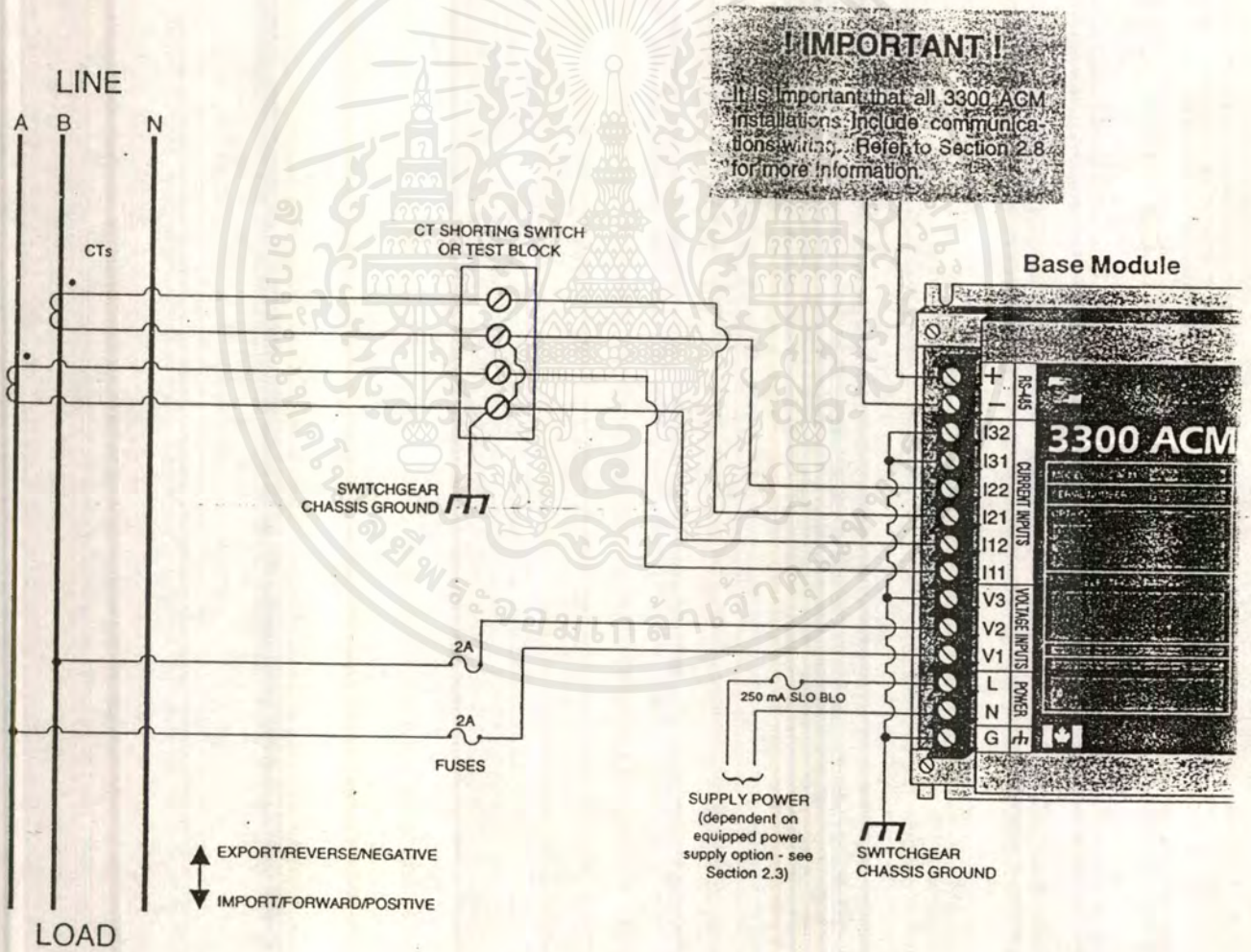
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 CONNECTION FOR SINGLE PHASE SYSTEMS

Wiring for Single Phase systems is performed by connecting the two voltage phases (each 180 degrees with respect to each other) to the V1 and V2 inputs of the 3300 ACM, and the outputs of the two corresponding current transformers to the I1 input pair and I2 input pair.

This is illustrated in Figure 2.5.6 below. Note that the V3 input and I3 input pair are unused and should all be grounded. For Single Phase systems, the VOLTS MODE of the 3300 ACM should be set to SINGLE PHASE.

Figure 2.5.6 3 wire Single Phase: 2 Element Direct Connection



NOTES: 1. VOLTS MODE = SINGLE PHASE. 2. Note the polarity of each CT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 COMMUNICATIONS CONNECTIONS

The 3300 ACM is equipped with an RS-485 communications port. Optical coupling provides full isolation between the RS-485communication lines and the metering equipment.

Connections are made to the RS-485 terminals on the main terminal strip.

NOTE

It is very important that communications wiring be made to the RS-485 port of every 3300 ACM being installed, even if remote communications are not initially required. All field service work including running diagnostics, testing, software upgrades, feature upgrades, etc., are performed via the communications link.

The following sections describe wiring requirements for connection with a master computer station or other device. Refer to Chapter 5 for information regarding communications setup parameters.

RS-485 Connections

RS-485 communications allows multiple devices to be connected on the same bus. Up to 32 devices can be connected on a single RS-485 bus, which consists of a shielded twisted pair cable. The overall length of the RS-485 cable connecting all devices cannot exceed 4000 ft. (1219 m).

To connect an RS-485 communications bus to a computer or other RS-232C equipped device, an RS-232C to RS-485 converter is required, such as Power Measurement's COM32 or COM128. The COM32 offers a single RS-485 port, while the COM128 offers a total of four RS-485 ports that can each support up to 32 devices.

General Bus Wiring Considerations

Devices connected on the bus, including the 3300 ACM, converter(s) and other instrumentation, must be wired as follows:

a. Use a good quality shielded twisted pair cable for each RS-485 bus. It is recommended that AWG 22 (0.6 mm) or larger conductor size be used.

b. Ensure that the polarity is correct when connecting to the RS-485 port (+) and (-) terminals of each device.

c. The shield of each segment of the RS-485 cable must be connected to ground at *one end only.*

CAUTION

Do not connect ground to the shield at both ends of a segment. Doing so will allow ground loop currents to flow in the shield, inducing noise in the communications cable.

d. It is recommended that an intermediate terminal strip be used to connect each device to the bus. This will allow for easy removal of a device for servicing if necessary. Figure 2.8.1 illustrates the correct connections to a terminal strip. Do *not* use the T-connection illustrated. The end of Section 2.6.5 explains in more detail the connection methods to avoid.

e. Cables should be isolated as much as possible from sources of electrical noise.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Recommended Topologies

Devices on an RS-485 bus are connected in a point-to-point configuration, with the (+) and (-) terminals of each device connected to the associated terminals on the next device. This is illustrated in Figures 2.8.2.

While there are many topologies that can be used to connect devices on an RS-485 communication bus, the two recommended methods are the *straight-line* and *loop* topologies.

STRAIGHT-LINE TOPOLOGY

The straight-line wiring method is illustrated in Figure 2.8.2. The converter can exist at any position on the RS-485 bus, including an end point.

To reduce signal reflections that can corrupt data on the bus, each end point of the straight-line bus must be terminated. Termination resistors are connected between the (+) and (-) terminals of the device at each end of the bus. These resistors should have a rating of 1/4 Watt, and have a value which matches the line impedance of the cable being used. For AWG 22 shielded twisted pair cable, values between 150 and 300 ohms are typical. Consult the cable manufacturer's documentation for the exact impedance of your cable.

LOOP TOPOLOGY

The loop wiring method is illustrated in Figure 2.8.2 The converter can exist at any position on the RS-485 bus.

One advantage of the loop topology is that a single open circuit fault condition anywhere on the loop will not result in the loss of communication between the computer station and any of the remote devices.

The loop topology does not require termination resistors at any point on the bus.

Calculating Overall Cable Length

When determining the overall length of an RS-485 communication straight-line or loop connection, it is important to account for all cable segments. For example, when RS-485 connections to the device are made via an intermediate terminal block (Figure 2.8.1), the lengths of cable between the device and the terminal block must be added to the total cable distance. This length is equal to 2 times distance X in the diagram.

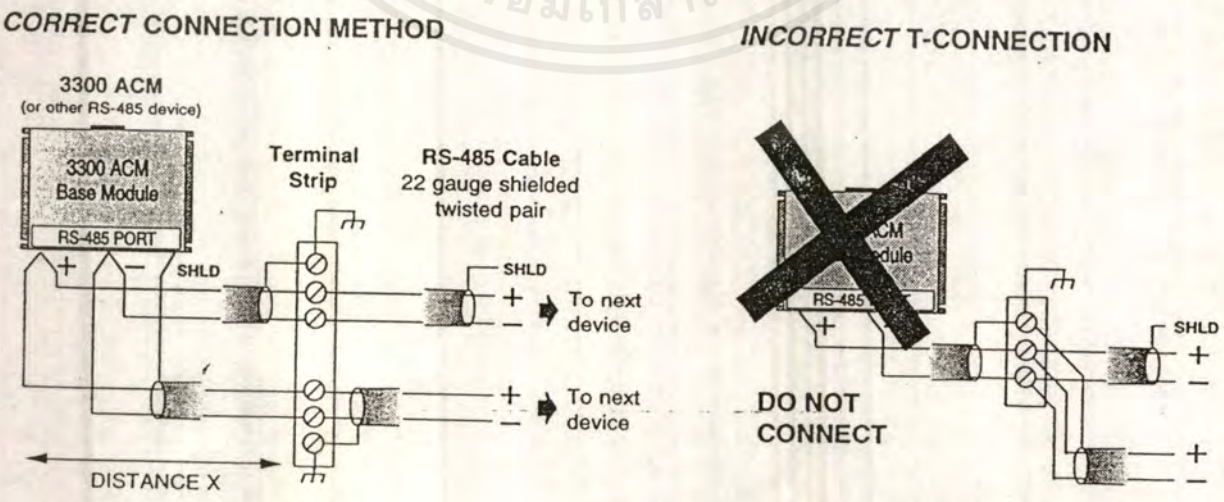
Connection Methods to Avoid

Any device connection that causes a branch in the main RS-485 bus should be avoided. This includes *star* and *tee (T)* methods. Refer to Figure 2.8.3 for examples. These wiring methods will cause signal reflections that may cause interference.

RULE OF THUMB

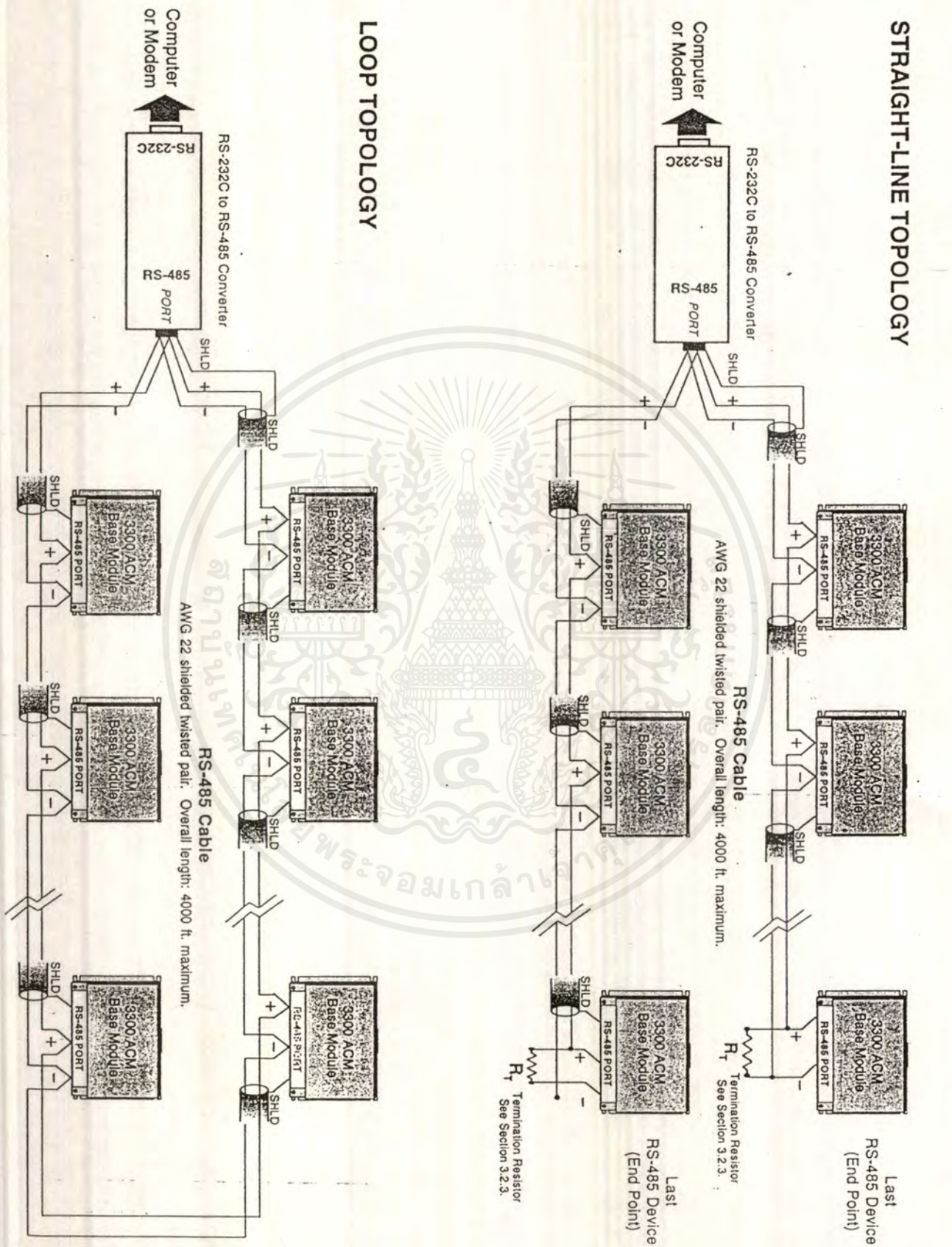
At any connection point on the RS-485 bus, no more than two (2) cables should be connected. This includes connection points on instruments, converters, and terminal strips. Following this guideline ensures that star and tee connections are avoided.

Figure 2.8.1 RS-485 Intermediate Terminal Strip Connection



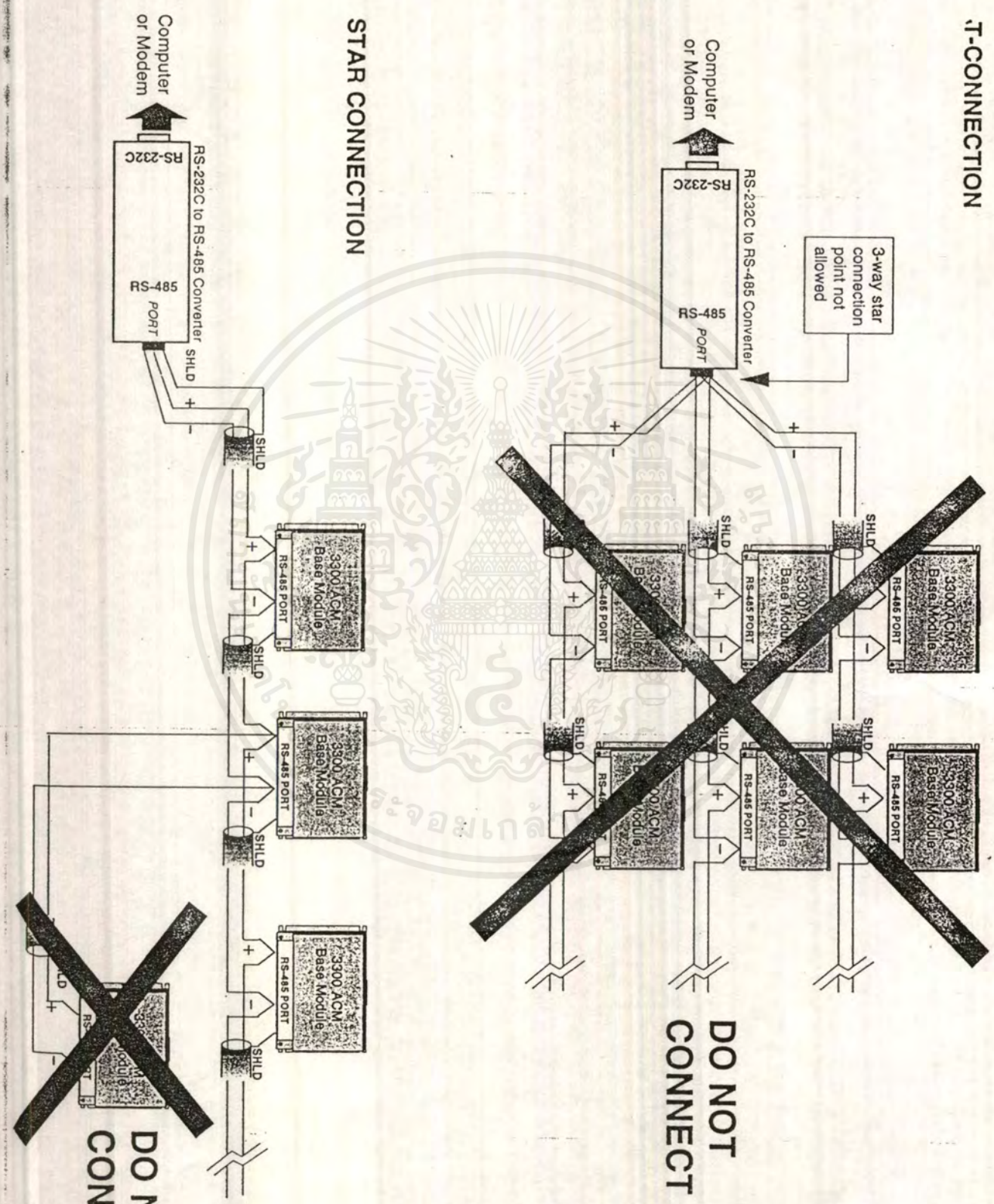
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2.8.2 RS-485 Communications Connections



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2.8.3 RS-485 Topologies to Avoid



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

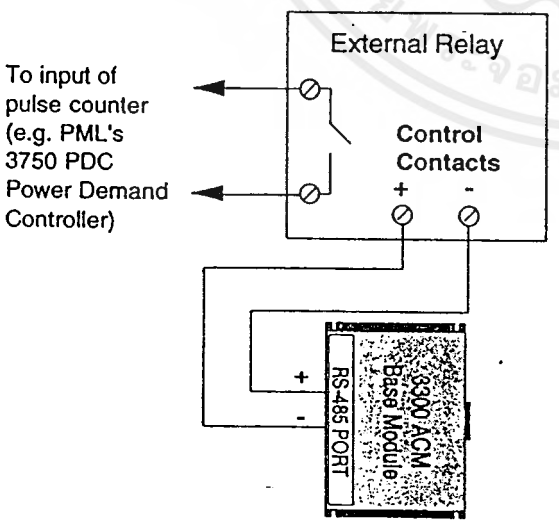
2.9 KWH PULSE OUTPUT

The RS-485 communications port of the 3300 ACM can alternatively be used to provide a kWh pulse output, suitable for driving a relay. Figure 2.9.1 illustrates the connections required. Pulses can be configured as KYZ or set to user-selectable pulse width (10 to 990 ms). The maximum pulse rate possible is 1 pulse per second. Section 3.3.9 describes the programming and operation of this function in more detail.

CAUTIONS

1. Use only a Power Measurement approved external relay with the 3300 ACM. Using a non-approved relay can seriously damage the RS-485 port output and will void the 3300 ACM warranty. Contact Power Measurement for complete information regarding relay specifications and applications.
2. The RS-485 port of any 3300 ACM which is being used for kWh pulsing must not be connected to any local RS-485 communications network. Doing so will inhibit all communications on the network.

Figure 2.9.1 kWh Pulse Output Connections



2.10 MAINTENANCE

The 3300 ACM contains a non-volatile memory (NVRAM) that provides an integrated battery backup system. The rated life of the NVRAM battery is seventy years at 50°C (122°F), 28 years at 60°C (140°F), and 11 years at 70°C (158oF).

If the unit operates at less than 50°C for 60% of the time, less than 60°C for 90% of the time, and less than 70°C for 100% of the time, the expected life of the NVRAM battery is 35 years. If the meter is operating in an environment where the temperatures regularly exceed 60°C, the NVRAM should be replaced every ten years.

Contact Power Measurement or your local representative for information on NVRAM replacement.

NOTE

When the NVRAM is replaced, min/max data (if equipped) may be lost. It is recommended that critical data be uploaded via communications to a computer prior to servicing. Setup parameters and calibration of the unit will not be affected.

Other than NVRAM replacement, the 3300 ACM does not require any regular maintenance.

2.11 CALIBRATION

The calibration interval for the 3300 ACM depends on the user's accuracy requirements. The rated accuracy drift is 0.1% per year.

For information regarding the required calibration procedure, contact Power Measurement or your local representative.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 FIELD SERVICE CONSIDERATIONS

In the unlikely event that the 3300 ACM unit should fail, servicing will require disconnection and removal of the unit from its mounting for the purpose of repair, or for exchange with a replacement unit. The initial installation should be done in a way which makes this as convenient as possible:

1. All phase voltage sense leads should be protected by breakers or fuses at their source such that the 3300 ACM can be safely disconnected.

DANGER

PT secondary circuits are capable of generating lethal voltages and currents with their primary circuit energized. Standard safety precautions should be followed while performing any installation or service on the device (eg. removing PT fuses, etc.)

2. A CT shorting block should be provided so that the 3300 ACM current inputs can be safely disconnected without open circuiting the CTs. The shorting block should be wired so that protective relaying is not affected.

DANGER

CT secondary circuits are capable of generating lethal voltages and currents when open circuited with their primary circuit energized. Standard safety precautions should be followed while performing any installation or service on the device (eg. shorting CT secondaries, etc.)

3. All wiring should be routed to allow easy removal of the connections to the 3300 ACM base module terminal strips and the 3300 ACM itself.

Questions regarding proper working procedures should be referred to qualified personnel.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. GENERAL OPERATION

NOTES

1. All measurements and setup information displayed via the 3300 ACM display module are available via the communications port. See Chapter 5 for detailed information on communications with the 3300 ACM.
2. The TRAN option of the 3300 ACM comes with no display/ keypad module. Data is read, and field programming performed, via the device's communications port. Refer to Appendix E for instructions regarding TRAN operation. For the TRAN option, disregard all references made to display module operations in Chapter 3.

3.1 POWER UP

After all installation wiring is complete and has been double checked, the unit may be powered up.

The 3300 ACM will first enter its default *display mode* which displays Volts, Phase, Amps, and Power Function (KW). Note that the Power Function value may not initially be displayed if it is too large - see Section 3.2 for a description of this condition.

The values initially appearing will probably not be correct, since the unit has not yet been told a number of necessary pieces of information about the installation. The process of giving the 3300 ACM this information is known as *field programming*.

The 3300 ACM display mode is described in Section 3.2. Programming mode is described in Section 3.3.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 DISPLAY MODE

3.2.1 INTRODUCTION

The 3300 ACM display/keypad module has been designed for flexibility and ease of operation, offering many data display and programming functions. Two main operation modes are provided: *display mode* and *programming mode*. Display mode allows the user to view all measured data. Programming mode provides access to all 3300 ACM setup parameters.

