การบริหารพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม

ENERGY MANAGEMENT OF INDUSTRIAL ELECTRICAL SYSTEM

โดย

นายภพ จันทร์เจริญสุข

นายภาณุทัต ธรรมบุศย์

วัน เดือน ปี 18 ม.ค. 2554

เลขทะเบียน 034806

เลขเรียกหนังสือ T 54106 ภ.3

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.นิทัศน์ กฤษณจินดา

ผศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

034806

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การบริหารพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม

ผู้จัดทำ

1. นายภพ จันทร์เจริญสุข
2. นายภาณุทัต ธรรมบุศย์

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.นิทัศน์ กฤษณจินดา)

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบริหารพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม

นายภพ จันทร์เจริญสุข
นายภาณุทัต ธรรมบุศย์
ผศ.นิทัศน์ กฤษณจินดา อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการประยุกต์ใช้แนวทางการบริหารพลังงานไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมหล่อเหล็กเหนียว สาเหตุเนื่องมาจากในแต่ละเดือนโรงงานมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง ได้ทำการจัดหา ออกแบบ และติดตั้งเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าซึ่งมีประสิทธิภาพสูง ที่เตาหลอมชนิดเหนี่ยวนำแต่ละตัว โดยสามารถบันทึกข้อมูลเป็นค่ากิโลวัตต์ และกิโลวัตต์ดีมานด์ ที่เวลาต่างๆ ได้อย่างต่อเนื่อง ผลที่ได้จะถูกนำไปสร้างเส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวัน ซึ่งสามารถวิเคราะห์สภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENERGY MANAGEMENT OF INDUSTRIAL ELECTRICAL SYSTEM

Phop Chancharoensook

Panutat Dhamabusaya

Assist. Prof. Nithad Krisanachinda Advisor

Assist. Prof. Monthon Leelajindakrairerk Advisor

1994

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to apply the principles of electrical energy management for examining the electrical energy consumption behaviors of Somboon Malleable factory. Because in each month the factory has a high expense of electrical charge. The procedures of this project consists of providing , designing and installation a power meter at each electrical induction furnace. The power meters measure kilowatt and kilowatt demand of the furnaces. The data can be plotted as load curve and from this curve we can clarify how appropriate the electrical energy consumption behaviors are.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญภาพ	III
สารบัญตาราง	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การบริหารพลังงานไฟฟ้า	2
บทที่ 3 โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า	10
บทที่ 4 กรณีศึกษาและผลการทดลอง	29
4.1 การสำรวจเบื้องต้น	29
4.2 การวางผังตำแหน่งที่ตั้ง	29
4.3 การแยกประเภทอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า	29
4.4 แบบทางวิศวกรรมและรายละเอียดประกอบแบบ	32
4.5 บันทึกการใช้อุปกรณ์และการบริโภคพลังงานไฟฟ้า	42
4.6 คำนวณการบริโภคพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่าย	54
4.7 วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า	55
บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์	56
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. 3300 ACM Installation & Operation	
ภาคผนวก ข. L - SCADA Software Installation & Operation	
กิตติกรรมประกาศ	
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ลักษณะการใช้ไฟฟ้า และการปรับปรุงโหลดแฟคเตอร์	7
รูปที่ 2 แสดงความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของประเทศ (24 เม.ย. 2532)	21
รูปที่ 3 ตัวอย่างการคิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเภทอุตสาหกรรมกับ TOD RATE	22
รูปที่ 4 กราฟเปรียบเทียบค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าระหว่างอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ กับ TOD RATE	23
รูปที่ 5 เส้นโค้งของโหลดรายวัน	28
รูปที่ 6 แผนผังที่ตั้งของอุปกรณ์ในโรงหล่อเหล็กเหนียว	31
รูปที่ 7 แบบวงจรไฟฟ้าของเตาหลอม ขนาด 2 ตัน ตัวที่ 1	33
รูปที่ 8 แบบวงจรไฟฟ้าของเตาหลอม ขนาด 2 ตัน ตัวที่ 2	34
รูปที่ 9 แบบวงจรไฟฟ้าของเตาหลอม ขนาด 5 ตัน	35
รูปที่ 10 แบบมาตรฐานการติดตั้งเครื่องวัด 3300 ACM	36
รูปที่ 11 แบบติดตั้งเครื่องวัด 3300 ACM ที่เตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 1	37
รูปที่ 12 แบบติดตั้งเครื่องวัด 3300 ACM ที่เตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 2	38
รูปที่ 13 แบบติดตั้งเครื่องวัด 3300 ACM ที่เตาหลอมขนาด 5 ตัน	39
รูปที่ 14 แบบการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องวัด 3300 ACM กับ คอมพิวเตอร์	40
รูปที่ 15 แผนผัง (Lay Out) แสดงการติดตั้งจริงของเครื่องวัด 3300 ACM ในโรงหล่อเหล็กเหนียว	41
รูปที่ 16 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 1	49
รูปที่ 17 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 2	50
รูปที่ 18 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 5 ตัน	51
รูปที่ 19 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของเตาหลอม ทั้ง 3 เตา	52
รูปที่ 20 เส้นกราฟของความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมของเตาหลอม ทั้ง 3 เตา	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงสำหรับผู้ใช้ไฟ ประเภทบ้านอยู่อาศัย และประเภทธุรกิจ (1 กุมภาพันธ์ 2529)	12
ตารางที่ 2 อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงสำหรับผู้ใช้ไฟ ประเภทอุตสาหกรรม และประเภทไฟสำรอง (1 กุมภาพันธ์ 2529)	13
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง สำหรับผู้ใช้ไฟประเภทบ้านอยู่อาศัย (พ.ศ. 2524 - 2530)	15
ตารางที่ 4 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง สำหรับผู้ใช้ไฟประเภทธุรกิจขนาดเล็ก (พ.ศ. 2524 - 2530)	15
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง สำหรับผู้ใช้ไฟประเภทธุรกิจขนาดใหญ่ (พ.ศ. 2524 - 2530)	16
ตารางที่ 6 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง สำหรับผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และขนาดกลาง (พ.ศ. 2524 - 2530)	17
ตารางที่ 7 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง สำหรับผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ (พ.ศ. 2524 - 2530)	18
ตารางที่ 8 เปรียบเทียบโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าชุดเดิม กับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าชุดใหม่ พ.ศ. 2534	25
ตารางที่ 9 ผลการทดลอง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

อุตสาหกรรมเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งซึ่งจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศ ความเจริญก้าวหน้าของอุตสาหกรรมเป็นผลให้มีความเจริญทางเศรษฐกิจ ซึ่งในปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นอย่างมาก เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่สำคัญของกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมทุกประเภท การใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสมจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ควรจะเป็น โดยทั่วไปเรามักพบอยู่เสมอว่า โรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากยังใช้ไฟฟ้าไม่เหมาะสมเท่าใดนัก ทำให้ต้องเสียค่าไฟฟ้าสูงเกินไป อีกทั้งการไฟฟ้าฯยังมีการปรับอัตราค่าไฟฟ้าขึ้นใหม่ และมีการคิดค่าไฟฟ้าตามความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด (TOD RATE) โดยคิดแบ่งตามช่วงเวลาดังนี้ 8.00-18.30 น. เป็นช่วง Partial Peak 18.30-21.30 น. เป็นช่วง Peak และ 21.30-8.00 น. เป็นช่วง Off Peak ซึ่งไม่คิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด การตรวจสอบและวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการบริหารพลังงานไฟฟ้านั้นจะทำให้ทราบถึงสาเหตุที่ทำให้มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องทำการจัดหาและออกแบบเพื่อติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสามารถวัดและส่งข้อมูลไปแสดง และประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างต่อเนื่อง ตามช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้ ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปสร้างกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวัน ทำให้สามารถวิเคราะห์สภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การบริหารพลังงานไฟฟ้า

1. ความจำเป็นในการบริหารพลังงาน

จากการที่ภาวะเศรษฐกิจของประเทศไทยได้ฟื้นตัวอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2530 เป็นต้นมา และมีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่สูงสุดเป็นประวัติการณ์เป็นผลให้มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงเป็นประวัติการณ์เช่นเดียวกัน และโดยที่การจัดหาพลังงานไฟฟ้ามาเพื่อสนองความเจริญเติบโตดังกล่าวต้องลงทุนเป็นงบประมาณที่สูงมาก ประกอบกับการจัดหาแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าในยุคปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นในรูปของแหล่งพลังงาน ถ่านหิน น้ำมัน พลังน้ำ หรือนิวเคลียร์ ก็ตามต่างก็มีปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการด้วยสาเหตุจากแรงกดดันทางการเมือง สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย ความร่อยหลอของทรัพยากรป่าไม้ นอกเหนือจากความต้องการด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหามาตรการบรรเทาหรือชะลออัตราการเพิ่มความต้องการใช้ไฟฟ้าและการลงทุนทางสาขาไฟฟ้าในระยะยาวให้บังเกิดผล วิธีที่เป็นที่รู้จักกันมานาน ได้แก่ การจัดการด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้า (supply management) และการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (demand management) สำหรับประเทศไทยการดำเนินการที่ผ่านมาจะเน้นวิธีดำเนินการตามหลักการจัดการข้อแรกมากกว่า และเริ่มจะให้ความสำคัญกับการดำเนินการตามหลักการจัดการข้อหลัง โดยจะเห็นได้จากการเปลี่ยนโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า เมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2528 การไฟฟ้าทั้ง 2 แห่งได้ริเริ่มนำเอาค่าตัวประกอบกำลังมาใช้ในการคำนวณเพื่อคิดเงินส่วนลด (โบนัส) หรือเพิ่ม (ค่าปรับ) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด แต่เป็นที่น่าเสียดายว่าได้มีการยกเลิกมาตรการนี้ในวันที่ 1 มิถุนายน 2530 โดยในขณะเดียวกันก็ได้มีการปรับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าใหม่ และเมื่อวันที่ 1 มกราคม 2533 การไฟฟ้าก็ได้ดำเนินการใช้อัตราค่าไฟฟ้า ที่เรียกว่า Time of Day Rate หรือ TOD Rate ที่เปลี่ยนตามแต่ละช่วงของวัน

2. ความหมายของเทอมต่าง ๆ ที่ควรทราบ

2.1 กำลังไฟฟ้า (Active Power)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$KW = \sqrt{3}\, V_L I_L \cos \varnothing \times 10^{-3} \quad (1)$$

โดย $\varnothing$ เป็นมุมที่วัดระหว่างเฟเซอร์ของ V_L กับ I_L

$$KW = (V_{AN}I_A \cos \varnothing_A + V_{BN}I_B \cos \varnothing_B + V_{CN}I_C \cos \varnothing_C) \times 10^{-3} \quad (2)$$

โดย $\varnothing_A$ $\varnothing_B$ และ $\varnothing_C$ เป็นมุมที่วัดระหว่าง V_{AN} กับ I_A V_{BN} กับ I_B และ V_{CN} กับ I_C ตามลำดับ

2.2 กำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟ (Reactive Power)

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

$$Kvar = \sqrt{3}\, V_L I_L \sin \varnothing \times 10^{-3} \quad (3)$$

$$Kvar = (V_{AN}I_A \sin \varnothing_A + V_{BN}I_B \sin \varnothing_B + V_{CN}I_C \sin \varnothing_C) \times 10^{-3} \quad (4)$$

2.3 กำลังไฟฟ้าเสมือน (Apparent Power)

เป็นผลรวมทางเวคเตอร์ของกำลังไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟกำลังไฟฟ้าเสมือนในระบบ 3 เฟส มีความสัมพันธ์กับแรงดันและกระแสใช้งานดังสมการ (5) หรือ (6) และมีความสัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟดังสมการ (7) หรือ (8)

$$KVA = \sqrt{3}\, V_L I_L \times 10^{-3} \quad (5)$$

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

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

$$KVA = \sqrt{(KW)^2 + (Kvar)^2} \quad (8)$$

2.4 ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum demand หรือ max.KW)

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

2.5 อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge)