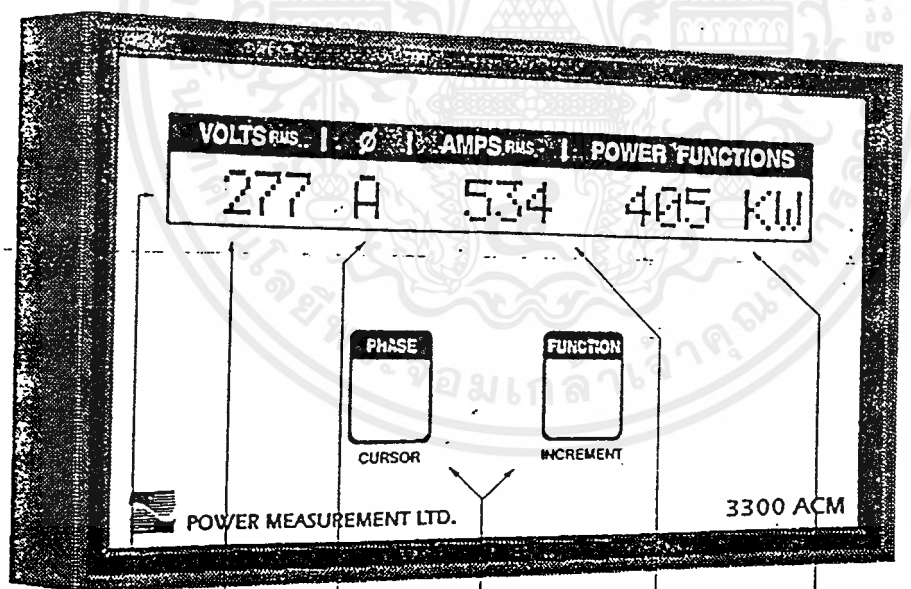
Display mode provides a variety of real-time data display configurations to choose from. The two display module buttons, PHASE and FUNCTION, are used to select different display options (see Figure 3.2.1).

On power-up the 3300 ACM will be in display mode, and will be presenting the *Volts-Phase-Amps-Power Function* display. The power function displayed on power-up will depend on the measurement options with which the 3300 ACM has been equipped.

NOTE

In circumstances where a power function requires many significant figures or characters to be clearly interpreted, the power function will not be displayed simultaneously with the Volts and Amps displays. In this case, the POWER FUNCTION field of the display will appear blank.

To display the power function, press the FUNCTION button. This will allow the power function to be presented using the entire width of the display, replacing the Volts-Phase-Amps display. To return to the Volts-Phase-Amps display, press the PHASE button.



LCD DISPLAY — High visibility 0.4" character
VOLTS — 4-digit
PHASE — indicator
DISPLAY MODULE BUTTONS — Long life, sealed, stainless steel membrane switches
AMPS — 4-digit
POWER FUNCTIONS — 5-digit / 8-character

Figure 3.2.1 3300 ACM Display Module Front Panel Features

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 PHASE BUTTON

The PHASE button can be used to view Volts and Amps readings for each line-to-neutral and line-to-line phase, as well as the average readings for all phases. Simultaneous display of all three Volts phase readings, or all three Amps phase readings is also possible.

The number of different displays available depends on the VOLTS MODE currently set. Setting the VOLTS MODE parameter is described in Section 3.3.

> **NOTE**
>
> In circumstances where a selected power function uses the entire display (ie. Volts and Amps are not being presented), pressing the PHASE button will return to the Volts-Phase-Amps display.

3.2.3 PHASE DISPLAYS

The following Volts-Phase-Amps displays are available to each VOLTS MODE. See Figure 3.2.3 for an illustration of each phase display:

a) VOLTS MODE = 4 WIRE WYE

Pressing the PHASE button will first advance through each pair of *line-to-neutral* Volts and Amps phase readings (A, B, C), and the average for all line-to-neutral readings ($^{L}_{N}$).

Pressing the PHASE button will then advance through each pair of *line-to-line* Volts and Amps phase readings ($^{A}_{B}$, $^{B}_{C}$, $^{C}_{A}$) and the average for all line-to-line readings ($^{L}_{L}$).

Pressing the PHASE button again will advance to the *3-phase line-to-neutral Volts* display.

... continued

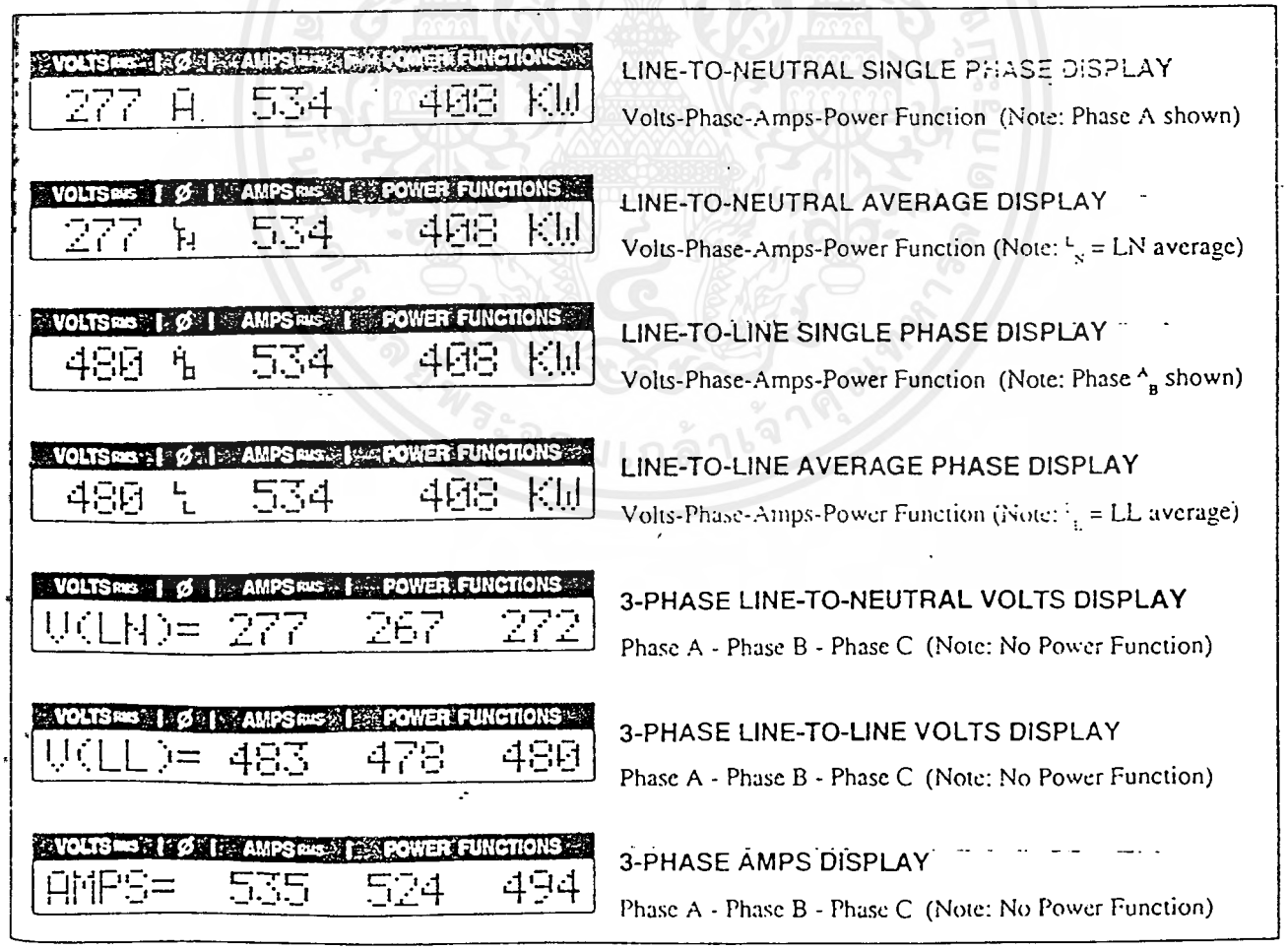


Figure 3.2.3 _3300 ACM Phase Displays

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This presents all three line-to-neutral Volts (LN) readings at once (A, B, C). Power functions will not be shown since this option uses the entire display to present all three phases of information.

Pressing the PHASE button again will advance to the *3-phase line-to-line Volts* display. This presents all three line-to-line Volts (LL) readings at once ($^{A}_{B}$, $^{B}_{C}$, $^{C}_{A}$). Power functions will not be shown since this option uses the entire display to present all three phases of information.

Pressing the PHASE button again will advance to the *3-phase Amps* display. This presents all three Amps readings at once

(A, B, C). Power functions will not be shown since this option uses the entire display to present all three phases of information.

b) VOLTS MODE = 3 WIRE DELTA

The 3300 ACM will provide all the same displays for 3 WIRE DELTA mode as it does for 4 WIRE WYE (see above), except for Volts line-to-neutral readings.

c) VOLTS MODE = SINGLE PHASE

Pressing the PHASE button will first advance through each phase of *line-to-neutral* Volts and Amps phase readings (A, B), and the average for both line-to-neutral readings ($^{L}_{N}$).

3.2.4 FUNCTION BUTTON

Power functions are displayed in the POWER FUNCTION field of the display along side the Volts-Phase-Amps fields. The FUNCTION button can be used to view readings for the two standard power functions, as well as all additional power function options installed. Pressing the FUNCTION button will advance through each available power function. After all functions have been advanced through, the display will loop back to the first function again.

FUNCTION OR PHASE DISPLAY BLANKING

The 3300 ACM display is designed to present measured data in the most effective way possible. In some circumstances Volts and/or Amps readings may not be displayed concurrently with power functions. This will occur in the following two cases:

a) When viewing *3-phase Volts* or *3-phase Amps* displays, the power function will effectively be blanked out.

b) Some power functions may use the entire display to present data when the power function name or value contains many significant digits or characters. This will effectively blank out the Volts and/or Amps data.

In both the above cases, the PHASE and FUNCTION buttons can always be used to select either the Volts and/or Amps display, or the power function display, respectively.

AUTO FUNCTION CYCLING MODE

If the user presses the PHASE button for longer than 3 seconds, the display will enter the *Auto Function Cycling* mode. This mode automatically cycles through the following 4 displays at the rate of one-every-2 seconds:

3-phase Line-to-Neutral Volts
3-phase Line-to-Line Volts
3-phase Amps
Frequency, KW Total

NOTES

1. The Frequency parameter will be displayed only if the 3300 ACM is so equipped.
2. The *Frequency-KW* display is only available in the *Auto Function Cycling* mode and cannot be found in the regular display modes.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 POWER FUNCTION DISPLAYS

The basic model 3300 ACM comes with two standard power functions: **KW** (total instantaneous real power flow for all phases), and **KWH TOT** (total real energy for all phases).

The complete sequence of functions available is dependant on the number of additional power function options purchased with the unit. All standard and optional functions are listed in the chart in Figure 3.2.5 with descriptions.

INDIVIDUAL PHASE, AVERAGED, & TOTALIZED READINGS

Figures 3.2.5 a & b indicate which functions provide individual phase readings, average of all phases, and/or totalized values for all phases. Functions which provide individual phase and average of all phases readings will indicate which reading is presently being displayed by having the name imbedded in the function label as follows:

a) *Phase name* (a, b, c, ab, bc, ca)
Example: KVRb DMD MIN

b) *Average* (av, LNav, LLav)
Example: VLLav MAX

Function labels which do not indicate a specific phase can generally be assumed to represent totalized values for all phases (ex. KW, KVAR, KVA, etc.).

THERMAL AND SLIDING WINDOW DEMAND

The 3300 ACM provides as optional measurements both *thermal* demand and *sliding window* demand functions. To differentiate between these two types, sliding window demand functions use an asterisk in their function names, while thermal demand values have no asterisk.

Example: KW DMD = KW *thermal* demand
KW DMD* = KW *sliding window* demand

POWER FUNCTION AUTO-RANGING UNITS

Note that some readings given in K units will automatically change to M units when values exceed 9999 K. Some functions also provide negative values, such as Reverse KW, or Reverse KVAR.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3300 ACM MEASURED PARAMETERS

KEY TO ABBREVIATIONS

a, b, c	=	Individual line-to-neutral phase	av	=	Average of all phases
LNav	=	Average of all line-to-neutral phases	total	=	Total of all phases
ab, bc, ca	=	Individual line-to-line phases			
LLav	=	Average of all line-to-line phases	* (asterisk)	=	sliding window demand (ie. not thermal)

LABEL	Phase, Avg, Total	DESCRIPTION
Standard Power Functions		
KW	total	Total instantaneous real power flow for all phases. A positive number (ie. no sign) indicates real power in the forward direction (imported). A negative number (ie. negatively signed) indicates real power in the reverse direction (exported).
KWH TOT	total	Total accumulated real energy (ie. total KW Hours) for all phases. This accumulated value is incremented when real power is being imported, and decremented when real power is exported. Therefore, this accumulated value can be signed either positively (net import) or negatively (net export). Note also that its value will roll over to 0 (zero) at ± 1,999,999,999 KWH.
Optional Power Functions		
V MIN	a, b, c, LNav	Volts minimums line to neutral - each phase and average of all phases
	ab, bc, ca, LLav	Volts minimums line to line - each phase and average of all phases
V MAX	same as above	Maximums for above function.
V DMD	same as above	Volts thermal demand on each phase and average of all phases line-to-neutral, and each phase and average of all phases line-to-line.
V DMD MIN	same as above	Minimums for above function.
V DMD MAX	same as above	Maximums for above function.
I MIN	a, b, c, av	Amps minimums - each phase and average of all phases.
I MAX	same as above	Maximums for above.
I DMD	same as above	Amps thermal demand - each phase and average of all phases.
I DMD MIN	same as above	Minimums for above function.
I DMD MAX	same as above	Maximums for above function.
Iav DMD*	av	Amps sliding window demand - average of all phases.
Iav DMD MIN*	same as above	Minimums for above function.
Iav DMD MAX*	same as above	Maximums for above function.
KW	a, b, c	Instantaneous real power flow (KW) - each phase.
KW MIN	a, b, c, total	Minimums for instantaneous real power flow - each phase and total of all phases.
KW MAX	same as above	Maximums for above function.
KW DMD	same as above	Instantaneous real power thermal demand - each phase and total of all phases.
KW DMD MIN	same as above	Minimums for above function.
KW DMD MAX	same as above	Maximums for above function.
KW DMD*	total	Instantaneous real power (KW) sliding window demand - total of all phases.
KW DMD MIN*	same as above	Minimums for above function.
KW DMD MAX*	same as above	Maximums for above function.
KWH IMP	total	Imported real energy (KWH) - total of all phases. Roll over: ±1,999,999,999 KWH.
KWH EXP	total	Exported real energy (KWH) - total of all phases. Roll over: ±1,999,999,999 KWH.

Figure 3.2.5a List of 3300 ACM Power Functions - Part I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIST OF 3300 ACM POWER FUNCTIONS

LABEL	Phase, Avg, Total	DESCRIPTION
Optional Power Functions (continued)		
KVR	a, b, c, total	Instantaneous reactive power flow (KVAR) - each phase and total of all phases.
KVR MIN	same as above	Minimums for above function.
KVR MAX	same as above	Maximums for above function.
KVR DMD	same as above	Instantaneous reactive power thermal demand - each phase and total of all phases.
KVR DMD MIN	same as above	Minimums for above function.
KVR DMD MAX	same as above	Maximums for above function.
KVR DMD*	total	Instantaneous reactive power (KVAR) sliding window demand - total of all phases.
KVR DMD MIN*	same as above	Minimums for above function.
KVR DMD MAX*	same as above	Maximums for above function.
KVRH IMP	total	Imported reactive energy (KVARH) - total of all phases.
KVRH EXP	total	Exported reactive energy (KVARH) - total of all phases.
KVRH TOT	total	Total reactive energy (KVARH) for all phases. This accumulated value is incremented when reactive power is being imported, and decremented when reactive power is exported. Therefore, this accumulated value can be signed either posi-tively (net import) or negatively (net export). Roll over: ± 1,999,999,999 KVRH.
KVA	a, b, c, total	Instantaneous apparent power flow (KVA) - each phase and total of all phases.
KVA MIN	same as above	Minimums for above function.
KVA MAX	same as above	Maximums for above function.
KVA DMD	same as above	Instantaneous apparent power thermal demand - each phase and total of all phases.
KVA DMD MIN	same as above	Minimums for above function.
KVA DMD MAX	same as above	Maximums for above function.
KVA DMD*	total	Instant. apparent power (KVA) sliding window demand - total of all phases.
KVA DMD MIN*	same as above	Minimums for above function.
KVA DMD MAX*	same as above	Maximums for above function.
KVAH TOT	total	Total apparent energy (KVAH) - total of all phases. Roll over: 1,999,999,999 KVAH.
PF	a, b, c, total	Power factor (PF) - each phase and total of all phases. A leading PF (current leads voltage) is indicated by the designation PF LEAD. A lagging PF (current lags voltage) is indicated by the designation PF LAG.
PF MIN	same as above	Minimums for above function.
PF MAX	same as above	Maximums for above function.
PF DMD	same as above	Power factor thermal demand - each phase and total of all phases.
PF DMD MIN	same as above	Minimums for above function.
PF DMD MAX	same as above	Maximums for above function.
HZ	a	Frequency on Volts phase A
HZ MIN	same as above	Minimums for above function.
HZ MAX	same as above	Maximums for above function.
HZ DMD	same as above	Frequency thermal demand on Volts phase A.
HZ DMD MIN	same as above	Minimums for above function.
HZ DMD MAX	same as above	Maximums for above function.

Figure 3.2.5b List of 3300 ACM Power Functions - Part II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 PROGRAMMING MODE

Following initial installation of the 3300 ACM as described in Chapter 2, the device needs to be told a number of necessary pieces of setup information about the type of electrical system it will be monitoring. The process of giving the 3300 ACM this information is known as *field programming*. The 3300 ACM *programming mode* allows access to all of the device's setup parameters.

3.3.1 PROGRAMMING STEPS

ENTERING PROGRAMMING MODE

To enter the programming mode from display mode, press the PHASE and FUNCTION buttons at the same time and hold them down until the name 'POWER MEASUREMENT' appears on the display (see Figure 3.3.1a). This indicates that programming mode has been entered. Once in this mode, the same action will cause the unit to return to display mode.

PROGRAMMING BUTTON FUNCTIONS

In programming mode, the buttons of the display module take on new programming functions. The label below each button indicates its alternate programming function.

The CURSOR key moves the cursor left one digit. It will wrap around to the right of the number if advanced past the left-most digit.

The INCREMENT key will increment the digit under the cursor. Certain parameters have YES or NO values, such as 'CLEAR ALL HOURS?' In this case pressing the INCREMENT key will cause the YES or NO value to toggle. Other parameters, such as BAUD RATE, have a number of possible values, and pressing INCREMENT will cause the display to scroll through them.

Advancing through each setup parameter is accomplished by pressing the CURSOR and INCREMENT buttons at the same time, then releasing quickly. Do not hold down the buttons for too long, since this will return you to display mode.

ENTERING THE PASSWORD

Press and release the CURSOR and INCREMENT buttons together to advance to the first parameter of the programming mode, the 3300 ACM PASSWORD. When the 3300 ACM is shipped, the PASSWORD will be 0. This PASSWORD must be entered if any parameter values are to be changed. If the password is not entered, the programming may still be viewed, but it will be impossible to change any values. The password may be redefined, as explained in Section 3.3.4.

PARAMETER WRAP-AROUND

The parameter list wraps around. If a parameter is missed, the CURSOR/INCREMENT button combination may be pressed repeatedly until the desired parameter is on the display again.

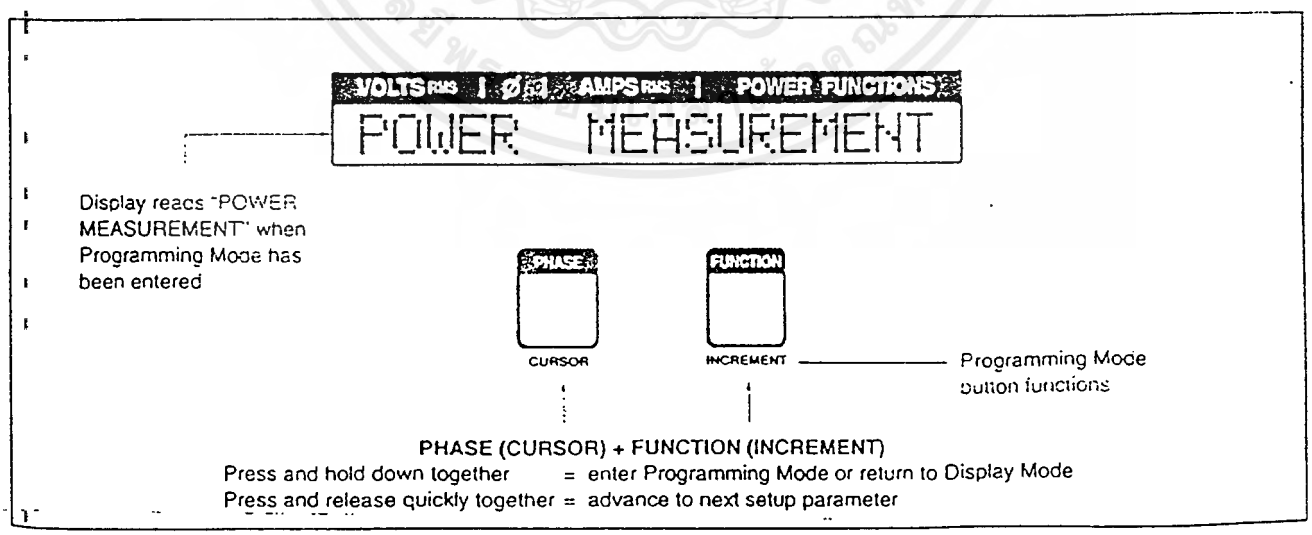


Figure 3.3.1a Programming Mode Display and Button Functions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RETURNING TO DISPLAY MODE

Once all parameters have been set to their desired values, pressing and holding down the CURSOR and INCREMENT buttons will cause the 3300 ACM to return to display mode.

PROGRAMMING EXAMPLE

Figure 3.3.1b gives a step-by-step example of how to program a 3300 ACM operating parameter from the display module. The example given shows how to set the PT PRIMARY and PT SECONDARY parameters for the device, then return to display mode. The example is given for a PT primary of 14.4 KV. The secondary is the required rating of 120 V.

STEP	ACTION:	DISPLAY READS:	
1.	Press and hold down PHASE & FUNCTION buttons together to enter programming mode.	POWER MEASUREMENT	
2.	Press and quickly release CURSOR & INCREMENT buttons once.	PASSWORD=	••••
3.	Enter password by using INCREMENT and CURSOR buttons. Note: 3300 ACM is shipped with password = 0.	PASSWORD=	•••0
4.	Press and quickly release CURSOR & INCREMENT buttons once.	USING PTS?=	NO
5.	Press INCREMENT button once to toggle value to YES.	USING PTS?=	YES
6.	Press and quickly release CURSOR & INCREMENT buttons once.	PT PRIMARY=	1
7.	Enter new value for PT PRIMARY. To set to 14400 (14.4 KV), first set far right digit to 0 by pressing INCREMENT until display reads:	PT PRIMARY=	0
8.	Move cursor one digit left by pressing CURSOR button.	PT PRIMARY=	_0
9.	Set digit required value by pressing INCREMENT.	PT PRIMARY=	00
10.	Repeat steps 8 & 9 above until all digits set.	PT PRIMARY=	14400
11.	Press and quickly release CURSOR & INCREMENT buttons once.	PT SECONDARY=	1
12.	Enter new value for PT SECONDARY. Follow steps 8 to 10 above, using INCREMENT and CURSOR buttons until display reads:	PT SECONDARY=	120
13.	Press and quickly release CURSOR & INCREMENT buttons to advance to next parameter, or press and hold down to return to display mode.	*Volts, I, Amps, Power Function*	

NOTE: Cursor position in the example is shown as an underscore line. In the actual display, cursor position is indicated by an underscored blinking character.

Figure 3.3.1b Field Programming Example - Setting VOLTS SCALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 OPERATING PARAMETER DESCRIPTIONS

Figures 3.3.2 a & b provide a brief description of each parameter that may be programmed from the front panel.

Additional information on setting each operating parameter are provided in the following sections.

3300 ACM demand functions are described in detail in Chapter 4. Communications are described in detail in Chapter 5.

FIELD PROGRAMMABLE OPERATING PARAMETERS

PARAMETER	DESCRIPTION	RANGE
PASSWORD	Must be entered correctly to allow changing the value of any setup parameter(s) or to allow clear/reset of any function.	4 digit number
USING PTS?	Selecting NO indicates the 3300 ACM voltage inputs are being connected directly to the power lines, without PTs. Selecting YES indicates PTs are being used.	NO = direct connection YES = input from PTs
PT PRIMARY	Set to PT primary voltage rating. This parameter only appears when USING PTS? parameter has been set to YES.	0 to 999,999 Volts
PT SECONDARY	Set to PT secondary voltage rating. This parameter only appears when USING PTS? parameter has been set to YES.	0 to 347 Volts
AMPS SCALE	Sets full-scale AC input current for A, B, and C phases (CT primary current rating). See Section 3.3.4.	0 to 30,000 Amps
VOLTS MODE	Sets Volts Mode for correct power system configuration. Demo mode provides preset values for all measurements based on input scales. Use for demonstration purposes only.	4-WIRE WYE 3-WIRE DELTA SINGLE PHASE DEMO
UNIT ID	Sets communications identification number for 3300 ACM. Note: The number 0 may not be used for an ID as it is reserved for other purposes.	1 to 9999
COM MODE	Selects the function of the RS-485 port. See Sections 3.3.6 and 3.3.7.	RS485 = communications KWH PULSE = pulse output
KWH/PULSE	Sets number of KW hours between pulses in KWH pulse mode. Parameter only appears when COM MODE = KWH PULSE.	0.1 to 9999.9 KWH
PULSE FORMAT	Sets the KWH PULSE output format. Parameter only appears if COM PORT = KWH PULSE and KWH/PULSE is non-zero.	KYZ, PULSE
PULSE DURATION	Sets the KWH PULSE pulse width in multiples of 10 milliseconds. Parameter only appears if PULSE FORMAT = PULSE.	1 to 99
BAUD RATE	Baud Rate at which the 3300 ACM transmits and receives information via communications.	300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19,200

Figure 3.3.2a Field Programmable Operating Parameters I

... continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIELD PROGRAMMABLE OPERATING PARAMETERS

PARAMETER	DESCRIPTION	RANGE
PROTOCOL	Selects the communications protocol.	PML, MODBUS
REGISTER SIZE	Selects Register Size for MODBUS communications. Parameter only appears if PROTOCOL = MODBUS.	16 BIT, 32 BIT
CLEAR ALL HOURS?	Selecting YES will set the KW Hours, KVAR Hour, and KVA Hours readings to 0.	NO, YES
RESET MIN/MAX?	Selecting YES will reset the Min/Max array.	NO, YES
DEMAND PERIOD	Sets length of the demand sub-period to be used in calculating optional demand values. See Chapter 4.	1 to 99 = minutes
# OF DMD PERIODS	Sets number of sub-periods to be averaged in calculating the sliding window demand values. See Chapter 4.	1 to 15
CONTRAST/ANGLE	Press INCREMENT to adjust contrast of the LCD display.	Contrast changes
FORMAT	Sets the format of the phase labels and decimal delimiter. CURSOR selects phase label or delimiter parameter. INCREMENT selects options.	Phase: ABC, XYZ, RYB, RST, 123 Delimiter: period, comma
DIAGNOSTIC MODE?	Setting this parameter to YES will allow access to the DIAGNOSTIC MODE parameter group listed below.	NO = bypass diagnostics YES = gain access
SERIAL NUMBER	The user may view the 3300 ACM factory set serial number.	5 digit #
FIRMWARE VER REV DATE	These two parameters indicate the current version and revision date of the operating firmware (ie. program) in the 3300 ACM.	Version = 4 digit # Date = dy/mo/yr
CHECKSUM	Checksum value on program memory. Indicates PASS or FAIL.	6 character hexadecimal #
STATUS FLAGS	Indicates status of various internal systems. Should normally read zero (0).	6 character hexadecimal #
CLEAR STATUS?	Selecting YES will all status flags (described above) to zero (0).	NO, YES

Figure 3.3.2b Field Programmable Operating Parameters II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

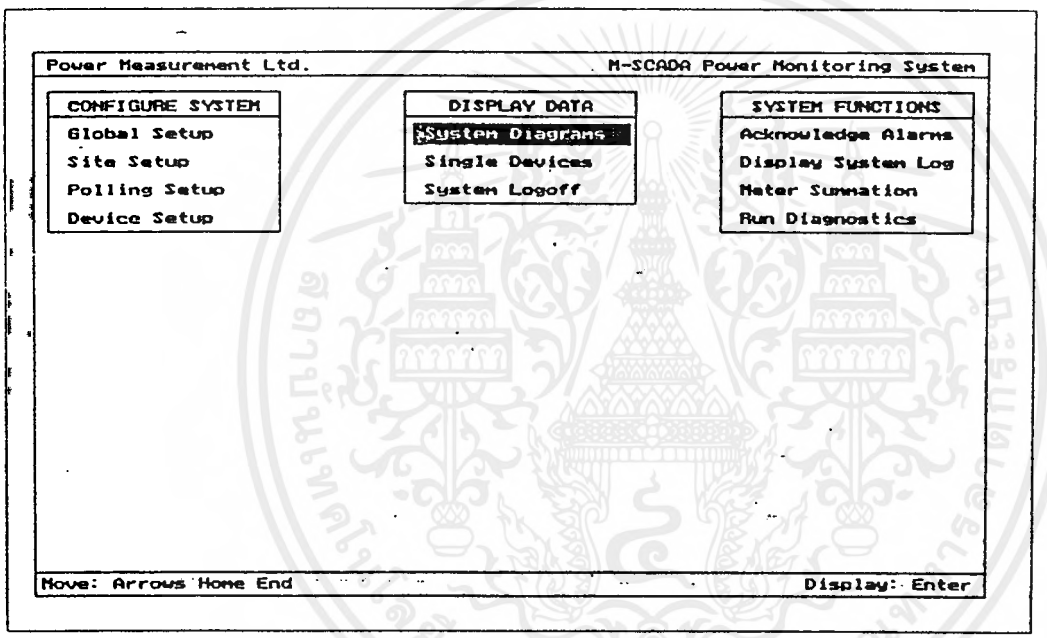
3.3 THE MENU SYSTEM

POWER MEASUREMENT SCADA software has been designed to be easy to learn and simple to use, and features a simple yet powerful menu-driven user interface. The only keys required to move between menus and within menus are the cursor keys (the arrows), the Enter key and the Esc key.

The Main Menu (Figure 3.3) is displayed after logging on. Simply use the arrow keys to highlight the desired menu option and press the Enter key. Either a sub-menu will appear or the selected function will be performed.

Return to the previous menu by pressing the Esc key. To return to the Main Menu, simply press the Esc key repeatedly.

Figure 3.3 M-SCADA Main Menu Screen



3.3.1 HELP/MESSAGE LINE

A *Help/Message* line appears at the bottom of every menu, sub-menu and data display screen. This line serves two important purposes:

a) The *Help* line shows the active keys for the current screen. (A quick keyboard reference is also given in Appendix D).

b) The *Message* line displays the system status as necessary. Examples include system alarms or error messages, modem connection status and so on.

System status messages are displayed for approximately five seconds before they are replaced by the Help line that normally appears on the screen. Most messages are also stored in the System Log.

3.3.2 MAIN SUB-MENUS AND FUNCTIONS

Main Menu selections fall into three categories: CONFIGURE SYSTEM, DISPLAY DATA, or SYSTEM FUNCTIONS. A brief summary is given here; detailed information is given in later chapters.

Configuration Functions

Menu selections under the CONFIGURE SYSTEM menu access the following functions:

a) GLOBAL SETUP
Access to security/password functions, date/time functions, file archival functions and printer setup functions. Only a SUPERVISOR can access security functions.

b) SITE SETUP
Displays the list of site configurations. M-SCADA can list and monitor up to 99 sites with up to 32 IEDs at each site. L-SCADA can list and monitor up to 12 sites with up to 12 IEDs. Powerview can list up to 99 sites with up to 32 IEDs at each site, but can only monitor any one site and any one device at that site at one time. An OPERATOR or SUPERVISOR can configure the site name and type of connection through this menu option.

c) POLLING SETUP
Displays the polling method for each site. Data can be uploaded continuously, at specified time intervals, or at specified times of the day. An OPERATOR or a SUPERVISOR can change the polling setup. Since PowerView does not support polling, this setup screen is only available for M-SCADA and L-SCADA.

d) DEVICE SETUP
Displays a sub-menu of IEDs at the site. The operating parameters for each device can be configured by an OPERATOR or SUPERVISOR through this menu option.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 SELECTING DIRECT OR PT INPUT & SETTING PT VOLTS SCALES

The USING PTS? parameter tells the 3300 ACM if its voltage input terminals are being connected directly to the A, B, and C phase power lines, or if PTs are being used. The 3300 ACM can be connected directly to

4-wire Wye systems up to 347 VAC. Above this level, PTs must be used.

If the 3300 ACM is being connected directly, set USING PTS? to NO. The 3300 ACM will automatically select the correct scaling. This setting allows the meter to be connected directly to 120 to 347 VAC systems.

If PTs are used for connection to voltage systems higher than 347 VAC, set USING PTS? to YES. The following two parameters which appear will then be PT PRIMARY and PT SECONDARY. These are used to tell the 3300 ACM what the PT voltage ratings are, allowing the 3300 ACM to set its internal full scale input references.

... continued

Set PT PRIMARY to the primary rating of the PTs used. This should normally be equivalent to the full scale line levels which are being measured by the meter.

Set PT SECONDARY to the secondary rating of the PTs used. The maximum secondary voltage allowable is 347 VAC.

USING THE 3300 ACM -HIACC OPTION

The -HIACC (high accuracy) option of the 3300 ACM provides a preset input voltage scale of 120, 277 or 347 VAC. To ensure optimum accuracy when using a 3300 ACM with this option installed, direct connect only to systems with full scale levels equivalent to the specified 3300 ACM input voltage. For example, a 277 VAC HIACC meter should only be used with a 277 VAC system.

If PTs are used with the -HIACC option, always use PTs with secondary voltages equal to the specified 3300 ACM input voltage, and set the PT SECONDARY parameter to that value.

3.3.4 SETTING AMPS SCALE

The AMPS SCALE should be set to the primary rating of the CTs being used. This only applies if the CTs used are rated for a 5 Amp full scale output for the standard 3300 ACM, or 1 Amp full scale output for a 3300 ACM with the -1AMP option installed.

If the CTs used are not rated for these output levels, contact the PML factory for assistance.

3.3.5 SETTING THE VOLTS MODE

The VOLTS MODE should be set according to the system connection configuration. Options include 4-WIRE WYE, 3-WIRE DELTA, and SINGLE PHASE. Refer to Sections 2.6 to 2.8 and Figures 2.6.1 to 2.8.1 to determine the appropriate setting.

The 3300 ACM also offers a DEMO mode which can be used to demonstrate the data display capabilities of the device without the need for connection to a real power system, or for testing communications. Dynamically changing Volts, Amps, and Power Function values based on the input scales programmed can be displayed from the display module, or via the communications port.

3.3.6 DISPLAY FORMAT

The format of the phase labels and decimal delimiter displayed on the display module of the meter are programmable. Available phase labels include : ABC, XYZ, RYB, RST, and 123. The decimal delimiter is selectable between a period or a comma. This delimiter only affects the Power Factor display if so equipped. These two items can be modified using the FORMAT parameter.

3.3.7 ADJUSTING THE DISPLAY CONTRAST

The contrast of the LCD can be adjusted for optimum readability at any given vertical viewing angle. Pressing INCREMENT changes the contrast level of the display in preset steps. Adjust until the best readability for a given installation is achieved. A number corresponding to the present contrast level of the LCD display is shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8 SETTING THE COMMUNICATION PARAMETERS

The UNIT ID of the 3300 ACM can be set to any 4 digit number, and is shipped set to the last 4 digits of the device's serial number. Each 3300 ACM on a communications network must be set to a unique UNIT ID.

To communicate with the 3300 ACM, the COM MODE must be set to RS485.

> **NOTE**
>
> If the 3300 ACM has been connected to an RS-485 network, setting the COM MODE to KWH PULSE will disable all communications on the network. KWH PULSE mode is described below.

Set the BAUD RATE to the same baud rate as the Master Station and all other devices on the network. Set the PROTOCOL parameter to PML to communicate with PML's M-SCADA or PowerView software, or to MODBUS to communicate with the Modicon Modbus system. See Chapter 5 for a more detailed description of communications. Section 2.10 describes communications connections.

3.3.9 USING THE KWH PULSE OUTPUT FUNCTION

The RS-485 port of the 3300 ACM can also be used to provide a KWH pulse output which can be used to control an external relay. This, in turn, can connect to devices which use a KWH pulse counter input, such as PML's 3750 PDC power demand controller.

To use the KWH pulse mode, COM MODE must be set to KWH PULSE. As described in Section 3.3.6, the KWH pulse output function cannot be used concurrently with RS-485 communications.

The KWH pulse output function can be programmed to generate either a KYZ (state transition) or PULSE (square wave) output. If the COM MODE has been set to KWH PULSE, KWH/PULSE appears as the next parameter. This parameter is used to set the number of KW hours between output pulses, and is settable within a range of 0.1 to 9999.9 KWH.

If the KWH/PULSE is assigned a non-zero value, PULSE FORMAT appears as the next parameter, and allows the user to select between KYZ and PULSE.

If PULSE FORMAT = PULSE, the parameter PULSE DURATION appears next. This parameter allows the user to set the pulse width in multiples of 10 milliseconds. The valid range of this parameter is 1 to 99 (10 to 990 milliseconds).

> **NOTE**
>
> The operation of the KWH pulse output function described above is only valid for units equipped with firmware version 1.1.0.0 or later.

Section 2.11 describes KWH pulse output connections and relay requirements.

3.3.10 CLEAR AND RESET FUNCTIONS

The CLEAR ALL HOURS? parameter allows the KWH, KVARH (optional) and KVAH (optional) counters to be cleared together.

The RESET MIN/MAX? parameter allows the Min/Max array for all optional minimum/maximum readings to be reset to zero.

Setting either of these parameters to YES will cause the associated clear or reset function to be performed when the user exits programming mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.11 USING THE DIAGNOSTIC PARAMETERS

The group of parameters listed under the heading DIAGNOSTICS are not typically used in the normal operation of the 3300 ACM. These parameters do, however, have a number of special functions that can be helpful in some circumstances. The diagnostic group will normally be bypassed if the DIAGNOSTIC MODE? parameter is left at NO. To view the diagnostic group, set DIAGNOSTIC MODE? to YES. Pressing CURSOR/INCREMENT together will then advance through each of the following parameters.

SERIAL NUMBER, CHECKSUM, & STATUS FLAGS

These parameters are normally for Power Measurement Ltd. internal use. If you encounter any problem with the 3300 ACM which you suspect is due to a device failure, contact PML immediately. You may then be requested to view parameter values from this group to help determine the source of the problem.

The CLEAR STATUS? parameter allows the status flags, accessed through the diagnostics mode, to be cleared.

FIRMWARE VER & REV DATE

The 3300 ACM has been designed to be totally upward compatible, ensuring that any new 3300 ACM features offered by PML in the future can be easily installed into an existing device in the field. This is performed using a simple firmware upgrade operation which loads a new operating program into the device. The FIRMWARE VER and REV DATE parameters indicate which version of firmware is currently installed in the 3300 ACM. This can be checked to determine if the 3300 ACM is operating with the newest available firmware.

3.3.12 REDEFINING THE PASSWORD

To change the password enter programming mode and advance to the PASSWORD parameter. The present value of the password must first be entered (which means that the present password must be known for it to be redefined). To change the password the CURSOR/INCREMENT button combination should be pressed repeatedly until the PASSWORD parameter is displayed again. This time the new password should be entered (4 digits maximum). Once this has been done, returning to display mode will cause the password to be changed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 POWER READING POLARITIES

Figure 3.4.1 illustrates how the 3300 ACM interprets and displays signed values for power import/export, and leading or lagging indications for power factor.

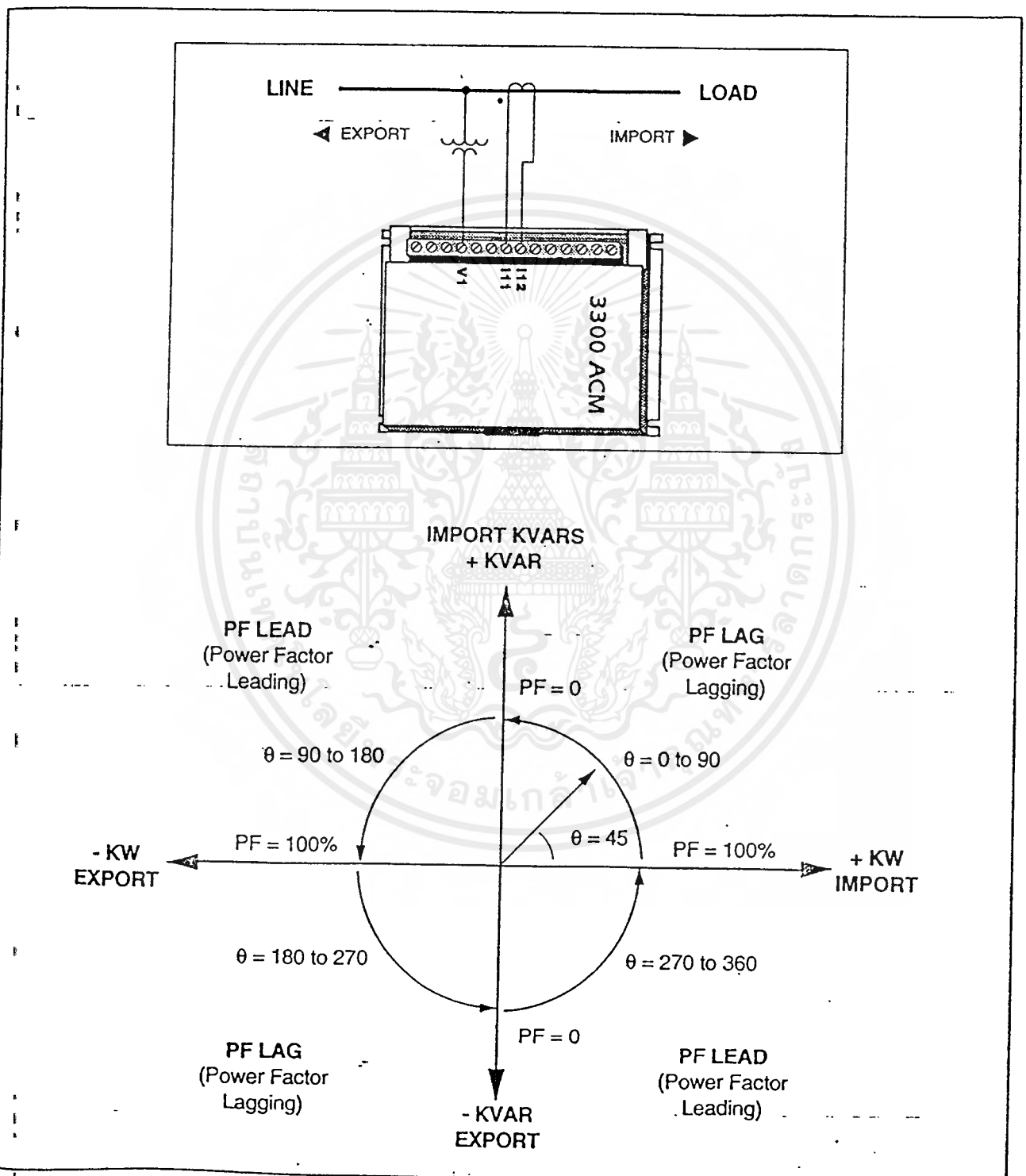


Figure 3.4 Power Reading Polarities

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. DEMAND

4.1 INDUSTRY DEMAND MEASUREMENT METHODS

Power utilities generally bill commercial customers based on both their energy consumption (in KWH) and their peak usage levels, called *peak demand* in KW. Demand is a measure of average power consumption over a fixed time period, typically 30 minutes. Peak demand is the highest demand level recorded over the billing period.

Demand measurement methods and intervals vary from power utility to power utility. Some common methods include: thermal averaging, sliding window, and fixed interval techniques. The 3300 ACM can perform thermal averaging and/or sliding window demand calculation.

All demand functions are available as options and must each be specified when ordering. A complete list of demand functions is provided in Chapter 3 in Figure 3.2.5.

NOTE

Sliding window demand functions are identified by an asterisk (*) used in their display labels.

Example: KW DMD*

This differentiates sliding window demand values from those calculated using the thermal averaging method.

4.2 THERMAL DEMAND

The optional 3300 ACM *thermal demand* values (previously named *Running Demand*) are calculated using a method which is equivalent to thermal averaging. For thermal averaging, the traditional demand indicator responds to heating of a thermal element in the Watt hour meter.

The thermal demand period is determined by the thermal time constant of the element, typically 15 to 30 minutes. The demand period is the period of time it would take the demand to ramp up to about 63% of the steady-state value (see Figure 4.2.1).

... continued

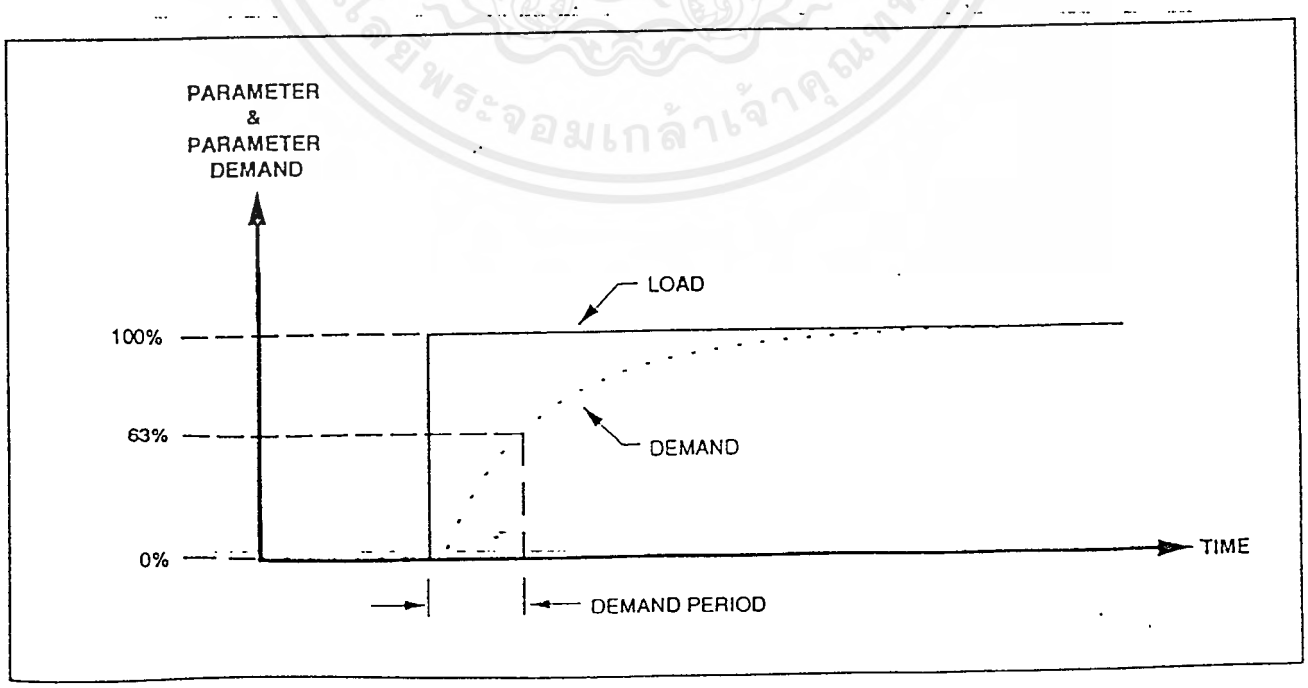


Figure 4.2.1 Thermal Demand Period Graph

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

For thermal demand functions, the *thermal demand period* is defined as the product of DEMAND PERIOD and # OF DMD PERIODS. For example, if DEMAND PERIOD is set to 15 minutes and # OF DMD PERIODS is set to 2, the thermal demand period will be 30 minutes.