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 15 นาที คือ ค่าสูงที่สุดในรอบเดือนจะนำมาคิดคำนวณค่าไฟฟ้า ซึ่งตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าเดิมคิดในอัตรากิโลวัตต์ละ 65, 90, 93, 95, 97, 98 หรือ 115 บาท ทั้งนี้จะคิดในอัตราใดขึ้นอยู่กับประเภทของผู้ใช้ไฟและระดับแรงดันที่จ่าย อย่างไรก็ตาม ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2530 เป็นต้นมา ได้มีการเปลี่ยนแปลงอัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดโดยคิดในอัตราเพิ่มขึ้นเป็นประมาณสองเท่า หรือสองเท่ากว่าของอัตราเดิม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของผู้ใช้ไฟ ในขณะเดียวกันก็ได้มีการจัดแบ่งกลุ่มประเภทของผู้ใช้ไฟมากขึ้นกว่าเดิมด้วย จุดประสงค์ของการปรับปรุงอัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดให้เพิ่มขึ้นก็เพราะเพื่อสะท้อนต้นทุนในการจัดหากำลังผลิตมาเพื่อการเดินเครื่องจ่ายไฟในช่วงเวลาสั้น ๆ ของแต่ละวัน ต่อมานับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2533 การไฟฟ้าก็ได้กำหนดอัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละช่วงของวันให้แตกต่างกัน ซึ่งเรียกว่า Time of Day Rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ TOD Rate อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้านี้ได้กำหนดให้คิดค่าไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของวันไม่เท่ากัน โดยจะขึ้นอยู่กับต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าของแต่ละช่วงนั้น และอัตรานี้มีเป้าหมายเพื่อจูงใจให้ผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ดำเนินการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า โดยการลดการใช้ไฟฟ้าลงในช่วงเวลาที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้ ในขณะเดียวกันก็ช่วยบรรเทาหรือชะลออัตราการเพิ่มความต้องการใช้ไฟฟ้า และช่วยชะลอการลงทุนของสาขาไฟฟ้าได้ในระยะยาว

2.6 ความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟสูงสุด (Maximum reactive power demand หรือ max. Kvar)

หรือเรียกว่าความต้องการกำลังไฟฟ้ารีแอคตีฟสูงสุด คือ ค่าพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยในคาบเวลาหนึ่งที่มีค่าสูงที่สุดที่เกิดขึ้นในระหว่างช่วงเวลาการคิดเงินค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน มีหน่วยเป็นกิโลวาร์ หรือเควาร์ คาบเวลาที่ใช้ในการวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟสูงสุดที่ กฟน. และ กฟภ. ใช้ คือ 15 นาที

2.7 ตัวประกอบกำลัง (Power factor หรือ p.f.)

หรือบางครั้งเรียกทับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า เพาเวอร์แฟคเตอร์ คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าใช้งานจริงต่อกำลังไฟฟ้าเสมือนดังสมการ (9)

$$\cos \varnothing = \frac{KW}{KVA} \tag{9}$$

ค่าตัวประกอบกำลังในกรณีที่ต้องคำนวณจากใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้านั้นอาจคำนวณได้จากสมการ (10)

$$\cos \varnothing = \frac{\max.KW}{\sqrt{(\max\ KW)^2 + (\max\ Kvar)^2}} \tag{10}$$

2.8 จำนวนหน่วยหรือกิโลวัตต์-ชั่วโมง

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

2.9 อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย

ใช้อัตราที่แตกต่างกันไปตามประเภทของผู้ใช้ไฟ กล่าวคือ ตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า

2.10 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย

เป็นดัชนีบ่งชี้ต้นทุนค่าไฟฟ้าที่สำคัญค่าหนึ่ง ซึ่งมีนิยามกำหนดตามสมการ (11)

$$\text{ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย} = \frac{\text{จำนวนเงินค่าไฟฟ้าทั้งสิ้น}}{\text{จำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้}} \tag{11}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า (load factor)

หรือบางทีเรียกว่า โหลดแฟคเตอร์ทับศัพท์ภาษาอังกฤษ เป็นดัชนีบ่งชี้ความสม่ำเสมอในการใช้ไฟฟ้า มีกำหนดนิยามว่า คือ อัตราส่วนของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยต่อความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดที่คิดในช่วงเวลา 1 วัน 1 เดือน หรือ 1 ปี และมีชื่อเรียกว่าโหลดแฟคเตอร์รายวัน โหลดแฟคเตอร์รายเดือน หรือโหลดแฟคเตอร์รายปี ตามลำดับ ค่าโหลดแฟคเตอร์มีค่าต่ำกว่า 100% เสมอ โหลดแฟคเตอร์ที่ใช้กันมากคือ โหลดแฟคเตอร์รายเดือนซึ่งคำนวณได้ตามสมการ (12) โหลดแฟคเตอร์รายเดือนมีความสัมพันธ์กับค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 8 และ 9

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

2.12 เส้นกราฟของโหลด (load curve)

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

2.13 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต (Electric Power Specific Unit หรือเรียกย่อ ๆ ว่า EPSU)

คือ อัตราส่วนตามสมการที่ (13)

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

ตัวเลขปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิตที่คำนวณดังสมการ (13) สามารถใช้เป็นดัชนีแสดงประสิทธิภาพการผลิต และเป็นประโยชน์มากในการศึกษาหาแนวทางสำหรับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดีมาก

2.14 มูลค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต

คือ อัตราส่วนตามสมการที่ (14) ซึ่งสะท้อนให้เห็นต้นทุนของผลผลิตในส่วนของพลังงานไฟฟ้า

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 ประเภทของโหลด

เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าในสถานประกอบการธุรกิจและอุตสาหกรรมสามารถจัดแบ่งตามเงื่อนไขที่จะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้เป็น 4 ประเภท คือ

3.1 Essential Loads หมายถึง ประเภทของโหลดที่มีความสำคัญ และจำเป็นต่อการทำงานในภาวะปกติ หรือ โหลดที่มีความจำเป็นในการใช้งานตลอดระยะเวลาทำการซึ่งไม่สามารถปิดหรือหยุดได้โดยไม่กระทบกระเทือนการทำงานหรือความปลอดภัย ได้แก่ แสงสว่างฉุกเฉิน ลิฟต์ คอมพิวเตอร์ พัดลมระบายอากาศ (Ventilators) บางส่วน ระบบน้ำระบายความร้อนในกรรมวิธีการผลิต และระบบควบคุมเครื่องดับเพลิงที่ใช้มอเตอร์ขับเครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบบางตัว และอุปกรณ์การผลิตส่วนใหญ่ เป็นต้น