4.3 SLIDING WINDOW DEMAND

The 3300 ACM uses the sliding window averaging technique to compute the optional *sliding window demand* values (previously named *Billing Demand*).

The sliding window technique (or *rolling interval* method) divides the demand interval into sub periods and the demand is measured electronically based on the average load level over the most recent set of sub-periods. This has the effect of improving the response time as compared to the fixed interval method.

The DEMAND PERIOD (1 to 99 minutes) and # OF DEMAND PERIODS (1 to 15) parameters are user programmable. DEMAND PERIOD represents the length of the utility's demand sub-period, while the # OF DMD PERIODS parameter represents the number of sub-periods which make up the total demand interval. For example, with a 6x5 minute (30 minutes total) sliding window method, demand will be the average power consumption over the last six 5-minute periods.

This allows the user to match virtually any type of sliding window measurement method used by the utilities (for example 15x2, 6x5, 1x30).

Using the sliding window method, the 3300 ACM readings will always be as high or slightly higher than the utility readings.

SLIDING WINDOW DEMAND SYNCHRONIZATION

The internally-timed demand period for sliding window demand measurements can be synchronized to the utility's timing through performing a manual procedure at the front panel of the 3300 ACM.

To reset the demand period, first change or toggle either the DEMAND PERIOD or the # OF DMD PERIODS setup parameter (without actually modifying it, but simply cycling the value from 5 back to 5, for example.). At the start of the utility's demand period, press both front-panel buttons simultaneously to advance to the next parameter. The 3300 ACM demand period will be reset, and all sliding window demand measurements will be cleared.

4.4 RESETTING THE REAL-TIME DEMAND PARAMETERS

The 3300 ACM demand parameters, both thermal and sliding window, are cleared when the user performs a RESET MIN/MAX function in the programming mode of the 3300 ACM. This allows the maximum demand (peak demand) and realtime accumulated demand to be cleared together.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. COMMUNICATIONS

5.1 DESCRIPTION

The 3300 ACM is equipped with an optically isolated RS-485 communications port, providing the capability of data transfer between the remote 3300 ACM and a personal computer or other master display/control station running compatible software. This allows a user to remotely monitor and/or control either a single device, or a number of devices connected together through a common communications network.

Updates to the operating firmware inside the 3300 ACM can also be performed via the communications port, as described below.

Before communication with the host computer is possible, the user must program the communication parameters of the remote device. This may be performed via the display module of the unit. The COM MODE parameter must be set to RS485.

CAUTION

Setting the COM MODE parameter to KWH PULSE will disable all communications on the local RS-485 network.

The UNIT I.D. for each device must be set to a unique value (see description of RS-485 communication below). The BAUD RATE of the device must be set to correspond with the baud rate selected for the computer.

RS-485 COMMUNICATION

RS-485 communication can be used to concurrently connect up to thirty-two remote devices to one host computer, each given a unique UNIT I.D. In this way, each remote device may be monitored and controlled from one location by a single computer. The total distance limitation for RS-485 communication is 4000 feet using 22 gauge twisted pair shielded cable. Refer to Chapter 2 for connection diagrams.

CAUTION

It is important that the shield of each leg of RS-485 cable be grounded at one end only.

M-SCADA AND POWERVIEW

A host computer running PML's PC-based M-SCADA or PowerView software may communicate with one or more PML remote devices. These programs will display all data normally provided through the front panel display of each device. The user may also remotely program any set-up parameter(s) of a selected device. The PROTOCOL setup parmeter must be set to PML for operation with M-SCADA or PowerView.

COMMUNICATION WITH OTHER SYSTEMS

The standard 3300 ACM communications protocol is described in detail in Appendix F. This open protocol allows other systems to access the 3300 ACM via its communications port.

The 3300 ACM also provides direct compatibility with Modicon's Modbus system as a standard feature. Set the PROTOCOL setup parameter to MODBUS for use with the Modbus. Refer to Appendix G for information on Modbus hardware requirements and communication wiring. The 3300 ACM / MODBUS communications protocol specification can be obtained upon request from PML or your local PML representative.

PML's ongoing development program also provides communications compatibility with other third-party protocols. Contact your local PML sales representative for more information.

FIRMWARE UPDATING VIA THE COMMUNICATIONS PORT

Future 3300 ACM firmware updates, when made available by PML, can be quickly performed via the RS-485 port; therefore, it is strongly recommended that all 3300 ACM devices be connected onto a communication bus when installed, even if remote communications are not initially required.

... continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. TROUBLESHOOTING

6.1 DESCRIPTION

A number of problems can cause the 3300 ACM not to function properly. This section lists a number of symptoms, and explains how to correct them.

1. If the display does not operate:

a) check that the correct voltage is available to the power supply (L and N connections on the terminal strip). The required voltage will depend on the power supply option of the unit (120 VAC for the standard unit).

b) confirm that the G terminal is connected directly to ground.

c) check the display cable connection between the display module and the base module.

d) turn the power off for 10 seconds, then back on.

2. If the voltage or current readings are incorrect:

a) check that the voltage mode is properly set for the given wiring.

b) check that the voltage and current scales are properly set.

c) make sure the G terminal is properly grounded.

d) check the quality of the CT's and PT's being used.

e) make the following voltage tests:

i) V1, V2, V3 to G should be reasonably balanced, and no greater than 347 VAC.

ii) G to switchgear earth ground should be 0 V.

3. If the KW or power factor readings are incorrect but voltage and current readings are correct:

a) make sure that the phase relationship between voltage and current inputs is correct by comparing the wiring with the appropriate wiring diagram.

4. If RS-485 communication does not work:

a) check that the baud rate of the PC host is the same as that of the 3300 ACM.

b) power the 3300 ACM and the PC host down, and then try again.

c) the number of data bits should be 8, with one stop bit and no parity.

d) check that the RS-232C to RS-485 Converter is configured correctly and that it is passing data.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

L- SCADA Installation & Operation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 OVERVIEW

1.1 INTRODUCTION

POWER MEASUREMENT offers three low cost SCADA software packages: Mini SCADA (M-SCADA), Local SCADA (L-SCADA) and PowerView. Supporting a wide range of cost effective Intelligent Electronic Devices (IEDs), the software provides efficient Supervisory Control and Data Acquisition capabilities for industrial, commercial, and utility power substations and systems.

The software is optimized for use with, and fully supports, the full line of POWER MEASUREMENT's power monitoring products, including the 3720 ACM, 3710 ACM, 3700 ACM and 3300 ACM Advanced Digital Power Monitors, the 3750 Power Demand Controller and 3350 Power Demand Monitor, and the 3800 Mini RTU. It also supports Siemens 4300 power meters. M-SCADA supports Allen-Bradley 1400 PB and 1400 PD power meters.

M-SCADA provides full support for large power monitoring installations with as many as 3168 IEDs in up to 99 sites and connected to one or more Master Display Stations. L-SCADA offers the same features and functionality of M-SCADA, but for a monitoring system limited to 12 IEDs in total. PowerView may be used for one-on-one interaction with any of up to 3168 IEDs in an installation.

1.1.1 TERMINOLOGY

The following terms and acronyms will be used throughout this manual:

SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
M-SCADA	POWER MEASUREMENT's Mini-SCADA software package
L-SCADA	POWER MEASUREMENT's Local SCADA software package
PowerView	POWER MEASUREMENT's SCADA software package for individual devices
MDS	Master Display Station refers to the computer running the SCADA software
IED	Intelligent Electronic Device refers to the power monitoring and/or control instrumentation connected to the SCADA system
Site	A group of IEDs and/or virtual devices connected to one MDS communication port
Virtual device	A logical grouping of measurements made by one or more IEDs

1.2 MAJOR SYSTEM COMPONENTS

POWER MEASUREMENT SCADA systems comprise one or more Master Display Stations (MDS) running M-SCADA, L-SCADA or PowerView software and connected to a number of Intelligent Electronic Devices (IEDs). The software *polls* each IED in turn through the communication system, obtaining all specified power monitoring information for display, logging and evaluation by the MDS. PowerView polls only one device at a time.

User-definable *virtual* devices (M-SCADA and L-SCADA only) as well as other IEDs supporting POWER MEASUREMENT's open communications protocol may also be part of a system. M-SCADA and PowerView support up to ninety-nine remote sites, each with up to thirty-two IEDs. L-SCADA supports one site with up to twelve IEDs.

1.2.1 MASTER DISPLAY STATION (MDS)

The MDS consists of a 386, 486, Pentium or compatible computer equipped with a communications interface to the remote IEDs, using dedicated twisted pair wiring, telephone modem links, radio modem links, fiber optic links or microwave data links.

A printer is optional. Two printers can be used concurrently to print out different kinds of information. Dot matrix, laser, or inkjet type printers are supported. Chapter 2 provides a detailed description of system requirements.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 DIGITAL INSTRUMENTATION

POWER MEASUREMENT offers a full line of Intelligent Electronic Devices which can provide electrical and mechanical monitoring and control functions in a wide variety of applications. Each IED can be operated independently or integrated into a SCADA system as a remote data acquisition and control module. All of the powerful functions of each IED may be accessed from a Master Display Station, including some features that cannot be accessed when the device is used as a stand-alone unit.

Power Monitor/Meters

3300 ACM
Low cost, high accuracy digital power meter offers 3-phase, Volts and Amps, kW and kWH as standard measurements. Many optional measurements available, including demand, minima/maxima, and more. Supports RS-485 communications.

3710 ACM
Full-featured 3-phase smart power monitor/meters perform high accuracy measurement of voltage, current, power, kW demand, amps demand, power factor, frequency, energy and neutral current. High speed waveform capture for harmonic analysis, status inputs, on-board relays and auxiliary voltage input and current output are also provided. Snapshot logging at programmed intervals allows trend analysis. A minimum/maximum log records the extreme values for measured parameters. The Alarm Dialer option provides remote-host dialing capabilities. Event log records all setpoint, alarm and setup activity. Supports RS-485 or RS232C communications.

3720 ACM
Offers all the standard capabilities of the 3710 ACM plus many additional advanced features. Individual and total harmonic distortion is measured for each input (to 15th harmonic), as well as demand values (thermal, sliding window and predicted demand). Can digitally record 12, 18 or 36 cycles of all 8 inputs simultaneously for disturbance analysis. High-speed setpoints can be used for shadow protection on breakers, or to trigger waveform capture, waveform recording or snapshot logging. Setpoint conditions include harmonic distortion levels, time-overcurrent characteristics, and many more. Programmable snapshot logs store data at regular intervals for up to 40 days, and can be triggered by a setpoint or digital input. Expanded min/max logging provides up to 16 logs, each with up to 16 parameters. Supports RS-485 or RS232C communications.

Power Demand Monitor

3350 PDM
Provides a low cost display of power consumption and demand levels, using kWH pulses from a power utility, Watt-hour meter, or Watt-hour pulse transducer. Ideal for voluntary demand reduction programs. Displays instantaneous kW, kW demand, maximum kW demand, total kWH and elapsed time in the demand interval. Supports RS-485 communications.

Power Demand Controller

3750 PDC
Monitors energy consumption, calculates load trends, predicts power used by end of demand period, and alerts operators of pending peaks. Powerful and economical, this device helps reduce electrical operating costs through automated demand control. On-board relays can be used for load shedding or backup generator control actions to prevent new peak demand levels. Also provides on-board event, snapshot, and min/max data logging. Supports RS-485 or RS232C communications.

Transducer Interface

3800 MINI RTU
Smart transducer interface ideal for metering of other utilities (steam, compressed air, natural gas, etc.), monitoring engine parameters in cogeneration applications, or for general equipment monitoring. Eight analog inputs interface directly to industry-standard transducer/thermocouple devices. Additional digital inputs can be used to detect status changes or equipment positioning. Status inputs can also be used as pulse counters to measure flow rates, device cycles, or RPM. An auxiliary current output, on-board event log, snapshot log, and min/max log are also provided. Supports RS-485 or RS232C communications.

Virtual Devices

M-SCADA and L-SCADA allows the user to define a *virtual* device, which groups individual measured parameters from separate IEDs and displays the results under one device name. This *simulates* a single IED that may contain measurements made by a wide range of different IEDs.

Up to twelve parameters selected from any IEDs within a site, or any summation results calculated by M-SCADA or L-SCADA can be defined for a single virtual device. Real time data and/or Snapshot Log data can be displayed. PowerView does not support virtual devices.

Communications Link

All IEDs located in physical proximity can be interconnected by a local data bus. The local data bus must use either the EIA RS-232C or EIA RS-485 communication standard, but this may be ported to many kinds of communication systems to transfer data from the local data bus to the MDS (including direct connection, modems over telephone links, radio, fiber optic cable, or computer LANs, etc.).

The RS-232C standard is commonly used for point-to-point communications and is excellent when only one device is to be installed at a site. Locations containing more than one device require RS-485 communication. This standard utilizes a shielded two-wire twisted pair cable as the communications media and can operate at distances up to four thousand feet.

POWER MEASUREMENT's SCADA systems use a non-proprietary packet protocol to transfer information and data between an MDS and remote IEDs connected to the RS-485 bus. The packet protocol features unit and broadcast addressing, error checking, and bus control transfer capability. This approach provides a simple, efficient, reliable, and low cost communications link between IEDs at one location.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 MAIN SYSTEM FEATURES

The MDS provides the primary system operator interface. This may be used to perform all supervisory, control, and data acquisition functions provided by the IEDs in the SCADA system. It also allows interactive data display for individual devices and groupings of devices.

1.3.1 SUPERVISORY FEATURES

All Master Display Stations running M-SCADA or L-SCADA continuously monitor all aspects of the SCADA system, checking for any condition which is outside user-defined limits. Any parameter found to exceed these limits will generate both an audible alarm and a visible alarm.

In addition, a message indicating the date, time and location of the alarm may be printed and is logged into the system log, providing a history of all alarm, control and setup events. If the MDS is running PowerView, the system responds only to alarm conditions for the IED currently being polled.

Each MDS offers five levels of access to the system. Each system operator can be given a password level based on their security clearance. The system can be configured from an MDS and re-configured at any time by system operators with appropriate security clearance.

The SCADA software is used to set up the SCADA system and program the IEDs, and performs all communications protocol and bus management requirements.

1.3.2 CONTROL FEATURES

IEDs with on-board control relays can be manually controlled by an MDS system operator, or placed under automatic control of the IED according to prescribed parameters.

Only system operators with appropriate security clearance can access the relay control functions. The software requests confirmation for all manual relay control operations to prevent unintentional relay activity. Each MDS also provides a visual verification of relay control operations by displaying the present status of the relays during manual control.

The system log keeps a record of which relay was manually operated, which system operator invoked the relay command, and the date and time that the command was given. Error checking of all communications between the MDS and the IEDs protect against misinterpretation of relay control commands.

1.3.3 DATA ACQUISITION FEATURES

IEDs with on-board snapshot logs can store measured values at user-defined intervals ranging from as little as 2 cycles to as long as four hundred days, depending on the device.

An MDS running M-SCADA or L-SCADA automatically uploads and saves the snapshot logs to disk for analysis at a later date. PowerView will upload the logs for the IED currently being monitored. All collected data is stored on the hard disk for the desired amount of archiving (up to sixty months).

The log files can easily be converted to popular spread sheet/database formats for a wide range of uses, including:

i) load trending
ii) trouble analysis
iii) cost analysis and cost allocation
iv) demand scheduling
v) performance analysis and reporting
vi) shadow billing
vii) engine/generator efficiency studies

The event log and all min/max logs are also automatically uploaded from the currently polled IED to the MDS, where they may be printed and/or displayed.

1.3.4 DATA DISPLAY FEATURES

In addition to providing the supervisory, control, and data acquisition functions described above, M-SCADA, L-SCADA and PowerView can also display a wide variety of data:

1) **SINGLE DEVICE DATA**
Real-time measured data, relay and status input conditions, and on-board data logs can be accessed from any selected IED.

2) **VIRTUAL DEVICE DATA**
Data from individual IEDs within one remote site and/or summation results can be displayed or logged under a user-defined device name (M-SCADA or L-SCADA only).

3) **SYSTEM DIAGRAMS**
Data from anywhere in a system can be displayed on a custom full-colour line diagram of the system (M-SCADA or L-SCADA only). The system diagram may show real-time data from any IED, system status, alarm information, and so on.

4) **WAVEFORM CAPTURE AND HARMONICS DISPLAY**
Power quality analysis can be performed using waveform data uploaded from a selected IED to help identify potential sources of trouble. Upload high speed sampled single-cycle voltage and current waveform data from remote power meters.

The 3710 ACM, 1400 PD, 1400 PB, and 3720 ACM power meters can digitally sample one full cycle of any voltage or current inputs. M-SCADA, L-SCADA or PowerView can upload and display multiple waveforms concurrently, providing THD, K-Factor and Crest-Factor levels for each input. The programs also provide a histogram of frequency components to the 63rd harmonic, and a table of individual harmonic distortion values.

These extensive data display options allow the operator to quickly pinpoint the source and severity of harmonics, evaluate which sources must be minimized, and develop corrective strategies. Industrial and commercial sites can determine the equipment which is causing problems, while utilities can discover which power users are generating high harmonic content.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

5) WAVEFORM RECORDER

The 3720 ACM provides a powerful method for analyzing the conditions occurring before, during, and after a power line disturbance (e.g. a fault, surge or sag). The waveform recorder simultaneously samples all voltage and current inputs continuously until triggered manually or by a programmed setpoint condition. Once triggered, 12, 18 or 36 cycles of each input are frozen in memory along with a time stamp and uploaded to a MDS.

M-SCADA, L-SCADA or PowerView can be used to display the recorded waveforms with pan and zoom capabilities, presenting a comprehensive picture of the power line conditions surrounding the disturbance. For example, waveform recording can trigger on a status input setpoint that monitors a breaker trip. Other applications include recording voltage transients, transformer inrush currents, or motor start-up currents.

6) HISTORICAL TREND GRAPHING

Data in the snapshot logs can be displayed graphically to illustrate the dynamics of any measured parameter. Graphs can be displayed using an envelope format, indicating minima and maxima, or averages for a selected number of points. This can help in developing demand control strategies or other techniques for reducing electrical operating costs, or in tracking load trends to isolate operating conditions that may be placing undue stress on power system components.

7) METER SUMMATIONS

Summations of readings from selected IEDs can be displayed to calculate plant totals (M-SCADA and L-SCADA only).

7) PROGRAMMABLE LABELS

Site names, device names, phase labels, log names and the names of many parameters monitored by IEDs can be programmed. This customizes the look of real-time data screens, logged data screens and system diagrams to ensure optimal readability.

1.3.5 RELIABILITY/MAINTAINABILITY FEATURES

For a SCADA system to provide satisfactory service, high reliability is essential. Reliability is related to a number of factors, including:

a) The overall complexity of the system.

b) The number of components in the system.

c) The ruggedness of each component.

d) The number points of failure (i.e. minimize components whose failure will cause other devices to drop out of service).

e) Redundancy of key components.

f) Mean Time Between Failures (MTBF).

g) Mean time to repair failures (i.e. modular system design with self diagnostics in each IED allows service personnel to quickly analyze, isolate and repair failures).

h) System survivability (the ability of the system to operate when parts are out of service).

i) Spares stocking feasibility: modular systems with a high degree of commonalty make it feasible to stock sufficient spares to ensure rapid repair.

All components of the Power Measurement SCADA system were designed with the above factors in mind. This has resulted in the development of a sophisticated and reliable SCADA system designed specifically for use in harsh industrial environments.

The predominant reliability features of the system are:

a) Simplicity: a select number of modular system components, connectorized and easy to replace.

b) Self diagnostics and PC based diagnostics allow quick isolation of problems.

c) Minimal spares requirement.

d) For critical metering and control points, redundant devices can be installed to ensure reliability.

e) All system modules are solid state and conform to IEEE 587 surge/transient standards.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 INSTALLATION

This chapter describes the computer and communication system hardware required to install a POWER MEASUREMENT SCADA system. It also describes system connections and installing the. SCADA software.

2.1 POWER MEASUREMENT SCADA PACKAGE CONTENTS

Your POWER MEASUREMENT SCADA package should contain:

1) A binder containing the following Installation and Operation Manuals:
   - POWER MEASUREMENT SCADA Software
   - M-SCADA DRAW (M-SCADA or L-SCADA only)
   - CONVERT
2) Two PROGRAM and DATA diskettes at the back of the binder (3½" and 5¼" disk formats).
3) One security device. (M-SCADA or L-SCADA only)

If any of the above items are missing, contact your local sales representative or POWER MEASUREMENT at one of the addresses given at the front of this manual.

2.2 MASTER DISPLAY STATION REQUIREMENTS

2.2.1 COMPUTER

POWER MEASUREMENT SCADA software is designed to run on computer systems using MS-DOS, including IBM PC 386 SX or DX, 486 SX or DX, Pentium and true compatibles. The minimum hardware requirements depend on whether the computer will be dedicated to running M-SCADA, L-SCADA or PowerView, or if it will also be used to run other applications. Furthermore, to ensure satisfactory system response time, a 386 DX or better system is highly recommended if two or more sites will be connected simultaneously.

A PC that is dedicated to running POWER MEASUREMENT SCADA software must have the following minimum configuration:

- 2MB of RAM (600KB free conventional, or 550KB free conventional and 256KB expanded memory)
- 5MB free disk space PLUS 1MB per device per year of stored data
- an EGA or VGA colour monitor
- a 5¼" (1.2MB) or 3½" (1.44MB) floppy disk drive
- one or more communications ports, configured as COM1 and COM2
- DOS version 5.0

A non-dedicated PC should have a minimum of 4 MB of RAM (600KB free conventional, or 550KB free conventional and 256KB expanded memory). Please refer to Appendix F for information on optimizing the computer system.

2.2.2 PRINTER

The SCADA software supports one or two printers, although a printer is optional. The printer can be a dot matrix printer (Epson, IBM Proprinter, or fully compatible), a laserjet printer (HP Laserjet II or Laserjet III or fully compatible), or an inkjet printer (DESKJET or PAINTJET, monochrome or colour).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 COMMUNICATIONS SYSTEM HARDWARE REQUIREMENTS

The Master Display Station (MDS) uses one or more serial ports to communicate with the IEDs at each site in the system. Each serial port (COM1 and COM2) of an MDS can be connected to one or more remote sites using a wide range of communications hardware options. These include direct connection to a single device using RS-232C, direct connection to multiple devices using RS-485, and connection to remote sites via modems (through telephone lines, radio links, fibre optic cables, microwave links, etc.).

2.3.1 NUMBER OF SERIAL PORTS REQUIRED BY THE MDS

When running M-SCADA, the number of serial ports required by the MDS depends on the size of the system to be monitored and the polling method used (continuous, interval, or scheduled). For acceptable communications performance, one port is normally required for one site that is being continuously polled, and two ports should suffice for two continuously polled sites.

If any sites are polled on an interval or scheduled basis, the number of sites that may be supported by one port depends on the polling schedule/interval. The following examples may help in determining whether one or two serial ports are required:

Example 1:
Three substation feeder sites (each containing 32 IEDs) connected by telephone modem to the MDS are to be polled at 12 noon, 8 pm and 8 am, respectively. Based on an assessment of data logging and alarm expectations, it was decided that a single port would be sufficient.

Example 2:
Eight sites are connected by modem to the MDS, and must be polled once every day. Two additional sites are at the same physical location as the MDS. Only one of the local sites needs to be continuously monitored; the second local site is to be polled at noon every day. The continuously polled site could be interrupted at noon every day to poll the second site, allowing both to be connected to one serial port (COM1). The eight remote sites are connected via a modem to the second port (COM2). M-SCADA can automatically synchronize all necessary polling and communication requirements.

When running L-SCADA or PowerView only one port is supported. PowerView can only communicate with a single IED at one time.

2.3.2 USING MULTIPLE MASTER DISPLAY STATIONS

Multiple Master Display Stations connected to the same sites can increase the overall reliability of a system by providing real-time access from different locations and data archiving redundancy. If one or more stations fail, the remaining stations can continue to monitor and control each site, as well as upload and archive data to disk so that no information is lost. PowerView does not provide multiple MDS support.

Each MDS requires a licensed copy of the SCADA software. The same serial port requirements discussed above apply to each MDS. Multiple MDS configurations are discussed in more detail in Section 2.4.5

2.3.3 SITE COMMUNICATIONS

All POWER MEASUREMENT digital power monitoring devices can communicate using either the RS-232C standard or the RS-485 standard or both. Appendix A provides information on POWER MEASUREMENT IEDs. For Allen-Bradley or Siemens instrumentation, refer to the manual for the device.

The type of communication hardware required at each site depends on the type and number of IEDs located at that site. Use the following guidelines in determining the communication connections for each site:

1) If you wish to connect your computer to a single IED, then you may use either RS-232C or RS-485, depending on the distance between the computer and the IED:

- If the computer is less than 50 ft (15m) from the IED, then RS-232C is acceptable.
- If the computer is more than 50 ft (15m) from the IED (but less than 4000ft or 1200m) then use RS-485.

2) If you wish to connect your computer to more than one IED, then you must use RS-485. In this case, you will need either:

- an RS-485 communications port for the computer, OR
- an RS-232C communications port and an RS-232C to RS-485 converter.

POWER MEASUREMENT COM32™ or COM128™ Converters can support up to 32 or 128 devices, respectively.

CAUTION

Never connect a device using RS-232C with a device using RS-485. This will damage the RS-485 device.

2.3.4 SYSTEM COMMUNICATIONS

A full SCADA system may comprise one or more separate sites. Each site may be connected to the MDS either directly using RS-232C or RS-485 communication, or remotely using telephone lines and modems. Power Measurement SCADA software supports the following modems operating at 300, 1200, 2400, 4800, 9600 and 19.2K bps:

- Hayes V-series 9600
- Hayes Optima 96
- Hayes Smartmodem 2400
- USRobotics Courier Series
- Motorola UDS V.3225

Section 2.4 contains further instructions for installing direct communication links and modem links. Detailed information on cabling and network topology is given in the *Installation and Operation Manual* for each device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 INSTALLING THE COMMUNICATIONS HARDWARE

POWER MEASUREMENT SCADA systems can communicate using either the RS-232C or RS-485 standard. The nameplate on the back of each IED indicates which standard(s) may be used.

This section covers the most common methods of connecting the MDS with the IEDs at each site.

Contact POWER MEASUREMENT technical support for information on fibre optic, radio, and microwave links.

2.4.1 DIRECTLY CONNECTING A SINGLE DEVICE USING RS-232C

To directly connect a MDS to a single IED using RS-232C, both the MDS and the IED must be equipped with RS-232C communications ports, and a suitable RS-232C cable is required. Using a direct RS-232C link, there can be at most one IED connected to each serial port of the MDS. Refer to the *Installation and Operation Manual* for each device for details on RS-232C communication connections.

2.4.2 DIRECTLY CONNECTING MULTIPLE DEVICES USING RS-485

An RS-485 communications link allows up to thirty-two IEDs and one or more Master Display Stations to be connected on a two-wire twisted-pair local area network (LAN). Each MDS can access information from any of the IEDs connected to the LAN.

To directly connect multiple devices using RS-485, each IED must be set to use the RS-485 communications port. Each MDS must also be equipped with either an internal RS-485 communications card or have an external RS-485 converter connected to the RS-232C serial port. POWER MEASUREMENT COM32™ or COM128™ Converters can be used for this purpose, supporting up to 32 or 128 devices, respectively.

CAUTION

1. Before connecting any communications cables, confirm that each IED communication port has been correctly configured (factory default for all POWER MEASUREMENT devices is RS-485). Instructions for checking and changing the communications configuration are given in the operation manual for each device.
2. Never connect the RS-232C terminals with the RS-485 terminals of any device. Doing so will damage the RS-485 driver circuits of every device at the site.
3. RS-232C to RS-485 converters such as Power Measurement's COM32™ or COM128™ must always be used between devices that use different communication standards.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 CONNECTING DEVICES VIA MODEM

A modem link requires two or more compatible modems: one modem must be located at each remote site and one must be located at the MDS (see Figure 2.4.3).

The modem may be used with any communication channel, including the public switched telephone network, a dedicated or leased telephone line, a fibre optic link, a radio modem, and so on.

Each remote site may contain one or more IEDs, with appropriate communication connections at each site (i.e. RS-485 for multiple IEDs, and RS-485 or RS-232C for a single IED). Any site using an RS-485 communication link will also require a converter to connect to the modem, such as POWER MEASUREMENT's COM32™ or COM128™ .

NOTE

RS-232C permits only one IED to be connected to a modem. Use an RS-232C to RS-485 converter if more than one IED may be installed at the remote site in the future.

Modem Configuration Information

Only the following modems are guaranteed to work with POWER MEASUREMENT SCADA software:

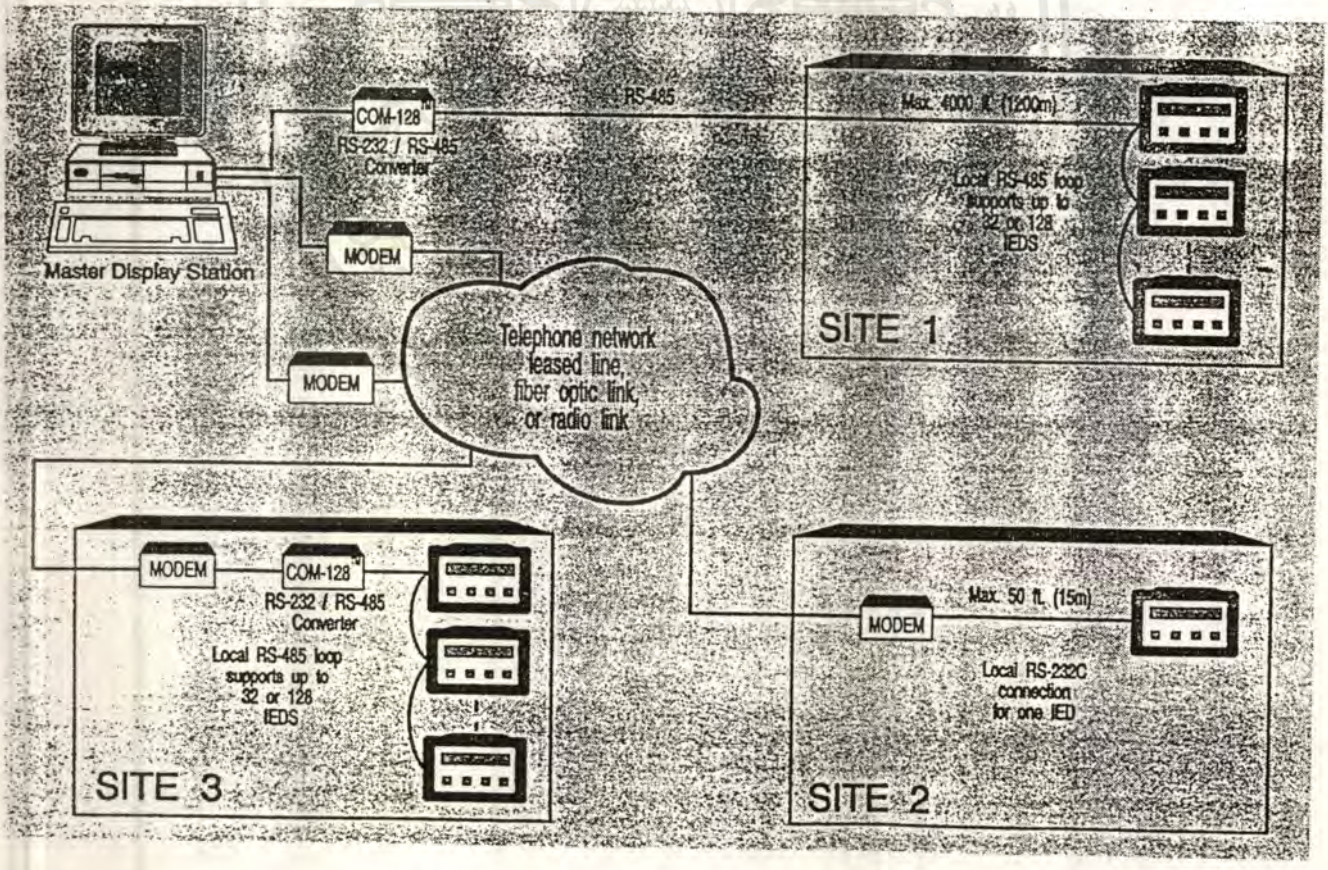
- Hayes V-series 9600
- Hayes Optima 96
- Hayes Smartmodem 2400
- USRobotics Courier Series
- Motorola UDS V.3225

Reset both modems to their factory defaults and disable any error correction, communication negotiation, and data compression. Configure the modems as follows:

- Disable local flow control
- Modem must send result codes.
- Do not echo characters while in command state.
- Enable auto answer for the remote modem. Disable auto answer for the local modem unless a device has the Alarm Dialer option installed.
- Use numeric result codes.
- Use eight data bits, one stop bit, no parity.

Please contact POWER MEASUREMENT if you are having difficulty configuring any of these modems, or if you wish to use an unlisted modem.

Figure 2.4.3 MODEM Connection to Sites with One or More Remote Devices



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 USING MULTIPLE MASTER DISPLAY STATIONS

M-SCADA and L-SCADA allow more than one MDS to communicate on an RS-485 communication loop. All stations must be running version 3.1 or newer releases of the software.

This feature is transparent to the operator; however, you may experience a slight decrease in the data update rate, depending on the number of display stations connected.

Using multiple master stations provides two important benefits:

1) All data display, control commands, and configuration for an entire power monitoring and control network can now be performed from multiple locations.

2) Redundancy provides increased protection. In the event that the local MDS fails, another locally or remotely connected MDS will continue to monitor and control all devices at that site.

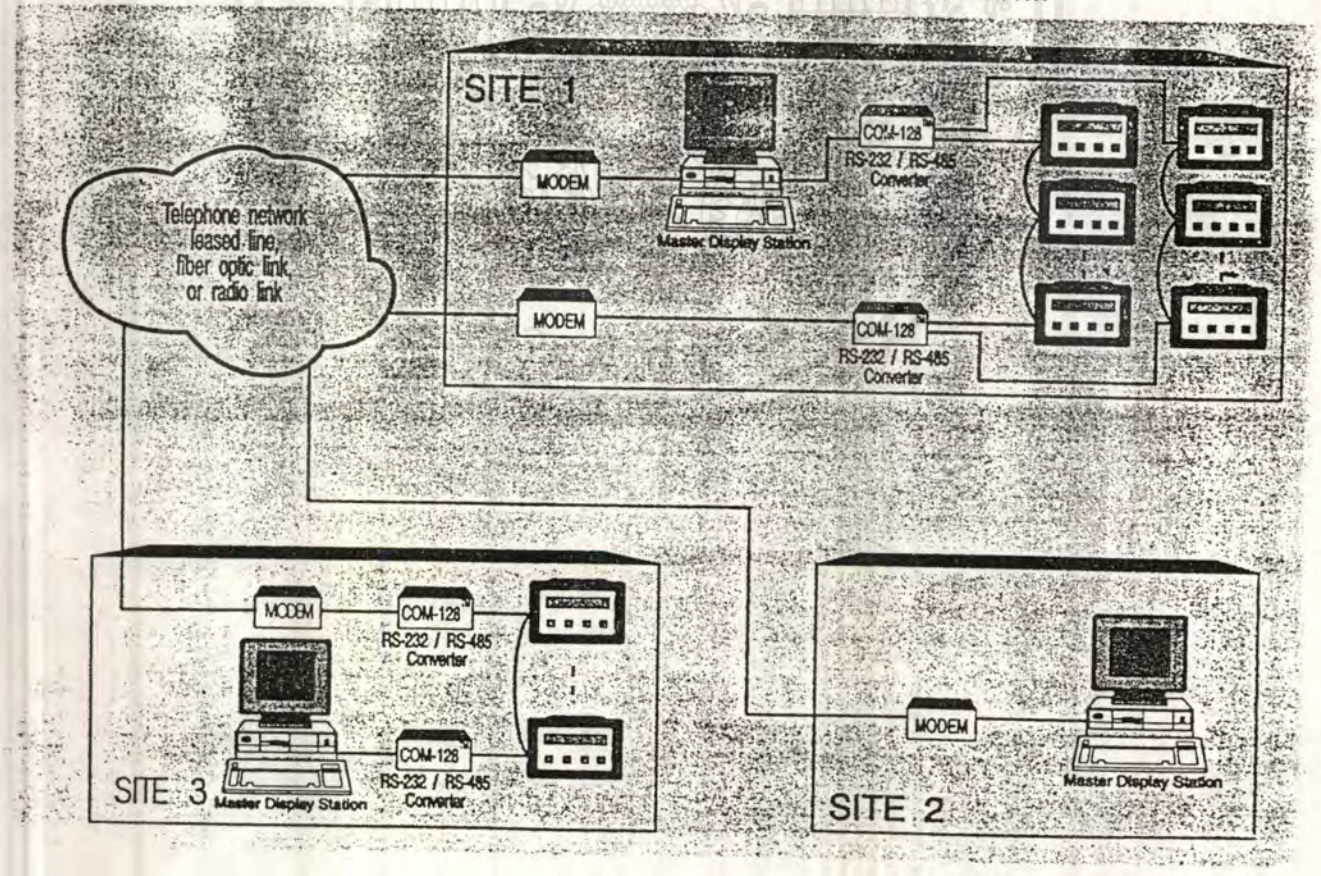
The example in Figure 2.4.4 illustrates an application using three stations. Each MDS provides a different level of access to other sites:

a) At site 1, the meters are being monitored by the local MDS using a COM128™ to connect multiple RS-485 loops of up to 32 IEDs each. The MDS at site 1 is also connected via modem to the telephone network, which provides access to the IEDs at site 3.

b) At site 3 the local MDS is used only to monitor the local IEDs at that site, with no access provided to other sites (i.e. no modem connection).

c) The MDS at site 2 can monitor site 1 or site 3.

Figure 2.4.4 Multiple Master Display Stations on an M-SCADA Communications Network



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 INSTALLING THE SYSTEM SOFTWARE

2.5.1 INSTALLING THE SECURITY DEVICE

M-SCADA and L-SCADA software is protected from unlicensed use by an external security device or "hardware key" that connects to the LPT1 parallel printer port. The printer port must be IBM compatible for the software to function correctly.

To install the key, simply plug it into the LPT1 parallel printer port connector of your computer. If you have a printer, plug the printer cable into the key. The key has no effect on the operation of your printer, but the printer should be powered on when running the SCADA software. If the printer is connected but not turned on, the key may not always be detected by the system.

IMPORTANT

Each licensed copy of M-SCADA and L-SCADA requires a hardware key. Do not lose the hardware key, since it will not be replaced. A damaged or non-functioning key may be returned to POWER MEASUREMENT for replacement.

The software periodically checks for the hardware key during normal operation. Removing the key while the program is running will terminate the program.

Some laptop computers use power conservation mechanisms that may interfere with proper operation of the hardware key.

2.5.2 CREATING A BACKUP COPY

Before using the SCADA software, copy the entire contents of both diskettes onto backup diskettes. Store the original diskettes in a safe place and use only the backup copies to install M-SCADA, L-SCADA or PowerView. Refer to your DOS manual for instructions on creating backup diskettes.

2.5.3 INSTALLING ONTO A HARD DRIVE

M-SCADA, L-SCADA and PowerView are designed to run from a hard disk drive. To install the program onto the hard drive, insert the PROGRAM diskette into drive A: and enter the command:

A: INSTALL <Enter>

The installation program will guide you through the steps necessary to install the software. You will be asked to enter the drive (usually C: or D:) and directory where all files are to be installed.

Chapter 3 gives instructions on starting M-SCADA, L-SCADA or PowerView and how to set up the SCADA system.

2.5.4 UPGRADING AN EXISTING INSTALLATION

The procedure to upgrade a previously installed version of POWER MEASUREMENT SCADA software is similar to the hard drive installation procedure given above. *Enter the same directory for an installation upgrade.*

The installation program will ask if there is a previous version of M-SCADA, L-SCADA or PowerView installed in the specified directory. You will be asked whether or not to save the previous system setup when the new version is installed. You should answer yes (Y) to this query, since answering no (N) will overwrite all of the system setup information that was previously defined.

CAUTION

Unless you tell the installation program to save the previous setup, ALL of the system setup information will be lost. You will need to redefine all site, polling, device, and global setup parameters for the entire system.

All log files previously saved to disk by the program will remain unaltered following the upgrade. Files created by M-SCADA or L-SCADA version 3.1 or older cannot be accessed by version 4.2 software.

NOTE

If you install M-SCADA or L-SCADA onto an MDS that was previously running PowerView version 4.2, the polling for all sites will have to be configured.

2.5.5 PERFORMANCE CONSIDERATIONS

Refer to Appendix F for ideas that may enhance the performance of your SCADA system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 GENERAL OPERATION

This chapter describes how to start M-SCADA, L-SCADA, or PowerView, how to log on and off, how to use the menus, and how to set some of the global control features.

3.1 RUNNING THE SCADA SOFTWARE

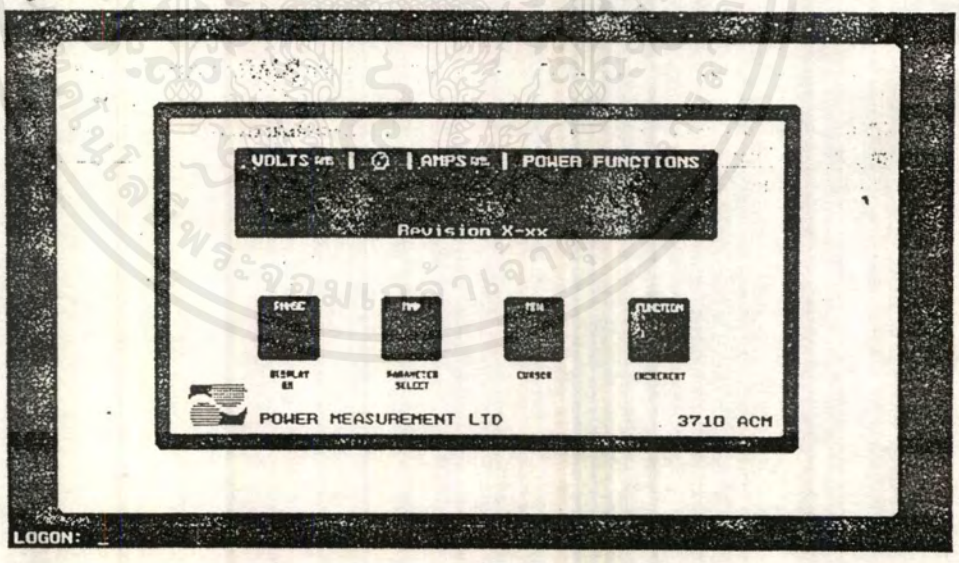
Once the software has been installed (see Chapter 2), make sure that the current directory is the directory containing the SCADA software (usually C:\PML). Check that the hardware key is installed if required. Then type one of the following at the DOS prompt and press Enter:

To Run:	Enter:
M-SCADA	MSCADA
L-SCADA	LSCADA
PowerView	PV

A message may be displayed and the software will not run if there is not enough memory or if the hardware key is missing or inoperational. Appendix G gives detailed descriptions of error conditions and troubleshooting information.

The title screen and a LOGON prompt will appear (Figure 3.1).

Figure 3.1 M-SCADA Title Screen



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 LOGGING ON

3.2.1 INITIAL LOGON

To ensure system integrity and security, the first person to log on following installation should normally be the **system supervisor**. The default LOGON ID and PASSWORD correspond to a **Level 4 (SUPERVISOR) security clearance** and gives the system supervisor access to all system functions, including the definition of all other passwords and security clearance levels.

Enter the default LOGON ID and PASSWORD at the LOGON prompt. The defaults are (no quotes):

Product	Logon ID	Password
M-SCADA	"MSCADA"	"0" (zero)
L-SCADA	"LSCADA"	"0" (zero)
PowerVIew	"PV"	"0" (zero)

NOTE

1. The password will not be displayed on the screen.
2. Entering the wrong password will return the LOGON ID prompt.
3. If no key is pressed for 60 seconds, the *Screen Saver* comes on. In this mode, the title screen flashes every 10 seconds. Press any key to cancel the screen saver and log on.

Immediately after logging on for the first time, change the SUPERVISOR logon name and password to restrict unauthorized access to the system. You may also wish to define the logon names, passwords, and security clearance levels for everyone who will have access to the system. Refer to Appendix C for instructions on changing the system security.

3.2.2 CONTROLLER, OPERATOR AND USER LOGON

Once the SCADA system security parameters have been configured by the SUPERVISOR, an authorized person can log on to the system by entering his/her assigned LOGON ID, followed by the PASSWORD. If no password was specified by the SUPERVISOR, the default password "0" (zero) applies. Each person can change his/her password if desired, as described in Appendix C.

NOTE

If the LOGON ID or PASSWORD are not accepted, see Appendix G for troubleshooting suggestions.

3.2.3 DISPLAY ACCESS ONLY

Persons with no LOGON ID may access limited data display functions by simply pressing the Enter key at the LOGON prompt. This mode displays only system data, and does not access any configuration or control functions.

NOTE

Persons without passwords do *not* have the ability to acknowledge and disable any active alarms. Refer to Chapter 14.

3.2.4 ERROR MESSAGES

Once the SCADA system has been configured, an error message may appear when starting the software. For example, if any configuration files are missing (GLOBAL.DAT, USERS.DAT, SITE.DAT, or SUMATION.DAT), you will be asked if you wish to continue startup anyway.

Alarm messages may also appear at the bottom of the title screen. In this case, continue with the logon procedure described above. Any USER, CONTROLLER, OPERATOR or SUPERVISOR can acknowledge active alarms.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Display Functions

Menu selections under the DISPLAY DATA menu are used to display system information and data:

a) DISPLAY SYSTEM DIAGRAMS
Using M-SCADA or L-SCADA, displays a list of System Diagrams that are defined (see Chapter 17). These must be created using PML's system diagram design program M-SCADA DRAW supplied with the SCADA software. Refer to the M-SCADA DRAW manual for details. PowerView does not support system diagrams.

b) DISPLAY SINGLE DEVICES
Displays data from the specified IED (as well as virtual devices). Data that may be displayed depends on the device being polled, but may include:

1. Real-Time Data (voltages, currents, power, energy, demand values, time of use, etc.)
2. Event Log (alarms, configuration changes, etc.)
3. Snapshot Logs (for any measured parameters)
4. Status Information (relays, status counters, setpoints)
5. Min/Max Logs (for any measured parameters)
6. Waveforms (single or multiple cycles of line parameters)

A complete description of the data available through this menu option for each type of IED is given in the corresponding chapter later in this manual. Any security clearance level is enough to display this information; however, relay and clear operations require at least CONTROLLER clearance.

c) SYSTEM LOGOFF
Choose this option when you are finished interactively displaying data or changing device parameters. This option returns to the title screen and logon prompt. Until the system is shutdown, M-SCADA and L-SCADA remain active even when nobody is logged on, and will continue to upload all log information and monitor for alarms. PowerView only interacts with a device when data is being displayed or the device is being configured.