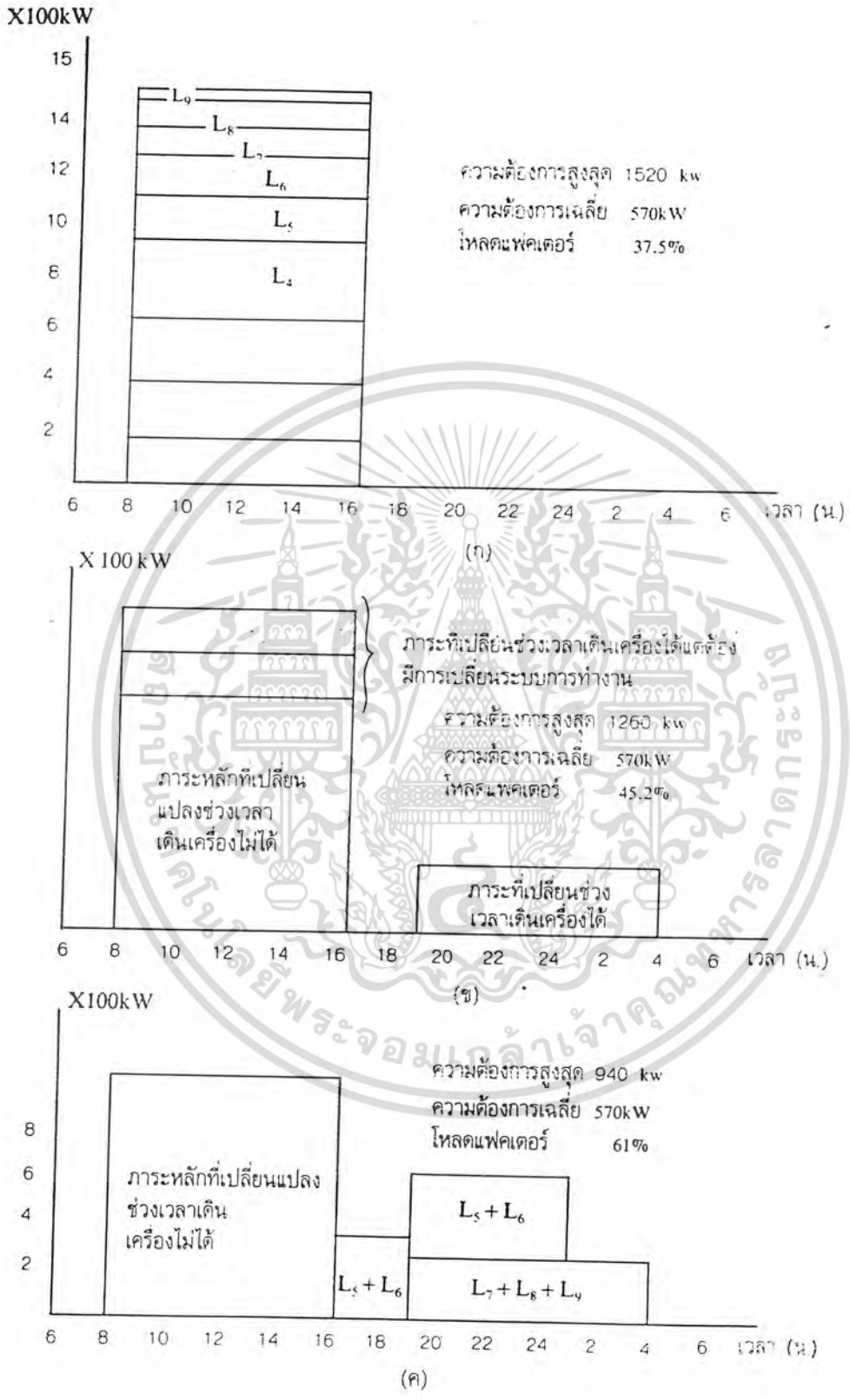
3.2 Curtailable Loads หมายถึง โหลดที่มีความจำเป็นแต่สามารถหยุดการใช้งานเป็นระยะสั้น ๆ ทุก ๆ ช่วงเวลาที่กำหนด เช่น ประมาณ 10 นาที ทุกชั่วโมง เป็นต้น ได้แก่ เครื่องทำความเย็น เครื่องเป่าลมเย็น เตาไฟฟ้า (เตาหลอม เตาเผา เตาอบแห้ง) พัดลมระบายอากาศบางส่วน ตู้เย็น ตู้แช่เย็น เครื่องสูบน้ำ อุปกรณ์ให้ความร้อน (heater) เป็นต้น

3.3 Deferable Loads หมายถึง โหลดที่สามารถเลื่อนเวลาการใช้งานออกไปในจังหวะเวลาอื่นเป็นครั้งคราวได้นานพอสมควร เมื่อจำเป็น ได้แก่ เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องอัด อุปกรณ์การทดสอบต่าง ๆ อุปกรณ์ทำความเย็นบางชนิด เครื่องรีด เครื่องตัด เครื่องปั้น เลื่อยไฟฟ้า เครื่องผสม (mixer) clutcher roller mill ฯลฯ

3.4 Reschedulable Loads หมายถึง โหลดซึ่งอาจกำหนดช่วงเวลาทำงานไปใช้ในช่วงที่มีการใช้ไฟน้อยของแต่ละวัน เช่น เวลาพักเที่ยง เวลากลางคืน เป็นต้น ได้แก่ เตาหลอมไฟฟ้า (electric furnace) เตาอบ (process oven) เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ (battery charger) เครนยกของ Incinerator Trash compactors เป็นต้น

อย่างไรก็ตามเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ จะจัดอยู่ในประเภทใดแน่นั้น จำเป็นต้องเข้าใจในระบบและขบวนการผลิตอย่างชัดเจนเสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ลักษณะการใช้ไฟฟ้าและการปรับปรุงโหลดแฟคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แนวทางในการปรับปรุงโหลดแฟคเตอร์

ก่อนที่จะทำแผนงานในการปรับปรุงโหลดแฟคเตอร์รายเดือนให้มีค่าสูงสุดเท่าที่เป็นไปได้ เราจำเป็นต้องสำรวจรวบรวมข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้าและรายละเอียดเครื่องจักรอุปกรณ์การใช้ไฟฟ้าและรายละเอียดเครื่องจักรอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้า และแผนการผลิต โดยมีลำดับขั้นตอนคร่าว ๆ เป็นแนวทางดังต่อไปนี้

4.1 ทำการวัดหาข้อมูลความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นรายชั่วโมงของแต่ละวันในรอบสัปดาห์หรือในรอบเดือน หรือในรอบปีแล้วแต่กรณี เพื่อให้สามารถเขียนเส้นกราฟของโหลดรายวัน รายเดือนหรือรายปี การดำเนินการตามข้อนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด

4.2 รวบรวมข้อมูลของเครื่องจักร อุปกรณ์ แบบและขนาดกำลังไฟฟ้าสภาพการใช้งานต่าง ๆ เช่น เดินเครื่องเป็นระยะ เดินเครื่องเป็นบางเวลา เดินเครื่องตลอดเวลา เป็นต้น การดำเนินการตามขั้นตอนนี้อาจได้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์นักก็ไม่เป็นไร

4.3 ทำการวัดหาข้อมูลการใช้งานของเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สำคัญ ๆ แล้วนำข้อมูลกำลังไฟฟ้าใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่วัดได้มาจัดเรียงลำดับขนาดและจัดแยกเป็นประเภทของโหลด 4 ประเภท ดังที่กล่าวมาในหัวข้อ 4.3

4.4 วิเคราะห์เส้นกราฟของโหลดเพื่อให้ทราบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของโหลดที่สำคัญ ๆ เช่น ช่วงเวลาของการเกิดยอดแหลมของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า และขณะนั้นเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่แต่ละตัวใช้ไฟเท่าใด ช่วงเวลาของการเกิดยอดแหลมนี้เปลี่ยนแปลงตามแต่ละวันของสัปดาห์หรือไม่ ช่วงเวลาและค่ายอดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอะไรบ้าง เช่น ภาวะแวดล้อม ได้แก่ ฝนตก น้ำท่วม อุณหภูมิ ฤดูกาล ฯลฯ เทศกาลต่าง ๆ ชั่วโมงการทำงานของแผนกต่าง ๆ ช่วงเวลาการทำความสะอาดอาคาร ขนาดและประสิทธิภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ ลักษณะทางกายภาพของอาคาร ระดับการผลิต และอื่น ๆ

4.5 ในกรณีของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จะมีการคิดอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOD rate ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2533 (นับจากวันที่เปลี่ยนมิเตอร์เป็นชนิด TOD) ควรวางแผนการควบคุมเครื่องจักรอุปกรณ์และแสงสว่างเพื่อย้ายโหลดประเภท reschedulable load ในช่วงระหว่างเวลา 18.30–21.30 น. (ช่วง Peak) ให้ไปใช้งานในช่วง 21.30–08.00 น. (ช่วง Off Peak) หรือในช่วง 08.00–18.30 น. (ช่วง Partial Peak) ตามลำดับ

4.6 ในกรณีของผู้ใช้ไฟประเภทที่ไม่ใช่อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ควรวางแผนควบคุมเครื่องจักรอุปกรณ์และแสงสว่าง โดยการย้ายโหลดประเภท reschedulable ไปใช้งานในช่วงที่มีการใช้ไฟน้อย

4.7 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด มักจะมีความสัมพันธ์กับระดับการผลิต บางครั้งจะพบว่าการวางแผนควบคุมการใช้ไฟฟ้าจะต้องทำควบคู่กับการวางแผนการผลิตด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ถ้าความต้องการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดเกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันทุกวัน เราอาจจัดหมายกำหนดการให้หยุด/ปิด เครื่องจักรอุปกรณ์บางเครื่องที่จัดได้ว่าเป็นประเภท deferable load หรือ reschedulable load ให้เดิน/เปิดเครื่องในช่วงเวลา Off Peak ซึ่งอาจกระทำโดยพนักงานประจำ หรือโดยใช้เครื่องตั้งเวลา

4.9 ในกรณีที่เครื่องจักรอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้ามีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันหมด การควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดอาจใช้รีเลย์กระแสเกิน (overcurrent relay) ทำการตรวจจับค่ากระแสรวมที่ไหลผ่านแผงสวิตช์บอร์ดเมนเมื่อกระแสไฟฟ้าเกินค่าที่กำหนด (นั่นคือกำลังไฟฟ้าใช้งานเกินค่าที่กำหนด) คอนแทคของรีเลย์จะนำมาใช้ในการตัด/ต่อโหลดตามค่ากระแสที่รีเลย์วัดได้

4.10 พิจารณาติดตั้งชุดควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดอย่างอัตโนมัติ (maximum demand controller) ซึ่งมีอยู่หลายแบบ ทั้งแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ธรรมดา หรือแบบที่ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ของระบบจัดการพลังงานอัตโนมัติ

4.11 พิจารณาติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อลดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด วิธีนี้เรียกว่า peak shaving การลงทุนนี้จะคุ้มค่าเมื่อค่ายอดสูงสุดเกินสามเท่าของโหลดปกติ ขนาดของเครื่องไม่เกิน 20-25% ของค่ายอดสูงสุด และระยะเวลาการเดินเครื่องต่ำกว่าวันละ 10 ชั่วโมง ผลพลอยได้ คือ มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไว้ใช้โดยนำส่วนลดของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดมาเป็นค่าใช้จ่ายแทนเงินที่ต้องลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง 034806

บทที่ 3
โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า

โดยทั่วไปโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าถูกกำหนดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการที่สำคัญ คือ ประการแรกเพื่อให้มีการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดเท่าที่จำเป็นจริง ๆ ประการที่ 2 เพื่อสนับสนุนให้มีการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ และประการที่ 3 เพื่อสนองนโยบายของรัฐบาลซึ่งเปลี่ยนแปลงตามยุคสมัยได้ เช่น นโยบายการส่งเสริมการผลิตทางอุตสาหกรรม นโยบายส่งเสริมปีการท่องเที่ยว เป็นต้น ในอดีตการใช้โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการใช้ไฟฟ้าให้บรรลุวัตถุประสงค์ 3 ข้อข้างต้นนั้นกระทำกันอย่างไม่จริงจังมากนัก ในระยะหลัง ๆ นี้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าบ่อยครั้งมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าการปรับเปลี่ยนโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าในอนาคตคงจะมีบทบาทที่สำคัญต่อเศรษฐกิจในภาคต่าง ๆ มากพอสมควร ผู้ประกอบการในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมทั่วไปควรให้ความสนใจติดตามข่าวคราวการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าทุกระยะพร้อมกับปรึกษาทำความเข้าใจในรูปลักษณะโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าดังกล่าวให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ทั้งนี้เพราะว่าความเข้าใจที่ถูกต้องเท่านั้นที่จะทำให้ผู้ประกอบการสามารถดำเนินการอย่างถูกวิธีในการที่จะทำให้ต้นทุนค่าไฟฟ้าลดลงและการใช้ไฟฟ้าของระบบส่วนรวมมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

การปรับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 ได้กำหนดให้ปรับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าตามเกณฑ์ต่อไปนี้

(1) ให้มีการปรับปรุงโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าให้สามารถคุ้มค่าใช้จ่ายการลงทุนและการดำเนินงานตลอดจนการลงทุนขยายงานที่จะดำเนินการในอนาคตด้วย