System Functions

Menu selections under the SYSTEM FUNCTIONS heading are:

a) ACKNOWLEDGE ALARMS
Acknowledges all communications, device setpoint, and summation alarms to date. This also silences the audible alarm signal.

b) DISPLAY SYSTEM LOG
Displays the contents of the System Log which contains information about events that have occurred during normal system operation, together with the time and date at which the event occurred. This information includes logon information, alarm activity, alarm acknowledgements, and communication with the remote sites.

c) METER SUMMATION
Provides the ability to calculate and display a summation of measured values obtained from as many as eight IEDs. Summations are described in Chapter 18. PowerView does not support meter summation.

d) SYSTEM DIAGNOSTICS
Displays diagnostic information about the system, including the serial number of the Master Display Station, the amount of available RAM, and the percentage of available hard disk space.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 CONFIGURING THE GLOBAL SETTINGS

3.4.1 INTRODUCTION

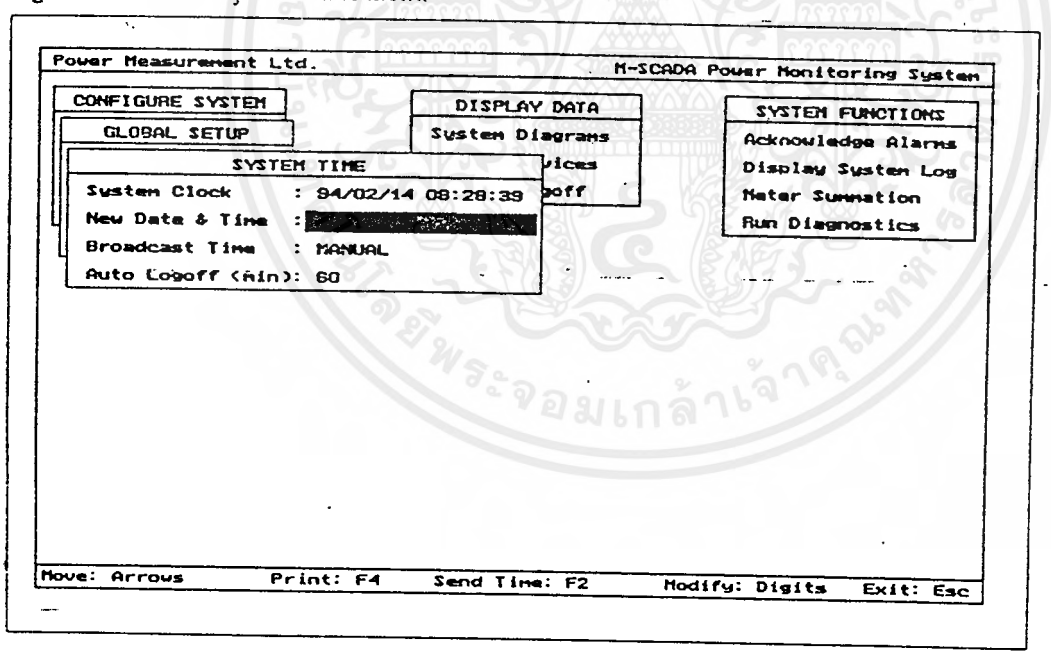
A SUPERVISOR can select the GLOBAL SETUP option, to change *System Security*, the *System Time*, the *File Archival* intervals, and the *Printer Setup*.

Changes to System Security requires SUPERVISOR security clearance level. Persons with lower security clearance are given a *Change Password* menu option instead. Refer to Appendix C for details. The remaining three selections are explained below.

3.4.2 SYSTEM TIME

As shown in figure 3.4.2, this option displays the current time at the MDS computer. An OPERATOR or a SUPERVISOR can change the time (for the meters and the MDS), the broadcast time interval, and the auto logoff delay.

Figure 3.4.2 System Time Menu



System Clock
The current time is displayed in the following format using the 24-hour clock:

YY/MM/DD hh:mm:ss

where: YY = year MM = month DD = day
hh = hours mm = minutes ss = seconds

New Date & Time
To reset the current time, move the cursor to the *New Date & Time* field and enter the date and time using the format given above (spaces, slashes and colons are all acceptable delimiters For example, February 12, 1995 at 3:11:10 PM is entered as:

95/02/12 15:11:10

Broadcast Time
This function is used to synchronize the internal clocks of all IEDs to the MDS System Clock. This helps synchronize the time stamps of data logs and other functions in all devices. In addition to broadcasting the time at the time interval specified, will be broadcast when a site is initially connected (following site setup) or when the System Clock is changed.

Move the cursor to the Broadcast Time field and press the +/- keys to select the desired interval (2 minutes, 1 hour or MANUA If MANUAL is selected, the time is only broadcasted when F2 is pressed. You can press F2 at any time from this menu to broadcast the current time.

NOTE

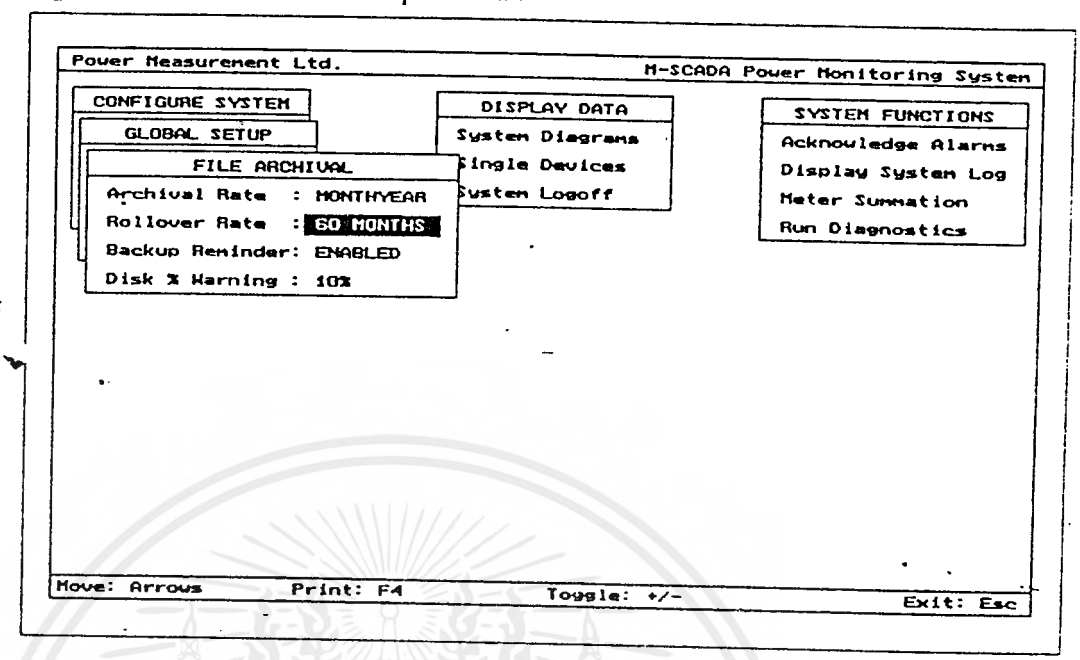
M-SCADA and L-SCADA support multi-master SCADA systems. Only one MDS should be used to broadcast the time.

Auto Logoff
This specifies the time delay after the last key has been pressed until t person using the MDS i automatically logged of This feature will help prevent unauthorized access to the system if a person with a high security clearance forge to log off, and also prolongs the life of the display by activating the screen saver.

Move the cursor to the Auto Logoff field and press the +/- keys to select the desired interv (2, 5, 10, 15, 20, 30 or minutes). To disable th Auto Logoff feature, select the default (NO).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3.4.3 File Archival Option Menu



3.4.3 FILE ARCHIVAL

The MDS automatically uploads and stores logs on a month/year basis for all IEDs in the SCADA system. The FILE ARCHIVAL option defines the number of months of logged data the system must retain on the hard disk before it is overwritten.

The FILE ARCHIVAL option (Figure 3.4.3) contains the following four fields:

1) The *Archival Rate* field displays the frequency at which data is archived to disk. The system always archives data on a month/year basis (eg. NOV92). This is not programmable.

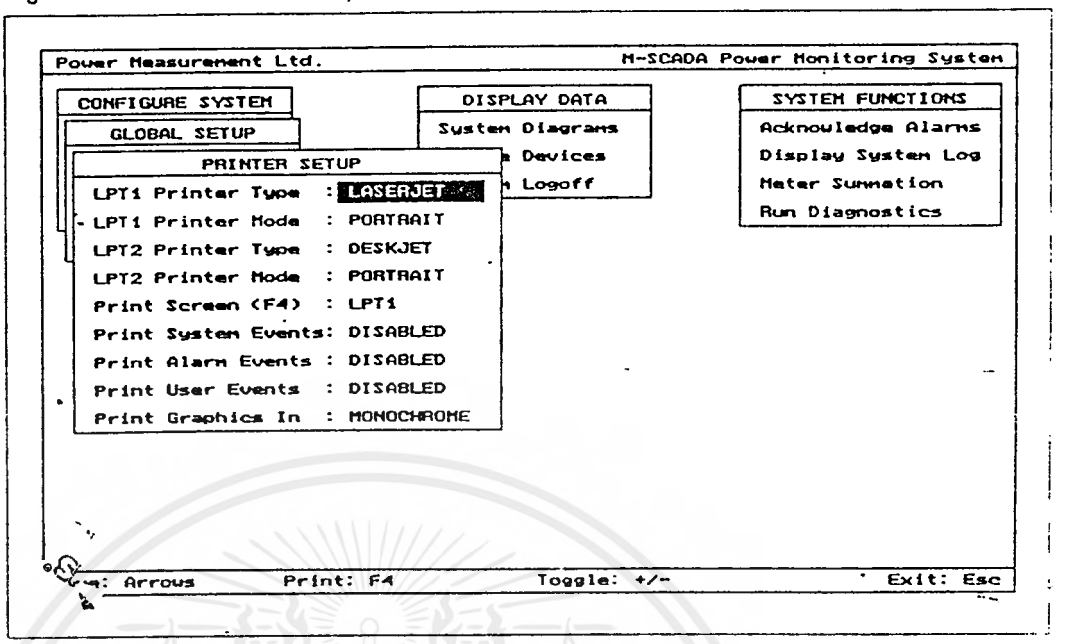
2) The *Rollover Rate* defines the number of months of data the system will retain on the hard disk. After the specified number of months, the oldest month of data logs will be replaced by logs obtained in the current month. To set a new rollover rate, move the cursor to this field and use the +/- keys to select the desired interval (2, 3, 6, 12, 24, 36, 48 or 60 months).

3) If the *Backup Reminder* is enabled, the MDS will print and display a message at the end of the archival interval. The log files for the indicated month must be backed up if they are to be retained, since they will be overwritten when the rollover has been exceeded.

4) *Disk Warning* will generate a warning message if the amount of free space on the hard drive falls below the indicated percentage. To change the value, move the cursor to this field and use the +/- keys to select the desired percentage (1% to 20% of total disk space).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3.4.4 Printer Setup Menu



3.4.4 PRINTER SETUP

One or two printers can be used to print device data (data screens and logs) and system data (system/alarm/user events, and system log). The SCADA software is unaffected if no printer is connected to one or either of these ports. A SUPERVISOR or an OPERATOR may configure the system to route different types of information to each printer.

The PRINTER SETUP menu (see Figure 3.4.4) specifies the type and mode of printer. To configure the printer(s), move the cursor to the Printer Setup option and set the following two parameters:

1) *Printer Type* specifies the type of printer on each printer port. The 80 COLUMN and 132 COLUMN options specify the column width for dot matrix printers. These must be Epson or IBM Proprinter compatible. The LASERJET option specifies HP Laserjet compatible printers. The DESKJET and PAINTJET options support these colour-capable printers.

2) *Printer Mode* specifies the text mode. The two choices for dot matrix printers are REGULAR and COMPRESSED mode. All other printers use PORTRAIT orientation for text. Graphics are always printed in landscape orientation.

NOTE

HP Laserjet printers will use the current font (selected from the front panel of the printer), except for Snapshot Logs, which are printed using the resident *LinePrinter* font.

Printing Event Messages

The PRINTER SETUP screen also specifies which type of event messages are to be sent to each printer. The MDS can print three types of messages:

1) *System Events* are the result of normal system activity, such as site connection and disconnection times, the hard disk status, and default file generation.

2) *Alarm Events* are generated by the alarm system and include activation of any IED setpoint, summation totals exceeding programmed limits, or any communication failures.

3) *User Events* are generated by software user activity and include logon/logoff times, setup modifications, manual control of relays, and alarm acknowledgements.

To enable or disable the printing of any of the above event messages, move the cursor to the appropriate event category and use the +/- keys to select the desired port.

NOTE

Laser printers will not print events immediately. To conserve paper, the SCADA software fills the print buffer with a full page of event information before printing the page. Pages may also be printed manually from the front panel of the printer. Refer to the printer installation and operation manual for instructions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

All SCADA setup and data screens can be printed by pressing the F4 function key. Select the desired printer for screen printing by setting the *Print Screen (F4)* field in the PRINTER SETUP menu to LPT1 or LPT2.

System Diagrams, Waveform Capture and Harmonics screens, Waveform Recorder screens, Historical Trending screens and 3750 PDC Demand Graph screens may take 2 minutes or more to print. See Appendix F for tips on improving performance.

The *Graphics Format* parameter of the PRINTER SETUP menu specifies COLOUR or MONOCHROME (black) printing. Dot matrix and HP Laserjet compatible printers will print only in monochrome. Deskjet printers can print up to eight colours, while Paintjet printers can print up to 16 colours.

3.4.5 BACKING UP THE GLOBAL.DAT FILE

The GLOBAL.DAT stores all global system configuration information. The file is automatically updated whenever global configuration parameters are changed.

Once all global parameters have been defined, the system supervisor should always maintain a backup of the GLOBAL.DAT file in case the file is damaged or accidentally deleted.

This file is saved on the hard disk in the PML directory (see Appendix E).

3.5 LOGGING OFF

Choose this option when you are finished interactively displaying data or changing device parameters.

Select the System Logoff option from the DISPLAY DATA menu and press Enter. The title screen and the LOGON prompt appears. The system remains active, and will continue to upload all log information and monitor for alarms (M-SCADA and L-SCADA only).

NOTE

The *Auto Logoff* feature will take effect if no key has been pressed for the programmed amount of time. Refer to Section 3.4.2 for more information.

3.6 SHUTTING DOWN

To shut down the SCADA system and return to the DOS environment, log off to return to the title screen. Press the Esc key and the following prompt appears:

CONFIRM SYSTEM SHUTDOWN (Y/N)?

Enter Y and press Enter to return to the DOS prompt.

CAUTION

M-SCADA and L-SCADA can only poll IEDs in the system if the program is active; shutting down the software disables all polling from that MDS. All IEDs will continue normal operation, but no alarms will be annunciated, nor will any data be logged by the computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 SITE CONFIGURATION

4.1 INTRODUCTION

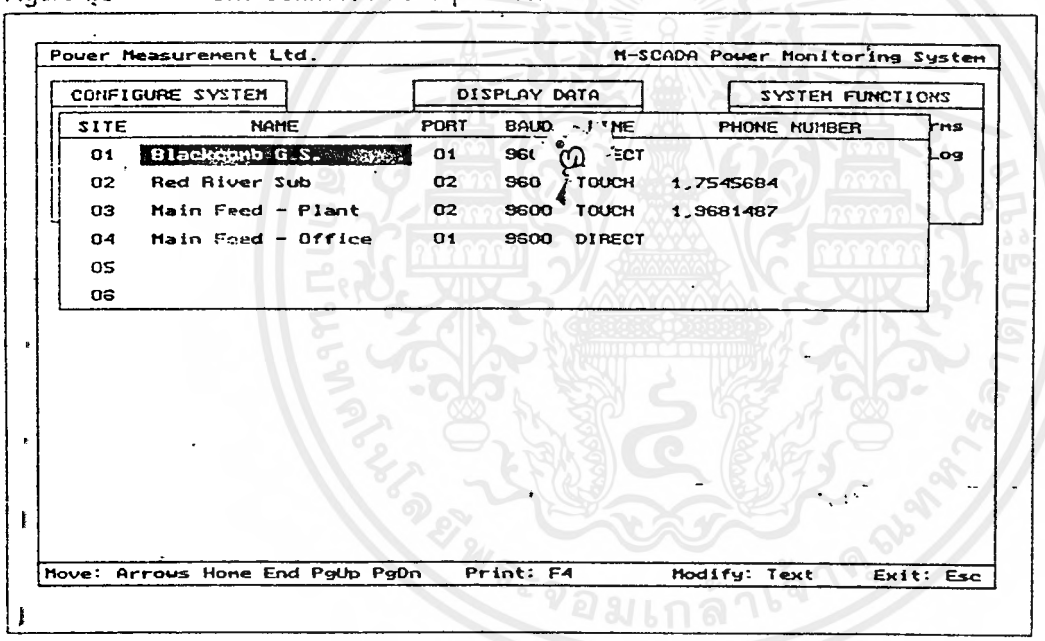
This chapter describes how to configure a site; this includes site setup, specifying the polling method, and configuring the device list.

Before proceeding, ensure that the system hardware has been installed (including all IEDs and communication links), and that M-SCADA, L-SCADA or PowerView has been installed. See Chapter 2 for details on setting up the system.

4.2 SITE SETUP

Run the SCADA software and logon as described in Chapter 3. Select Site Setup in the CONFIGURE SYSTEM section of the Main Menu to display the site list for Site Setup (Figure 4.2).

Figure 4.2 Site Connection Setup Screen



M-SCADA and PowerView support a maximum of 99 sites; L-SCADA allows up to 12 sites to be defined. The same setup procedure applies for each site in the system. Additional sites can be added at any time.

The steps to configure a site are:

Step 1 Move the cursor to the NAME field for the desired site and enter a site name. The site name is optional and can be up to twenty characters in length.

Step 2 Move the cursor to the PORT field and press the +/- keys to select a serial port. When using L-SCADA or PowerView, specify the serial port for all sites using the PORT field for the first site. This port applies to all sites in the system.

Step 3 Move the cursor to the BAUD field and press the +/- keys to select a baud rate of the serial port. All SCADA software supports 300, 1200, 2400, 4800, 9600, and 19.2K baud rates.

Step 4 Move the cursor to the LINE field and press the +/- keys to select one of the following communication links:

i) If the site is directly connected to the MDS via a dedicated RS-232C or RS-485 communication link, then choose DIRECT.

ii) If the site is connected via a telephone network using modems, then choose either the TOUCH (touch-tone) or PULSE, depending on the method used by the modems.

iii) If the site is connected via a radio modem, choose RADIO. This specifies that the MDS should use RTS/CTS flow control.

Step 5 If the site is connected via a telephone or radio modem (TOUCH, PULSE or RADIO), then move the cursor to the PHONE NUMBER field and enter the telephone number (for telephone) or I.D. name (for radio) of the site modem.

Since this field is limited to 20 characters, you may also enter the name of a text file (stored in the DATA directory) that contains a telephone number or I.D. name.

This file may be up to 60 characters long, and can also contain required modem configuration strings. (The ASCII String in this file will be prefixed by the AT modem command).

Examples for the PHONE NUMBER field are:

123-4567 A seven digit telephone number (hyphens and spaces are optional).

1,6046525118 Telephone number with long distance prefix and area code (a comma inserts a dialing delay - the length depends on the delay programmed in the modem).

SFEED.TXT This could be a text file containing the phone number for a distant site with voice mail access, requiring delays (commas) and more than 20 digits, for example.

The I.D. name for a radio modem can be any combination of letters and numbers.

This completes the site setup. Repeat the above steps as necessary for additional sites.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 SPECIFYING THE POLLING METHOD

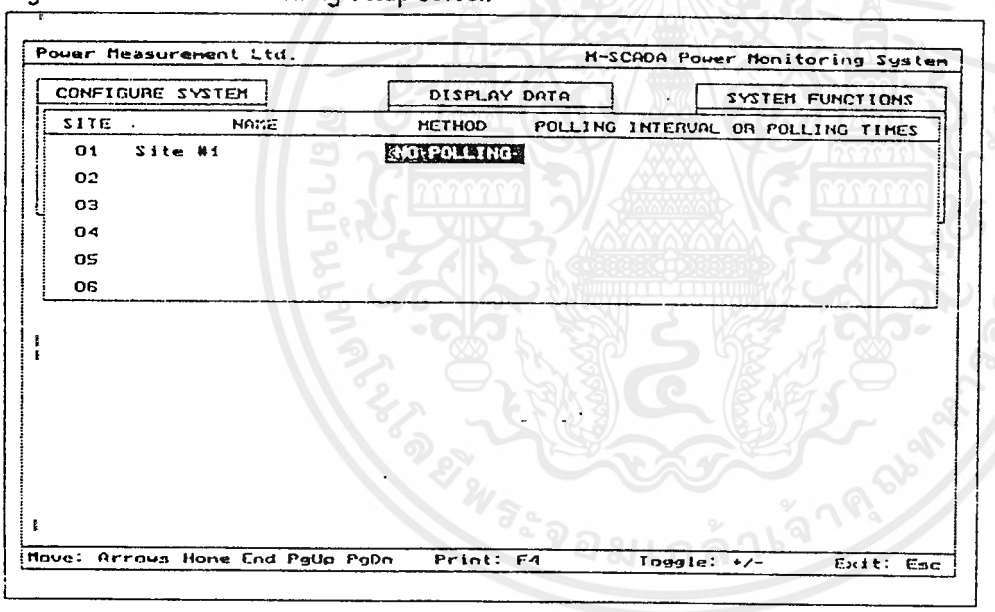
NOTE

This section applies only to M-SCADA and L-SCADA. Powerview does not support automatic polling.

The polling method specifies how often M-SCADA or L-SCADA automatically contacts each site in the system. The choice of polling method depends on the number of sites, the number of devices at each site, the type and speed of communication link used, how often the MDS requires data from the devices, and some other factors. See Appendix B for further information.

Select Polling Setup in the CONFIGURE SYSTEM section of the Main Menu to display the site list for Polling Setup (Figure 4.3). The site names shown here are the same ones that were entered in the Site Setup described above.

Figure 4.3 Site Polling Setup Screen



To select the polling method, move the cursor to the METHOD field and press the +/- keys to select one of the following options:

NO POLLING
When this polling method is selected, communication originating from that MDS to the corresponding site is disabled. This is the default when a new site is created from the Site Setup menu.

NOTE

M-SCADA and L-SCADA support multi-master SCADA systems. Selecting NO POLLING only disables polling from the current MDS, but does not affect polling from any other MDS in the system.

CONTINUOUS POLLING
When this polling method is selected, the MDS will establish communication with the site and remain connected to the site at all times. If more than one CONTINUOUS site has been assigned to a single port, each site will be polled in turn.

Once communication has been established, the link will be maintained until it is reconfigured, the system is shut down, or a mechanical failure occurs. Configuration of the MDS may limit the number of continuously polled sites that can operate at any one time. Refer to Chapter 2 and Appendix B for details.

SCHEDULED POLLING
When this polling method is selected, the MDS will establish communication with the site at up to five user-defined times during the day.

SCHEDULED polling requires the time(s) at which the MDS is to connect to the selected site. Move the cursor to any of the five POLLING TIMES/POLLING INTERVALS fields and enter the desired time(s).

Enter times using 24 hour notation. For example:

00:01 = 1 minute after midnight

12:00 = noon

24:00 = midnight at the end of the day

Entering 00:00 disables the time entry and returns the field to its blank or "unused" condition.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERVAL POLLING

When this polling method is selected, the MDS will establish communication with the site at the specified time interval.

INTERVAL polling requires the **time interval** at which the MDS is to connect to the selected site. Move the cursor to the first POLLING TIMES/POLLING INTERVALS field and enter the desired time interval.

The time interval is entered using 24 hour notation. For example:

00:05 = 5 minute intervals

00:15 = 15 minute intervals

01:00 = 1 hour intervals

24:00 = 24 hour (1 full day) intervals.

In addition to the time interval, you may also specify a **time offset** (from midnight) at which interval polling commences. This ensures that multiple sites can be polled at regular intervals without contention. The following example illustrates the usefulness of this feature.

Example:

> Site 1 should be polled every 4 hours on the hour, starting at midnight (00:00, 04:00, 08:00, etc.). Site 2 should also be polled every 4 hours on the hour, but since Site 1 may be connected for as long as 1 hour at a time, we want to offset the polling time for Site 2 by two hours (02:00, 06:00, 10:00, etc.).

To enter an offset, move the cursor to the second POLLING TIMES/POLLING INTERVALS field and enter the desired time offset, from midnight. In the above example, enter 02:00 as the time offset.

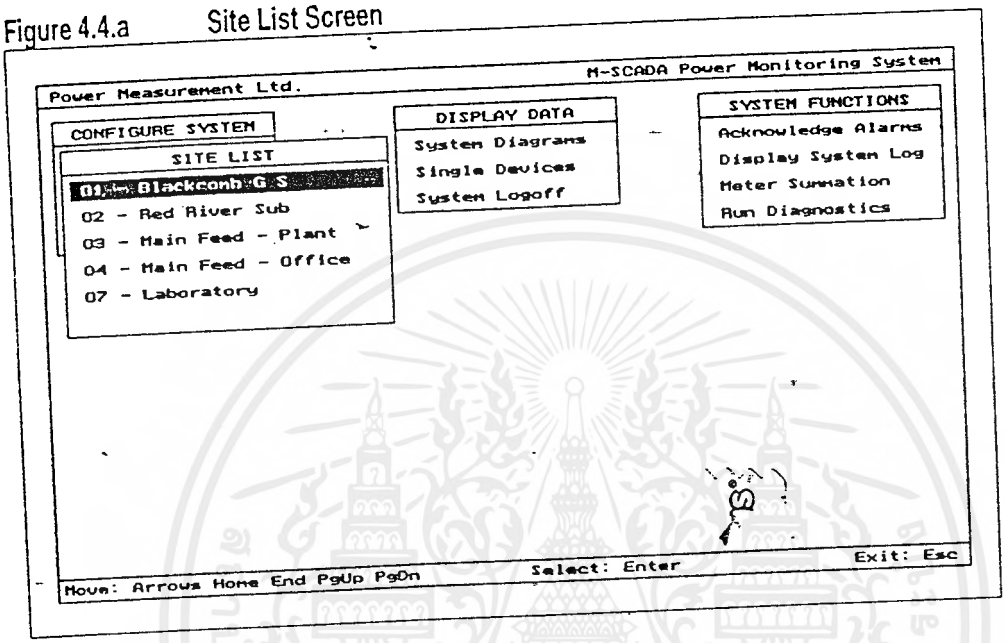
Entering a time interval or time offset of 00:00 disables the entry and returns the field to its blank or "unused" condition.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 CONFIGURING THE DEVICE LIST

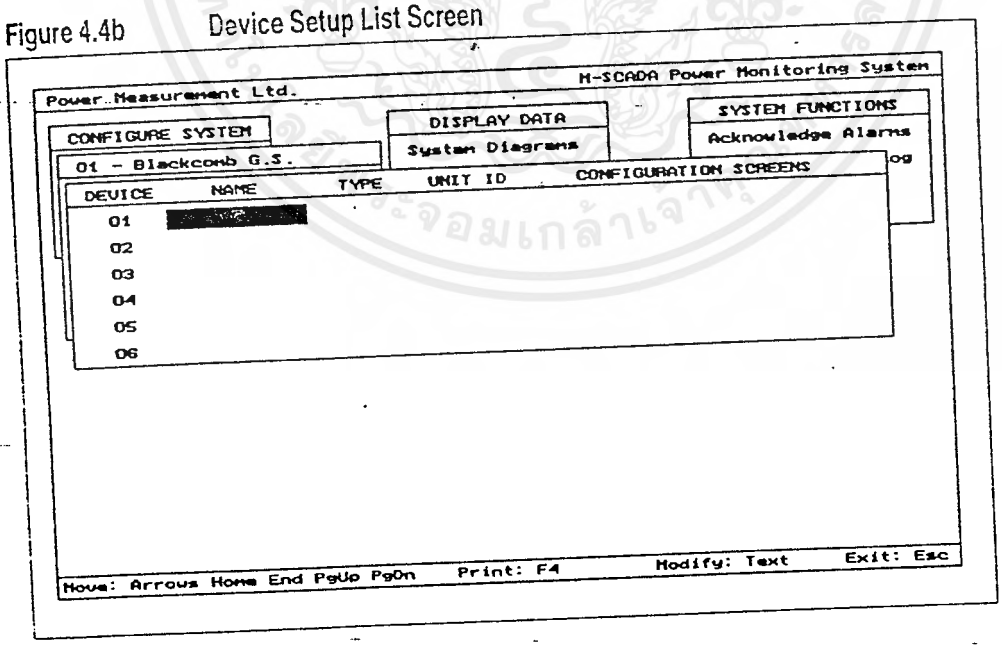
The final site configuration step is to specify which devices are located at each site. Select Device Setup in the CONFIGURE SYSTEM section of the Main Menu to display the site list for Device Setup (Figure 4.4a).

Figure 4.4.a Site List Screen



Move the cursor to highlight the desired site and press Enter to display the list of devices at the site (Figure 4.4b).

Figure 4.4b Device Setup List Screen



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No devices are initially configured. To add a device to the list, specify each of the following parameters:

DEVICE NAME
Move the cursor to the NAME field and enter a name. The name may be any combination of up to 10 characters.

DEVICE TYPE
Move the cursor to the TYPE field and press the +/- keys to select the device. The following table shows which devices are supported by each SCADA software package.

	3300 ACM	Siemens 4300	3350 PDM	3700 ACM	3710 ACM	A-B 1400 PD	A-B 1400 PB	3720 ACM	3750 PDC	3800 ACM	VIRTUAL DEVICES
M-SCADA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
L-SCADA	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓
PowerView	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	×

To create a virtual device using M-SCADA or L-SCADA, simply select the VIRTUAL device type. A virtual device simulates a device connected to the SCADA system; l its data is a combination of parameters selected from o IEDs in the system. Virtual devices are described in Chapter 12.

UNIT ID
Each IED in any one site must be given a unique *identification number*. Ensure that each IED has been programmed with a unique UNIT ID, and that it corresponds to the number entered into the UNIT ID field in the Device Setup.

Move the cursor to the UNIT ID field and enter the UNIT ID (range 0001 to 9999). Refer to the Installation and Operation Manual for each IED for instructions on reading and/or changing its UNI ID number.

Virtual devices must also be given a UNIT ID. The address of a virtual device can be any number from 1 to 9999, but it must b a unique address within the site.

4.5 VERIFY COMMUNICATION

You can quickly verify communication with IEDs by viewing the Device Setup screen. Full details are given later in the manual, but a quick check of the communication system may be done by viewing this screen.

The Device Setup screen for each IED is accessed from the DEVICE LIST SETUP screen, and can be selected as soon as the DEVICE TYPE and UNIT ID have been specified. Simply select the SETUP option for the desired device. (For the 3720 ACM, select the Device Setup sub-menu.)

The Device Setup screen displays the values of some programmable parameters for the corresponding IED. When the setup menu is selected, the MDS polls the device and uploads the data. If no data appears on the screen within one minute (or longer at slow data rates and/or modem sites), check all communication hardware and configuration settings.

4.6 BACKING UP THE SITE.DAT FILE

The file SITE.DAT is used to store all site configuration information. This file is stored on the hard disk in the location described in Appendix E, and is automatically updated whenever the configuration for any site is changed or a new site is added.

Following any changes to any site configuration, the System Supervisor should make a *backup copy of the SITE.DAT file* by copying it from the hard disk to some other media (e.g. floppy disk). This will ensure that the site configuration data can be recovered if the hard disk fails or the file is accidentally deleted.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 IED CONFIGURATION AND DATA DISPLAY

Once the physical SCADA system has been installed as described in previous chapters, the individual IEDs must be configured to work with the power system to make the data collected by these devices useful for power monitoring. This chapter describes how to use the device configuration menus for IEDs connected to the SCADA system, and how to display real-time and logged data from these devices. Subsequent chapters describe in more detail the configuration and data screens provided by each device type.

5.1 CONFIGURING AN IED

Anyone with at least level 3 security clearance (OPERATOR or SUPERVISOR) can use POWER MEASUREMENT SCADA software to configure all IEDs connected to the system. Depending on the device, setup parameters can include device operating parameters, setpoint parameters, data logging information and labels. A person with level 1 or 2 security clearance (USER or CONTROLLER) can view but not modify device configuration.

The SCADA software has one or more unique setup screens for each type of device supported. Access to the setup screen(s) for each device, however, is similar for all devices.

5.1.1 DEVICE SETUP SCREENS

All device setup screens are accessed from the Configure System section of the Main Menu. The steps to configure a device are:

Step 1 Return to the Main Menu. Move the cursor to the Device Setup field and press Enter. The SITE LIST shows the available sites.

Step 2 Move the cursor to the desired site, and press Enter. The DEVICE SETUP LIST screen shows all devices within that site (see Figure 5.1.1).

Step 3 Move the cursor to the SETUP, SETPOINT, LABEL or SNAPSHOT field for the desired device and press Enter. The corresponding configuration screen or a submenu will appear. Refer to the chapter for each device for further information.

MODEM CONNECTION

If the site is accessed via a modem, a series of messages may appear at the bottom of the screen indicating modem connection status. It may take some time to connect with the site before the device configuration screen appears.

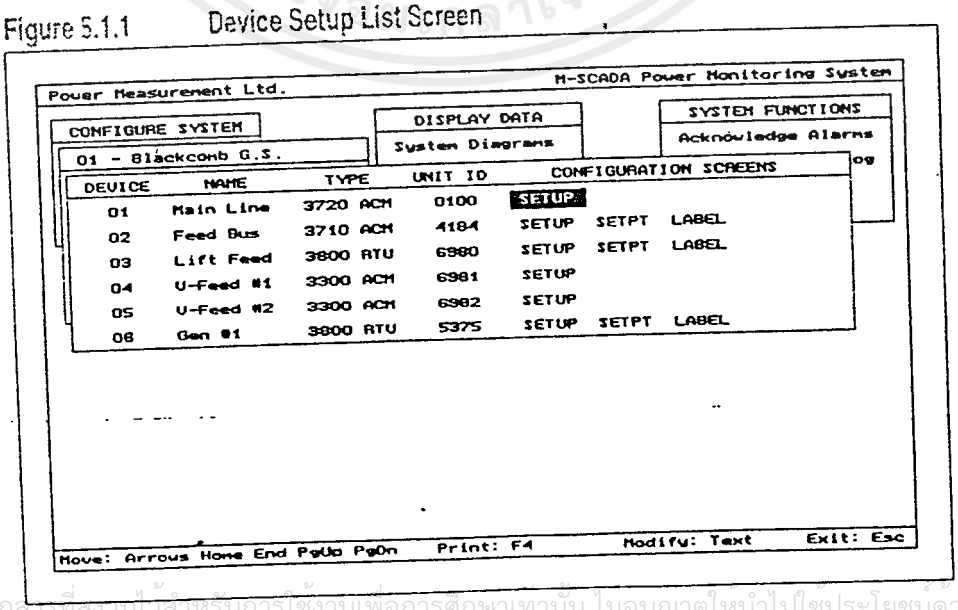
ALARM MESSAGES

If communication fails, alarm messages will appear and an audible alarm will sound. Anyone with at least level 1 security clearance can acknowledge and disable the alarm(s) by pressing:

Ctrl + A

(Press A while holding down the Ctrl key.) A communication problem may be caused by wiring problems or an incorrectly entered UNIT I.D. in the DEVICE LISTSETUP screen.

Figure 5.1.1 Device Setup List Screen



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 MODIFYING PARAMETER VALUES

As shown in the following chapters, the configuration screen is unique for each type of IED. Some parameters are changed by entering a value, and some are changed by pressing the +/- keys to increment/decrement through a pre-defined range of values or selection of parameters. If a value exceeds allowable limits, a message will be displayed and an acceptable value must be entered.

Any configuration screen may also be *copied* to the clipboard or to the disk, and *pasted* onto the configuration screen for another device of the same type and with the same firmware revision.

Alt + X: Copy to clipboard

Alt + V: Copy from clipboard

Alt + W: Write to file

Alt + R: Read from file

5.1.3 RECONFIGURING AN IED

The device configuration information is programmed to the IED by pressing the F2 key. Always remember to press F2 after making changes to program the IED with the new configuration. The MDS will automatically test the device to verify proper configuration and display a message at the bottom of the screen to indicate the result.

To leave the configuration screen without implementing any changes, simply press the Esc key.

5.1.4 PRINTING DEVICE PARAMETERS

To print out any device parameters, just press the F4 key. The information currently being displayed will be sent to the printer port specified by the Print Screen F4 parameter in the Printer Setup screen (see Section 3.4.4).

5.2 DISPLAYING DEVICE DATA

Data can be displayed for an individual device, or using a system diagram to display data from all or any part of the system on a single graphics screen. This section describes how to display data from a single device; system diagrams are described in Chapter 17.

The SCADA software has one or more unique data screens for each type of device supported. Depending on the IED, the types of data that can be displayed include:

i) Real time data (line parameters, demand parameters, time of use, etc.)

ii) Event log data

iii) Snapshot (historical log) data
- Preset
- Programmable

iv) Status data for relays, status inputs and setpoints

v) Min/Max data with coincident parameters
- Preset
- Programmable

vi) Digital waveform data
- Waveform Capture
- Waveform Recorder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1 DISPLAYING DATA FROM A SINGLE DEVICE

Access to the data screen(s) for each device is similar for all devices:

Step 1 Return to the Main Menu. Move the cursor to the Single Devices field and press Enter. The SITE LIST shows the available sites (see Figure 5.2.1a).

Step 2 Move the cursor to the desired site, and press Enter. The DEVICE LIST shows all devices within that site (see Figure 5.2.1b).

Step 3 Move the cursor to the REAL, EVENT, SNAPSHOT, STATUS, MIN/MAX or WAVEFORM field for the desired device and press Enter. The corresponding screen or a sub-menu will appear.

NOTE

Only the data screens available for each device are listed. For example, only the REAL-TIME screen is available for the 3300 ACM.

Figure 5.2.1a SITE LIST Screen for Single Device Data Display

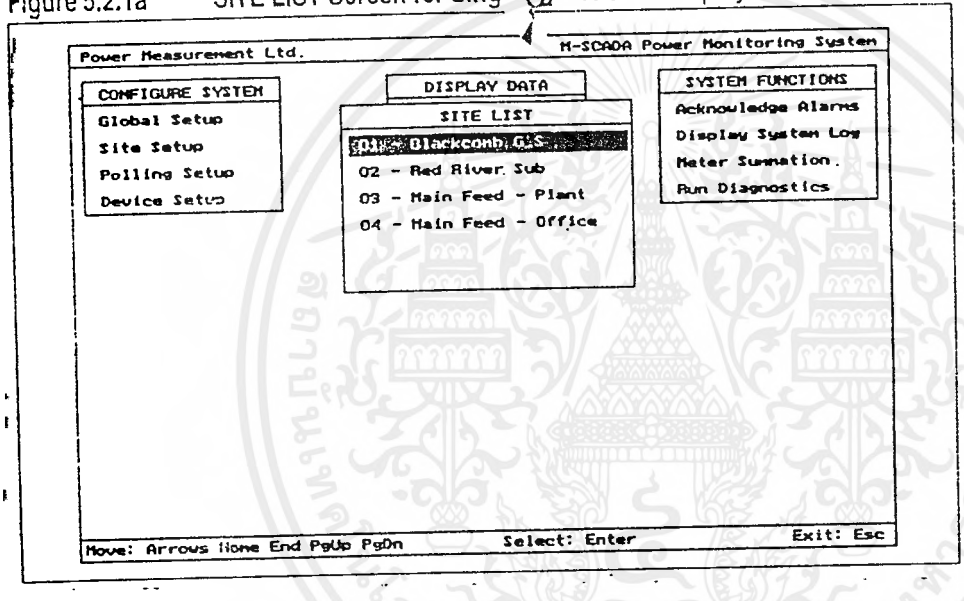
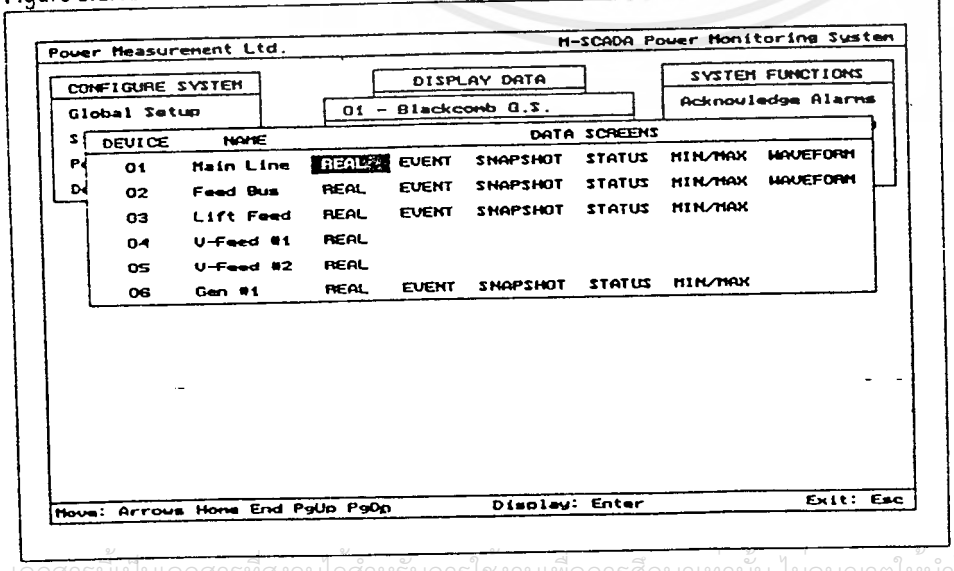


Figure 5.2.1b DEVICE LIST Screen for Single Device Data Display



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 DATA SCREENS

The DATA SCREENS vary depending on the device, but some elements are common to all devices. An example of a 3720 ACM Real-Time Data Screen is given in figure 5.2.2.

The Site Name and Device Name are indicated at the top of each data screen. The date and time indicates when the displayed data *was last updated.* The data screens will be continually updated as long as the site is connected, at a rate that depends on the baud rate of the communication link.

5.2.3 ADDITIONAL FUNCTIONS

Some data screens may offer additional key functions, such as pressing F5 to clear the energy readings in a 3720 ACM Real-Time Data Screen. Available keys are always displayed in the Help line at the bottom of each screen.

To print out any screen, just press the F4 key. The information currently being displayed will be sent to the printer port specified by the Print Screen F4 parameter in the Printer Setup screen (see Section 3.5.4).

Figure 5.2.2 3720 ACM Real-Time Data Screen

3720 ACM Real-Time Data Screen Updated at 13:01:45 Feb 08 1994

SITE: Main Feed - Office DEVICE: Main Bus

PARAMETER	TOTAL	PHASE A (AB)	PHASE B (BC)	PHASE C (CA)
VOLTS L-N	111	110	112	110
VOLTS L-L	191	192	192	190
VOLTS UNBALANCE	1%			
AMPS	64	77	56	58
AMPS UNBALANCE	20%			
KW	20	8	5	6
KVA	21	8	6	6
KVAR	8	2	3	3
POWER FACTOR	LAG 93	LAG 96	LAG 88	LAG 92
FREQUENCY	59.98			
VAUX	1139			
AMPS I4	0			

PARAMETER	TOTAL	IMPORT	EXPORT
KWH	2039	2039	0
KVARH	596	596	0
KVAH	2151		

Print: F4 Clear Hours: F5 Exit: Esc

Data log screens (event, snapshot, and min/max logs) may contain too much information to display on one screen. Use the following keys to display additional data. Available keys are always displayed in the Help line at the bottom of each screen.

Arrow keys
The up or down arrow keys move the highlighting bar up or down. If adjacent screens are provided (e.g. left, centre, and right Snapshot Log screens) the right and left arrow keys can be used.

PgUp and PgDn
The PgUp and PgDn keys move the highlighting bar up or down one screen at a time.

Home and End
The Home or End keys move the highlighting bar to first or last record of the log, respectively.

Alt + S
Data in the Event, Snapshot, Min/Max, Waveform Capture and Waveform Recorder Logs is displayed on a month-by-month basis. The data for a previous month (if available on disk) can be retrieved by pressing Alt + S (press S while holding down the Alt key) and entering the month and year of the desired log. An error message appears if the specified month of data cannot be found on the hard disk.

5.2.4 EXITING FROM DATA SCREENS

To exit from any data screen, press the Esc key. Press Esc repeatedly to return to a higher menu level.

NOTE

If the site is connected by modem, the modem may remain connected after exiting from the data screen. To force the modem to disconnect at any time, simply press:

Ctrl + D

(Press D while holding down the Ctrl key.) Enter Y when prompted for confirmation to immediately disconnect the modem.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 USING THE 3300 ACM OR 4300

POWER MEASUREMENT SCADA software provides one configuration screen and one data display screen for the 3300 ACM from POWER MEASUREMENT and the Siemens 4300 Power Meter. This chapter describes the configuration and data display for these devices.

6.1 CONFIGURATION

Select the Device Setup as described in Chapter 5 to bring up the DEVICE SETUP screen shown in Figure 6.1. All parameters can also be programmed from the front panel.

A brief description of each configurable parameter is given below. For more information, refer to the *Installation and Operation Manual* for the device.

A) UNIT I.D.
This is a unique 4-digit identification number used for communication. Range is 1 to 9999. The default is the last four digits of the serial number of the device.

B) PASSWORD
This is a 4-digit password to restrict front panel programming. Range is 0 to 9999. The default is zero.

C) VOLTAGE MODE
This describes the system connection configuration. Options are 4-WIRE WYE, 3-WIRE WYE, 3-WIRE DELTA, SINGLE PHASE and DEMO mode. The default is 4-WIRE WYE.

D) USING PTS?
If the device is being connected without PTs, set this parameter to NO. If PTs are used for connection to voltage systems higher than 347 VAC, set this parameter to YES. The default is YES.

E) PT PRIMARY RATING / PT SECONDARY RATING
These two parameters are used by the device to set the full scale input levels. Set PT PRIMARY to the primary rating of the PTs used, which is normally equivalent to the full scale line levels being measured. Set PT SECONDARY to the secondary rating of the PTs used. The maximum secondary voltage is 347 VAC. The defaults are PT PRIMARY=1000 and PT SECONDARY=100 (N/A when PTs are not used).

F) CT PRIMARY RATING
Set this parameter to the primary rating of the CTs being used. The CTs must be rated for 5 A full scale output (or 1 A for the -1AMP option). The default is 5000.

G) NUMBER OF DEMAND PERIODS / DEMAND PERIOD (MINUTES)
These parameters may be set to match the utility demand measurement method. The range is 1 to 15 demand periods, and 1 to 99 minutes per period. The default is 15 demand periods of 2 minutes each.

H) CONTRAST/VIEWING ANGLE
The contrast of the LCD display can be adjusted for optimum readability for any viewing angle. Range is 5 to -5. The default is 0.