(2) ปรับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ให้มีลักษณะเอื้ออำนวย และจูงใจให้มีการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพด้วย

(3) สนับสนุนให้มีการจัดประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมตามลักษณะการใช้ไฟฟ้า และตามประเภทการประกอบกิจการ

ยอดวงเงินลงทุนพัฒนาพลังงานไฟฟ้าในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 มีรายละเอียดจำแนกตามหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้

หน่วยงาน	เงินตราต่างประเทศ	เงินบาท	รวมแผนฯ 6	รวมแผนฯ 5
กฟผ.	33,872	28,889	62,761	53,092
กฟภ.	7,852	5,546	13,398	12,000
กฟน.	2,075	3,747	5,822	4,608
ปตท.	11,040	2,979	14,019	17,924
รวม	54,839	41,161	96,000	87,624

หน่วย : ล้านบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้อัตราค่าไฟฟ้าสะท้อนถึงต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้มีการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติจึงได้มีมติในการประชุมเมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2530 ให้มีการปรับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า โดยให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2530 รายละเอียดสรุปเป็นข้อย่อยได้ดังต่อไปนี้

1 **ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า** ให้มีการจัดกลุ่มประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าใหม่ โดยให้มีประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าใหม่ดังนี้

ก. **อุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดกลาง**

ข. **อุตสาหกรรมเฉพาะอย่าง** ซึ่งจัดขึ้นเพื่อเป็นการสนับสนุนอุตสาหกรรมส่งออกหรืออุตสาหกรรมบางประเภทตามนโยบายของรัฐบาล

ค. **ธุรกิจเฉพาะอย่าง** ซึ่งหมายถึงโรงแรมเพื่อการท่องเที่ยวตามมาตรฐานของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย

ง. **องค์กรเพื่อสาธารณะ** ประกอบด้วยส่วนราชการ องค์กรไม่ได้แสวงหากำไร (เช่น มูลนิธิ วัด) กิจการด้านสาธารณูปโภคเฉพาะการประปา

จ. **ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทถนน** ยกเลิกการเก็บค่าไฟถนน

2 **อัตราค่าไฟฟ้า** ให้มีการปรับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าตามรายละเอียดในใบประกาศอัตราค่าไฟฟ้า โดยให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2530 ดังนี้

2.1 **อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่อยู่อาศัย** ลดอัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่อยู่อาศัยสำหรับการใช้ช่วง 36–400 หน่วย/เดือน เป็นจำนวน 2 สตางค์ต่อหน่วย และปรับค่าธรรมเนียมการใช้ไฟฟ้ามากเข้าไปในอัตรา

2.2 **อัตราค่าไฟฟ้าประเภทธุรกิจขนาดเล็ก** อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าต่ำกว่า 500 หน่วย/เดือน ให้คงเดิม ปรับค่าอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับการใช้ไฟฟ้าในส่วนที่เกิน 500 หน่วย/เดือน ให้สูงขึ้นเล็กน้อยเพื่อให้ค่าไฟฟ้าอยู่ในระดับใกล้เคียงกับที่อยู่อาศัย และปรับค่าธรรมเนียมการใช้ไฟฟ้ามากเข้าไปในอัตรา

2.3 **อัตราค่าไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม** ปรับค่าความต้องการพลังไฟฟ้าให้สูงขึ้นแต่ลดค่าพลังงานไฟฟ้า โดยให้ส่วนลดอีกร้อยละ 4 จากค่าไฟทั้งหมดสำหรับอุตสาหกรรมและให้ยกเลิกการเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ไฟมากจากผู้ใช้ไฟประเภทธุรกิจขนาดใหญ่

2.4 **สถานบันเทิงเริงรมย์** ให้ยกเลิกข้อบังคับต้องเสียค่าไฟฟ้าเพิ่มร้อยละ 20 (ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 16 ธ.ค. 2518)

2.5 **ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้รับสิทธิพิเศษจากคณะรัฐมนตรี** ให้ใช้ไฟฟ้าอัตราปัจจุบันต่อไป

3 **การให้โบนัสหรือการเรียกเก็บค่าปรับในเรื่องการให้สิ่งจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรม** ให้เป็นเรื่องของการไฟฟ้าจำหน่ายรับผิดชอบเอง และเมื่อครบกำหนด 2 ปี ในการใช้สูตรเรื่องสิ่งจูงใจซึ่งเริ่มเมื่อเดือนธันวาคม 2528 แล้ว ให้การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายยกเลิกการให้โบนัสหรือเรียกเก็บค่าปรับสูตรดังกล่าวได้โดยให้กลับไปเรียกเก็บค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ตามที่เคยปฏิบัติอยู่เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงสำหรับผู้ใช้ไฟประเภทบ้านอยู่อาศัยและประเภทธุรกิจใช้บังคับตั้งแต่ 1 กุมภาพันธ์ 2529

ประเภท	ชื่อประเภท	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟ (บาท)	หมายเหตุ
1	บ้านอยู่อาศัย	5 หน่วยแรกหรือน้อยกว่าคิด 5 บาท 0.70 (สำหรับ 10 หน่วยต่อไป) 0.90 (สำหรับ 10 หน่วยต่อไป) 1.17 (สำหรับ 10 หน่วยต่อไป) 1.60 (สำหรับ 65 หน่วยต่อไป) 1.70 (สำหรับ 50 หน่วยต่อไป) 1.81 (สำหรับ 150 หน่วยต่อไป) 1.99 (สำหรับ 100 หน่วยต่อไป) 2.06 (เกินกว่า 400 หน่วย)			ค่าไฟฟ้าต่ำสุดเดือนละ 5.00 บาท
2	ธุรกิจขนาดเล็ก (Max.kW < 30kW)	40 หน่วยแรกหรือน้อยกว่าคิด 89.72 บาท 1.79 (สำหรับ 260 หน่วยต่อไป) 1.88 (สำหรับ 700 หน่วยต่อไป) 2.00 (สำหรับ 200 หน่วยต่อไป)			ค่าไฟฟ้าต่ำสุดเดือนละ 89.72 บาท
3	ธุรกิจขนาดใหญ่ (Max.kW) > 30kW)	1.48	98 (สำหรับแรงดัน < 12kV) 95 (สำหรับแรงดัน 12 หรือ 24kV) 93 (สำหรับแรงดัน 69 หรือ 115kV)	$Max.kW \times 98 \left[\frac{1-0.85}{\cos \phi}\right]$ $Max.kW \times 95 \left[\frac{1-0.85}{\cos \phi}\right]$ $Max.kW \times 93 \left[\frac{1-0.85}{\cos \phi}\right]$	