Figure 6.1 3300 ACM Setup Screen

```
3300 ACM Setup Screen                    Updated at  13:25:20  Feb 08 1994
SITE: Main Feed - Office                              DEVICE: Production
                PARAMETER                                VALUE

                UNIT ID                                  [1794]
                UNIT PASSWORD                               1

                VOLTAGE MODE                 0     (4W WYE)
                USING PTs ?                              YES
                PT PRIMARY RATING                       1000
                PT SECONDARY RATING                      100
                CT PRIMARY RATING                       5000

                NUMBER OF DEMAND PERIODS                  15
                DEMAND PERIOD (MINUTES)                    2

                CONTRAST/VIEWING ANGLE                     0

Move: Arrows  Print: F4  Send/Test: F2                Modify: Digits  Exit: Esc
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 REAL-TIME DATA SCREEN

The REAL-TIME DATA Screen displays the current values for all parameters monitored by the 3300 ACM or 4300. A complete description is given in the *Installation and Operation Manual* for the device.

For either base model, this screen provides 3-phase Volts and Amps, kW, and kWH Net readings. All optional measurements are also displayed on the screen, as shown in the example of Figure 6.2.

Special keys:
If more optional measurements are available than can be displayed on a single screen, use the PgUp and PgDn keys to page through each screen of information.

Two clear/reset function keys are also available. These require security clearance level 2 or higher (CONTROLLER, OPERATOR or SUPERVISOR). Press F3 to reset all optional minimum/maximum readings. Press F5 to clear all Import, Export and Net energy registers: kWH, kVARH (optional) and kVAH (optional).

Figure 6.2 3300 ACM Real-Time Data Screen

3300 ACM Real-Time Data Screen — Updated at 13:42:39 Feb 08 1994

SITE: Main Feed - Office — DEVICE: Production

PARAMETER		TOTAL	PHASE A (AB)	PHASE B (BC)	PHASE C (CA)
VOLTS L-N		121	121	122	122
VOLTS L-L		210	210	211	210
AMPS		93	93		90
KW		31			
VOLTS L-N MIN		121	121	121	121
VOLTS L-L MIN		210	209	210	210
AMPS MIN		75	77	75	73
KW MIN		25			
KVAR MIN		10			
PF MIN	LAG	81.3			
KVA MIN		27			
FREQUENCY MIN		59.9			

PARAMETER	NET	IMPORT	EXPORT
KWH	96105		

Print: F4 Clear Min/Max: F3 Clear Hours: F5 Exit: Esc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 VIRTUAL DEVICE CONFIGURATION AND DATA DISPLAY

7.1 INTRODUCTION

Beyond the display and logging of data gathered from remote devices, the system operator can also create *virtual* devices. Virtual devices allow the grouping together of selected data items from different sources. These items can consist of:

a. Measured parameters selected from several remote devices.

NOTE

1. All remote devices whose parameters are used for a virtual device must be within the same site (ie. same Site I.D.)
2. The 3720 ACM is not supported by Virtual devices.

b. Any of the eight summation results provided by the M-SCADA / L-SCADA summation feature.

For example, a single virtual device can display KW HOURS from one 3710 ACM power meter, VOLTS A from a second power meter, and EXHST TEMP<F> from a 3800 Mini RTU, all on the same Real-Time Screen. The Snapshot Log for the virtual device will also store this group of readings at user-defined intervals.

7.2 CREATING A VIRTUAL DEVICE

Virtual devices must be defined as part of a remote site similar to remote devices.

To create a virtual device, follow the instructions in Section 5.4 for configuring the Device List for a remot site. Define a device and specify the Device Type as VIRTUAL. To configure the virtual device, see the next section.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 VIRTUAL DEVICE SETUP

Once a virtual device has been defined for a remote site, it must be configured. In the Device List for the selected remote site, select the SETUP option for the selected VIRTUAL type device. The Setup Screen for the selected virtual device will then be displayed (see Figure 7.3.1).

SETUP PARAMETER DESCRIPTIONS

A description of each parameter accessible from the device Setup Screen is given below.

A) SNAPSHOT PERIOD (DAYS, HRS, MINS AND SECS)
Similar to remote devices, virtual devices provide a Snapshot Log which will store all 12 possible item readings at user-defined intervals. The allowable range for SNAPSHOT PERIOD is 0 to 399 days, 23 hours, 59 minutes, 59 seconds.

B) ITEM #N DEVICE (N = 1 TO 12)
Each of the twelve ITEMS can display (and log) a parameter chosen from any selected device within the same site (ex. power meter, demand controller, or RTU) or any of the 8 summation results. For each ITEM, this field specifies which device a parameter is chosen from or which summation is to be used.

1) A remote device must be defined by its *device number* (01, 02, 03, etc.) A list of device numbers can be found in the Device List for Device Setup or Single Device Data Display for the selected site.

2) A summation is defined by accessing the "CALC" Device.

C) ITEM #N PARAMETER (N = 1 to 12)
For each ITEM, this field specifies the parameter to be displayed from the selected device. Use the plus or minus keys to advance through all possible parameter selections for that device or through all the summation names for each summation.

VIRTUAL DEVICE Setup Screen — Updated at 15:34:31 Feb 15, 1993

SITE: COGEN SITE #1 — DEVICE: VIRTUAL #1

PARAMETER	VALUE	PARAMETER	VALUE
SNAPSHOT PERIOD (DAYS)	0	SNAPSHOT PERIOD (MINS)	15
SNAPSHOT PERIOD (HRS)	0	SNAPSHOT PERIOD (SECS)	0
ITEM #1 DEVICE	1	ITEM #1 PARAMETER	KW TOTAL
ITEM #2 DEVICE	2	ITEM #2 PARAMETER	KW TOTAL
ITEM #3 DEVICE	1	ITEM #3 PARAMETER	VOLTS A
ITEM #4 DEVICE	1	ITEM #4 PARAMETER	AMPS A
ITEM #5 DEVICE	1	ITEM #5 PARAMETER	PF PH C
ITEM #6 DEVICE	2	ITEM #6 PARAMETER	KW PH C
ITEM #7 DEVICE		ITEM #7 PARAMETER	
ITEM #8 DEVICE	4	ITEM #8 PARAMETER	EXHST TEMP <F>
ITEM #9 DEVICE	4	ITEM #9 PARAMETER	OIL PRESS<PSI>
ITEM #10 DEVICE	4	ITEM #10 PARAMETER	ENG SPEED<RPM>
ITEM #11 DEVICE		ITEM #11 PARAMETER	
ITEM #12 DEVICE		ITEM #12 PARAMETER	

Move: Arrows Print: F4 Send/Test: F2 Modify: Digits Exit: Esc

Figure 7.3.1 VIRTUAL DEVICE Setup Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOTE

For the 3300 ACM, the list of parameter selections for ITEM #N PARAMETER will include all standard and optionally equipped parameters. If the operator configures a virtual device with 3300 ACM optional parameters and the 3300 ACM is later replaced with a unit which is not equipped with those same parameters, the Real-Time and Snapshot Log Screen for the virtual device will display N/A (not available) for that parameter.

7.4 VIRTUAL DEVICE DATA DISPLAY

7.4.1 VIRTUAL DEVICE REAL-TIME DAT

The Real-Time Data Screen for virtual devices displa the present readings of all values monitored by the associated devices from which data has been grouped (see Figure 7.4.1).

The parameter *name* or user-defined parameter *label* (the case of data drawn from devices which provide programmable labelling) will be shown as the labels f each data parameter on the Real-Time Screen.

VIRTUAL DEVICE Real-Time Data Screen — Updated at 15:34:31 Feb 15 1993

SITE: COGEN SITE #1 — DEVICE: VIRTUAL #1

ITEM	ITEM LABEL	READING
1	KW TOTAL	87982
2	KW TOTAL	78324
3		
4	PF PH C	92
5	KW PH C	2342
6		
7	EXHST TEMP<F>	650.2
8	OIL PRESS<PSI>	65.7
9	OIL TEMP<F>	350.1
10	AIR TEMP<F>	32.0
11		
12		

Print: F4 — Exit: Esc

Figure 7.4.1 VIRTUAL DEVICE Real-Time Data Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.2 VIRTUAL DEVICE SNAPSHOT LOG

All virtual devices created by the system operator provide a snapshot log that allows the device to store the historic values of all twelve user defined items at user defined intervals ranging from 1 second to 400 days. Snapshot logs of virtual devices differ from remote devices in that snapshot data is logged by the MDS, not by a remote hardware device.

Two methods are provided for displaying Snapshot Log data for virtual devices. These include the Snapshot Log Screen and the Historical Trending Screen. Both screens are accessed via the Snapshot option of the DISPLAY DATA: Single Devices sub-menu.

SNAPSHOT LOG SCREEN

This screen is displayed on first selecting the SNAPSHOT option for a virtual device. The screen displays a tabular record of virtual device snapshots that have been stored by the system. Since there is a large amount of information to display, the snapshot information is divided and displayed on three screens: left, center, and right. Examples of the three screens are shown in Figures 7.4.2 a, b, and c.

When the screen is first displayed, the left screen is drawn on the display. To view the center or right screen, press the right arrow key to advance to each screen. Use the left arrow key to return to each of the previous screens.

Scrolling up or down through all records in the log is accomplished by moving the highlight bar with the arrow, the PgUp or PgDn, Home or End keys. Logged data from the previous or next month can be displayed using the Alt + S key combination as described in Section 6.1.3.

HISTORICAL TRENDING SCREEN

The Historical Trending Screen allows historical data to be plotted as a trend graph. To access this screen press F10 while viewing the Snapshot Log Screen for the virtual device.

The features and operation of the Historical Trending Screen are described in detail in Chapter 8.

VIRTUAL DEVICE Snapshot Log Screen — Updated at 15:10:00 Feb 15 1993

SITE: COGEN SITE #1 — DEVICE: VIRTUAL #1

DATE	TIME	KW TOTAL	KW TOTAL	PF PH C
93/02/15	15:00:00	28934	81473	92
93/02/15	14:00:00	23478	68290	90
93/02/15	13:00:00	29234	58232	91
93/02/15	12:00:00	25893	46238	92
93/02/15	11:00:00	24823	39234	92
93/02/15	10:00:00	22378	34828	92
93/02/15	09:00:00	19786	29123	91
93/02/15	08:00:00	17234	25829	93
93/02/15	07:00:00	15845	22893	94
93/02/15	06:00:00	12432	18327	90
93/02/15	05:00:00	10234	15839	90
93/02/15	04:00:00	8198	12982	93
93/02/15	03:00:00	7399	8234	92
93/02/15	02:00:00	5200	5293	92
93/02/15	01:00:00	3543	3482	92
93/02/15	00:00:00	1485	1732	91

NOTE

Undefined ITEMs produce empty columns in Snapshot Log

Move: Arrows Home End PgUp PgDn Alt-S Print: F4 Trending: F10 Exit:Esc

Figure 7.4.2a VIRTUAL DEVICE Snapshot Log (Left) Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VIRTUAL DEVICE Snapshot Log Screen — Updated at 15:10:00 Feb 15 1993

SITE: COGEN SITE #1 — DEVICE: VIRTUAL #1

DATE	TIME	KW PHC	EXHST TEMP<F>	OIL PRESS<PSI>
93/02/15	15:00:00	479	651.2	65.8
93/02/15	14:00:00	481	653.1	62.1
93/02/15	13:00:00	480	655.6	64.1
93/02/15	12:00:00	479	652.5	65.9
93/02/15	11:00:00	475	653.9	66.8
93/02/15	10:00:00	482	651.0	61.4
93/02/15	09:00:00	482	655.0	63.6
93/02/15	08:00:00	475	654.2	62.7
93/02/15	07:00:00	481	653.3	67.6
93/02/15	06:00:00	477	652.7	68.1
93/02/15	05:00:00	478	656.9	64.0
93/02/15	04:00:00	483	658.3	63.9
93/02/15	03:00:00	480	652.6	62.8
93/02/15	02:00:00	476	653.4	68.3
93/02/15	01:00:00	483	652.2	63.6
93/02/15	00:00:00	485	658.1	65.5

NOTE

Undefined ITEMs produce empty columns in Snapshot Log

Move: Arrows Home End PgUp PgDn Alt-S Print: F4 Trending: F10 Exit:Esc

Figure 7.4.2b VIRTUAL DEVICE Snapshot Log (Center) Screen

VIRTUAL DEVICE Snapshot Log Screen — Updated at 15:10:00 Feb 15 1993

SITE: COGEN SITE #1 — DEVICE: VIRTUAL #1

DATE	TIME	OIL TEMP<F>	AIR TEMP<F>
93/02/15	15:00:00	350.2	32.1
93/02/15	14:00:00	352.7	34.0
93/02/15	13:00:00	353.4	36.0
93/02/15	12:00:00	355.9	32.6
93/02/15	11:00:00	351.3	31.3
93/02/15	10:00:00	357.6	36.5
93/02/15	09:00:00	352.3	39.9
93/02/15	08:00:00	358.4	34.4
93/02/15	07:00:00	358.7	32.7
93/02/15	06:00:00	359.1	35.2
93/02/15	05:00:00	352.5	36.0
93/02/15	04:00:00	355.9	37.9
93/02/15	03:00:00	353.0	32.1
93/02/15	02:00:00	352.3	33.8
93/02/15	01:00:00	355.6	33.6
93/02/15	00:00:00	351.8	32.4

NOTE

Undefined ITEMs produce empty columns in Snapshot Log

Move: Arrows Home End PgUp PgDn Alt-S Print: F4 Trending: F10 Exit:Esc

Figure 7.4.2c VIRTUAL DEVICE Snapshot Log (Right) Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
พระราชบัญญัติ โรงงาน พ.ศ. 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำความเข้าใจกฎระเบียบและวิธีปฏิบัติตาม พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535

หลังจากที่ได้ออก พ.ร.บ.โรงงาน 2535 แล้ว กระทรวงอุตสาหกรรมก็ได้ออกกฎกระทรวงมา 8 ฉบับ เพื่อกำหนดรายละเอียดในบางมาตรา ที่ระบุไว้ใน พ.ร.บ.เพื่อให้ความสมบูรณ์ขึ้นกฎกระทรวง 8 ฉบับ นี้มีดังนี้

กฎกระทรวง ฉบับที่ 1 : กำหนดประเภท ชนิด หรือขนาดโรงงานจำพวกที่ 1,2,3

กฎกระทรวง ฉบับที่ 2 : กำหนดหลักเกณฑ์หรือมาตราฐานที่โรงงาน ต่างๆ ต้องปฏิบัติ

กฎกระทรวง ฉบับที่ 3 : กำหนดหลักเกณฑ์การทำรายงาน ในเรื่องต่างๆ

กฎกระทรวง ฉบับที่ 4 : การแจ้งประกอบกิจการโรงงานจำพวกที่ 2

กฎกระทรวง ฉบับที่ 5 : การขออนุญาตโรงงานจำพวกที่ 3

กฎกระทรวง ฉบับที่ 6 : กรแจ้งทดลองเดินเครื่องจักร

กฎกระทรวง ฉบับที่ 7 : ค่าธรรมเนียมใบอนุญาต ต่างๆ

กฎกระทรวง ฉบับที่ 8 : ค่าธรรมเนียมรายปี

กฎกระทรวงฉบับที่ 1 (พ.ศ.2535)

ในบัญชีท้ายกฎกระทรวงนี้ได้มีบัญชีอุตสาหกรรมชนิดต่างๆ 104 ชนิด ในอุตสาหกรรมแต่ละชนิดจะมีระบุว่าโรงงานขนาดใดจะจัดอยู่ในจำพวกที่ 1,2 หรือ 3

โรงงานจำพวกที่ 1 จะมีเครื่องจักรไม่เกิน 20 แรงม้า คนงานไม่เกิน 20 คน

โรงงานจำพวกที่ 2 จะมีเครื่องจักรไม่เกิน 50 แรงม้า คนงานไม่เกิน 50 คนไม่มีการใช้ฟืน ขี้เลื่อย หรือแกลบเป็นเชื้อเพลิง ไม่มีการฟอกย้อมสี

โรงงานจำพวกที่ 3 จะมีเครื่องจักรเกิน 50 แรงม้า คนงานเกิน 50 คน เป็นโรงงานที่อาจมีปัญหาเรื่องมลภาวะ

กฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ.2535)

เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์หรือมาตราฐานที่โรงงานจำพวกต่างๆ ต้องปฏิบัติ กำกระทรวงฉบับนี้เป็นการกำหนดหลักเกณฑ์อย่างกว้างๆให้สอดคล้องกับมาตรา 8 ใน พ.ร.บ.โรงงาน พ.ศ. 2535 ที่ได้บัญญัติให้รัฐมนตรีมีอำนาจกำหนดหลักเกณฑ์ต่างๆ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและมลภาวะ ผู้ประกอบการจำเป็นต้องมีการออกแบบการใช้งานให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ที่กำหนด ในกฎกระทรวงฉบับนี้ได้แบ่งออกเป็น 5หมวด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวดที่ 1 ที่ตั้ง สภาพแวดล้อม ลักษณะอาคาร ลักษณะภายในโรงงาน

หมวดที่ 2 เครื่องจักร อุปกรณ์หรือสิ่งที่นำมาใช้ในโรงงาน

หมวดที่ 3 คนงานประจำโรงงาน

หมวดที่ 4 การควบคุมการปล่อยของเสีย

หมวดที่ 5 ความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงาน

กฎกระทรวงฉบับที่ 3 (พ.ศ2535)

เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์การจัดทำรายงานในเรื่องต่างๆ เจตนารมณ์ ของกฎกระทรวงฉบับนี้ ก็เพื่อประโยชน์ในการกำกับดูแลโรงงานที่ประกอบกิจการยุ่งยากซับซ้อน หรือที่จะต้องใช้หลักวิชาการด้านต่างๆ โดยเฉพาะ โดยให้โรงงานเหล่านี้ต้องจัดทำรายงานเกี่ยวกับ การประกอบกิจการของโรงงาน ตามที่ทางราชการกำหนด

กฎกระทรวงฉบับที่ 4 (พ.ศ.2535)

การแจ้งประกอบกิจการโรงงานจำพวกที่ 2 โรงงานจำพวกที่ 2 เป็นพวกที่ไม่ต้องขอใบอนุญาตประกอบกิจการหรือ ขยายโรงงาน แต่ต้องแจ้งให้เจ้าหน้าที่ทราบ เพื่อจะติดตามได้ใน อนาคต และหากตรวจสอบพบภายหลังว่าไม่ถูกต้อง และไม่สามารถปรับปรุงแก้ไขหรือ ดำเนินงานให้ถูกต้องได้ก็จะต้องเลิกหรือยุบกิจการ

สาระสำคัญของกฎกระทรวงฉบับนี้คือ

1 ฟอร์มที่ใช้ในการแจ้งประกอบกิจการโรงงานจำพวกที่ 2 หรือแบบ ร.ง. 1 โดยเจ้าหน้าที่จะออกแบบ ร.ง. 2ให้เป็นหลักฐานในการรับแจ้ง

2 สำหรับโรงงานเดิมที่มีใบอนุญาตก่อน พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535 แล้วจัดอยู่ในโรงงานจำพวกที่ 2ก็ถือว่าได้แจ้งแล้ว

3 ในบัญชีเครื่องจักร ช่องแรงม้าเปรียบเทียบ หมายถึงเครื่องที่ใช้กำลังไฟฟ้า หรือ กำลังความร้อน เช่น หม้อไอน้ำ ที่ไม่ได้มีการระบุเป็นแรงม้าโดยตรง จึงให้คำนวณ เป็นแรงม้าเปรียบเทียบ

กฎกระทรวงฉบับที่ 5 (พ.ศ.2535)

การขออนุญาตโรงงานจำพวกที่ 3 กฎกระทรวงฉบับนี้ เป็นการกำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขเกี่ยวกับการขออนุญาต และการอนุญาตสำหรับโรงงานจำพวกที่ 3 ภายใน พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535 สำหรับการประกอบกิจการโรงงาน การขยายโรงงาน และการโอนใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

กฎกระทรวงฉบับนี้มีข้อควรรู้สรุปได้ดังนี้

1 แบบ ร.ง.3 ใช้ในการขออนุญาต ประกอบกิจการโรงงาน หรือ ขยายโรงงาน

2 แบบ ร.ง. 3/1 ใช้ในการขอต่อใบอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 แบบ ร.ง. 3/2 ใช้ในการโอนการประกอบกิจการโรงงาน

4 แบบร.ง. 4เป็นใบอนุญาตที่ออกให้ในกรณีข้อ 1ถึง 3 ข้างต้น

5 โรงงานในเขตกรุงเทพมหานคร ทำคำขอ 2 ฉบับ ยื่นต่กรมโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนโรงงานในต่างจังหวัด ทำคำขอ 3 ฉบับ ยื่นต่ออุตสาหกรรมจังหวัด

6 การขอใบอนุญาตต้องชำระค่าธรรมเนียมทันที

7 มีการกำหนดระยะเวลาการปฏิบัติของเจ้าหน้าที่อย่างแน่นอน

8 คำขอรับใบอนุญาติมีลักษณะคล้ายแบบฟอร์มใบขอตั้งโรงงานแบบเก่าและ ใบขอประกอบกิจการรวมกัน โดยมีส่วนเพิ่มเติมคือ

-ในบัญชีเครื่องจักรมีช่องให้กรอกแรงม้าเปรียบเทียบ

-มีการเน้นเรื่องการแก้ไขมลภาวะ โดยจะแสดงแผนผังโดยระเอียด

9 ใบอนุญาต (แบบ ร.ง. 4) จะจัดทำเป็นเล่มโดยมีรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับโรงงาน

กฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ.2535)

การแจ้งทดลองเดินเครื่องจักร จุดเน้นอย่างหนึ่งของ พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535 คือโรงงานจำพวกที่ 3 ต้องแจ้ง วันเวลา และระยะเวลาที่ใช้ เพื่อทดลองเดินเครื่องจักรให้เจ้าหน้าที่ทราบไม่น้อยกว่า 15 วัน และระยะเวลาทดลองเดินเครื่องจักรต้องไม่เกิน 60 วัน และต้องจดบันทึกแสดงวันเริ่ม ปริมาณพลังงานที่ใช้ วัตถุดิบและผลิตเกณฑ์ที่ได้

กฎกระทรวงฉบับที่ 7 (พ.ศ.2535)

ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตต่างๆ เป็นการกำหนดค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน หรือใบอนุญาตขยายโรงงาน

กฎกระทรวงฉบับที่ 8 (พ.ศ.2535)

ค่าธรรมเนียมรายปี ค่าธรรมเนียมนี้จะเก็บจากโรงงานจำพวกที่ 2 และ 3ให้เสียทุกปีเมื่อครบรอบวันเริ่มประกอบกิจการโรงงาน สถานที่ชำระคือกรมโรงงานอุตสาหกรรมหรืออุตสาหกรรมจังหวัด สำหรับโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมให้ชำระที่การนิคมอุตสาหกรรมเขตหรือสำนักงานเขตนิคมอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นได้ก็ด้วยความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่าย ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณ ผศ. นิทัศน์ กฤษณจินดา และ อ. สมโภชน์ ประไพ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานซึ่งอาจารย์ทั้ง 2 ท่านได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางของโครงงาน

ขอขอบคุณ คุณสมชาย ศรีดอกจันทร์ และ คุณวันชัย รอดมา ซึ่งให้ความช่วยเหลือในการหาข้อมูล รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่านในโรงงานสมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียว จำกัด ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่แก่คณะผู้จัดทำ

ขอขอบคุณ คุณสุชาติ ภิญโญ จากบริษัท อีลีเทค อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่กรุณาให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัด รวมทั้งโปรแกรม M SCADA 4.4 รวมทั้งให้ยืมอุปกรณ์การวัดไปใช้ในการเก็บข้อมูลอีกด้วย

สุดท้ายขอขอบคุณ เพื่อนๆ และ น้องๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจจนกระทั่งโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ENERGY MANAGEMENT ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2536 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2] ENERGY MANAGEMENT ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[3] ENERGY MANAGEMENT ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[4] สันติ อัศวศรีพงศ์ธร , " คู่มือประหยัดพลังงาน ชุดการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า", ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย , 2533

[5] ไชยะ แซ่มช้อย ," จะลดค่าไฟฟ้าได้อย่างไร...เมื่อต้องจ่ายตามอัตราทีโอดี " วารสารเทคนิค , ธันวาคม 2536

[6] ข้อแนะนำการประหยัดไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม , กรมพลังงานและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

[7] การไฟฟ้านครหลวง " อัตราค่าไฟฟ้า เริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือนมกราคม 2540

[8] Power Measurement Ltd., " 3300 ACM Installation & Operation Manual " , Power Measurement Ltd., Canada , 1994

[9] Power Measurement Ltd., " M- SCADA/L- SCADA Installation & Operation Manual " , Power Measurement Ltd., Canada , 1994

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้