ตารางที่ 2 อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงสำหรับผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมและประเภทไฟสำรองใช้บังคับตั้งแต่ 1 กุมภาพันธ์ 2529

ประเภท	ชื่อประเภท	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟ (บาท)	หมายเหตุ
4	อุตสาหกรรมขนาดเล็ก (Max.kW = 30 – 499kW)	1.44 (สำหรับ 50 หน่วยแรก/kW) 1.43 (สำหรับ 150 หน่วย/kW ต่อไป) 1.42 (สำหรับ 200 หน่วย/kW ต่อไป) 1.41 (เกินกว่า 400 หน่วย/kW ขึ้นไป)	98 (สำหรับแรงดัน < 12kV) 95 (สำหรับแรงดัน 12 หรือ 24kV) 93 (สำหรับแรงดัน 69 หรือ 115kV)	$\text{Max.kW} \times 98 \left[\frac{1-0.85}{\cos \varnothing}\right]$ $\text{Max.kW} \times 95 \left[\frac{1-0.85}{\cos \varnothing}\right]$ $\text{Max.kW} \times 93 \left[\frac{1-0.85}{\cos \varnothing}\right]$	
5	อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ (Max.kW > 500kW)	1.42 (สำหรับ 200 หน่วยแรก/kW) 1.41 (สำหรับ 280 หน่วย/kW ต่อไป) 1.39 (สำหรับ 400 หน่วย/kW ขึ้นไป)	97 (สำหรับแรงดัน < 12kV) 95 (สำหรับแรงดัน 12 หรือ 24kV) 90 (สำหรับแรงดัน 69 หรือ 115kV)	$\text{Max.kW} \times 97 \left[\frac{1-0.85}{\cos \varnothing}\right]$ $\text{Max.kW} \times 95 \left[\frac{1-0.85}{\cos \varnothing}\right]$ $\text{Max.kW} \times 90 \left[\frac{1-0.85}{\cos \varnothing}\right]$	
6	อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ในระยะเวลา OFF – PEAK (Max.kW > 1000 kW)	1.38	65 (สำหรับระยะเวลา OFF – PEAK) 115 (สำหรับระยะเวลา ON – PEAK)	$\text{Max.kW} \times 65 \left[\frac{1-0.85}{\cos \varnothing}\right]$ $\text{Max.kW} \times 115 \left[\frac{1-0.85}{\cos \varnothing}\right]$	
7	ไฟฟ้าสำรอง	0 (ในรอบเดือนที่ไม่มีการใช้ไฟฟ้า)	30 (ในรอบเดือนที่ไม่มีการใช้ไฟฟ้า)		คิดค่าไฟฟ้าตามประเภท 4 หรือ 5 ถ้าค่าไฟสุทธิสูงกว่าค่าไฟในรอบเดือนที่ไม่มีการใช้ไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้าใหม่
เริ่มใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2530

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

5 หน่วยแรกหรือน้อยกว่า	5.00 บาท
10 หน่วยต่อไป หน่วยละ	0.70 บาท
10 หน่วยต่อไป หน่วยละ	0.80 บาท
10 หน่วยต่อไป หน่วยละ	1.17 บาท
25 หน่วยต่อไป หน่วยละ	1.56 บาท
65 หน่วยต่อไป หน่วยละ	1.65 บาท
150 หน่วยต่อไป หน่วยละ	1.76 บาท
100 หน่วยต่อไป หน่วยละ	2.02 บาท
400 หน่วยต่อไป หน่วยละ	2.41 บาท
มากกว่า 800 หน่วยขึ้นไป หน่วยละ	2.48 บาท

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 5.00 บาท

ประเภทที่ 2 ธุรกิจขนาดเล็ก

40 หน่วยแรกหรือน้อยกว่า	85.12 บาท
260 หน่วยต่อไป หน่วยละ	1.77 บาท
200 หน่วยต่อไป หน่วยละ	1.85 บาท
500 หน่วยต่อไป หน่วยละ	2.27 บาท
2,000 หน่วยต่อไป หน่วยละ	2.43 บาท
เกินกว่า 3,000 หน่วยขึ้นไป หน่วยละ	2.53 บาท

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 88.12 บาท

ประเภทที่ 3 ธุรกิจขนาดใหญ่ (30 กิโลวัตต์ขึ้นไป)

3.1 ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ	239.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ	1.28 บาท

3.2 ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 12 กิโลโวลท์ขึ้นไป

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ	229.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ	1.23 บาท

ประเภทที่ 4 ธุรกิจเฉพาะอย่าง (โรงแรมเพื่อการท่องเที่ยว)

4.1 ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ	233.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ	1.28 บาท

4.2 ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 12 กิโลโวลท์ขึ้นไป

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ	216.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ	1.23 บาท

ประเภทที่ 5 อุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดเล็ก

ทุกระดับแรงดันไฟฟ้า (30-499 กิโลวัตต์)

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ	177.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ	1.23 บาท
ส่วนลดค่าไฟฟ้า : ร้อยละ 4 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้า	

ประเภทที่ 6 อุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดกลาง

ทุกระดับแรงดันไฟฟ้า (500-1,999 กิโลวัตต์)

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ	174.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ	1.23 บาท
ส่วนลดค่าไฟฟ้า : ร้อยละ 4 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้า	

ประเภทที่ 7 อุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดใหญ่

ทุกระดับแรงดันไฟฟ้า (2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป)

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ	193.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ	1.22 บาท
ส่วนลดค่าไฟฟ้า : ร้อยละ 4 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้า	

ประเภทที่ 8 อุตสาหกรรมถลุงหรือหลอมด้วยไฟฟ้า หรือ

ประเภท Electrolysis

ทุกระดับแรงดันไฟฟ้า

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ	165.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ	1.20 บาท
ส่วนลดค่าไฟฟ้า : ร้อยละ 4 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้า	

ประเภทที่ 9 กิจการค้านสาธารณูปโภคเฉพาะประปา

9.1 ความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์

ค่าพลังงานไฟฟ้า 10 หน่วยแรกหรือน้อยกว่า	18.20 บาท
เกินกว่า 10 หน่วยขึ้นไป หน่วยละ	1.82 บาท
ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 18.20 บาท	

9.2 ความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ	167.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ	1.23 บาท

ประเภทที่ 10 ส่วนราชการ

ค่าพลังงานไฟฟ้า 10 หน่วยแรกหรือน้อยกว่า	18.20 บาท
เกินกว่า 10 หน่วยขึ้นไป หน่วยละ	1.83 บาท
ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ	18.20 บาท

ประเภทที่ 11 องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

ค่าพลังงานไฟฟ้า 10 หน่วยแรกหรือน้อยกว่า	18.50 บาท
เกินกว่า 10 หน่วยขึ้นไป หน่วยละ	1.84 บาท
ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ	18.40 บาท

ประเภทที่ 12 สูบน้ำเพื่อการเกษตร

ค่าพลังงานไฟฟ้า 100 หน่วยแรกหรือน้อยกว่า	117.00 บาท
เกินกว่า 100 หน่วยขึ้นไป หน่วยละ	1.17 บาท
ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ	117.00 บาท

หมายเหตุ

ค่าไฟฟ้าต่ำสุดสำหรับประเภทที่ 3 4 5 6 7 8 และ 9.2 คือค่าความต้องการพลังไฟฟ้าซึ่งคิดจาก 30 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการพลังไฟฟ้าที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ข้อกำหนดเกี่ยวกับเชื้อเพลิง

หากราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปการไฟฟ้านครหลวงจะเรียกเก็บค่าไฟฟ้าจากผู้ใช้ไฟฟ้าทุกประเภทเพิ่มขึ้นหรือลดลงหน่วยละเท่า ๆ กัน โดยจะประกาศให้ทราบเป็นคราว ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงสำหรับผู้ใช้ไฟประเภทบ้านอยู่อาศัยตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2524-2530

จำนวน (หน่วย)	บาท/หน่วย			
	1 เม.ย. 2524	1 เม.ย. 2526	1 ก.พ. 2529	1 มิ.ย. 2530
0-5	5 บาท	5 บาท	5 บาท	5 บาท
6-15	0.70	0.70	0.70	0.70
16-25	0.90	0.90	0.90	0.90
26-35	1.17	1.17	1.17	1.17
36-100	1.83	1.65	1.60	1.58
101-150	1.93	1.75	1.70	1.68
151-300	2.01	1.86	1.78	1.76
301-400	2.06	2.04	2.04	2.02
401-800	2.13	2.11	2.11	2.11
801-	2.13*	2.11*	2.43*	2.43

หมายเหตุ * *มีค่าธรรมเนียมการใช้ไฟมาก (15%)*

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงสำหรับผู้ใช้ไฟประเภทธุรกิจขนาดเล็กตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2524-2530

จำนวน (หน่วย)	บาท/หน่วย			
	1 เม.ย. 2524	1 เม.ย. 2526	1 ก.พ. 2529	1 มิ.ย. 2530
0-40	90.52 บาท	89.72 บาท	88.12 บาท	88.12 บาท
41-300	1.83	1.81	1.79	1.77
301-500	1.94	1.92	1.88	1.88
501-1000	1.94*	1.92*	1.88*	2.21
1001-3000	2.06*	2.04*	2.00*	2.43
3001-	2.23*	2.21*	2.00*	2.50

หมายเหตุ * *มีค่าธรรมเนียมการใช้ไฟมาก (15%)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงสำหรับผู้ใช้ไฟประเภทธุรกิจขนาดใหญ่ตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2524-2530

รายละเอียด	< 11 เควี				11-13 เควี				≥ 69 เควี			
	2524	2526	2529	2530	2524	2526	2529	2530	2524	2526	2529	2530
ค่าพลังไฟฟ้า (บาท/kw)	← 98 →			239	← 95 →			229	← 93 →			229
ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	1.54	1.52	1.48	1.28	1.54	1.52	1.48	1.23	1.54	1.52	1.48	1.23

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงสำหรับผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลางตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง ระหว่างปี พ.ศ. 2524-2530

รายละเอียด	< 11 เควี				11-33 เควี				≥ 69 เควี			
	2524	2526	2529	2530	2524	2526	2529	2530	2524	2526	2529	2530
อุตสาหกรรมขนาดเล็ก (30-499 กิโลวัตต์)												
ค่าพลังไฟฟ้า (บาท/kW)	← 98 →			177	← 95 →			177	← 93 →			177
ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)												
0-50 หน่วย/kW	1.48	1.46	1.44	1.23	1.48	1.46	1.44	1.23	1.48	1.46	1.44	1.23
51-200 หน่วย/kW	1.47	1.45	1.43	1.23	1.47	1.45	1.43	1.23	1.47	1.45	1.43	1.23
201-400 หน่วย/kW	1.46	1.44	1.42	1.23	1.46	1.44	1.42	1.23	1.46	1.44	1.42	1.23
401- หน่วย/kW	1.45	1.43	1.41	1.23	1.45	1.43	1.41	1.23	1.45	1.43	1.41	1.23
อุตสาหกรรมขนาดกลาง (500-2000 กิโลวัตต์)												
ค่าพลังไฟฟ้า (บาท/kW)	–	–	–	174	–	–	–	174	–	–	–	174
ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	–	–	–	1.23	–	–	–	1.23	–	–	–	1.23

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงสำหรับผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง ระหว่างปี พ.ศ. 2524--2530

รายละเอียด	< 11 เควี				11-33 เควี				> 69 เควี			
	2524	2526	2529	2530	2524	2526	2529	2530	2524	2526	2529	2530
อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ (>2000 กิโลวัตต์)												
ค่าพลังไฟฟ้า (บาท/kW)	← 97 →			170	← 95 →			170	← 90 →			170
ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)												
0-200 หน่วย/kW	1.46	1.44	1.42	1.22	1.46	1.44	1.42	1.22	1.46	1.44	1.42	1.22
201-480 หน่วย/kW	1.45	1.43	1.41	1.22	1.45	1.43	1.41	1.22	1.45	1.43	1.41	1.22
480-- หน่วย/kW	1.43	1.41	1.39	1.22	1.43	1.41	1.39	1.22	1.43	1.41	1.39	1.22

หมายเหตุ *อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ก่อนปี พ.ศ. 2530 กำหนดว่าคือผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมที่มีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดตั้งแต่ 500 กิโลวัตต์ขึ้นไป*

ประกาศ

เรื่อง อัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวัน
(TIME OF DAY RATE)

ตามมติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ เมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม 2532 เห็นชอบในหลักการให้กำหนดอัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวัน (TIME OF DAY RATE (TOD RATE)) ใช้สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดใหญ่ ที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดตั้งแต่ 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป เพื่อให้การผลิตและการใช้ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงสุดโดยการลดความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา PEAK ของระบบ (ช่วงเวลา 18.30–21.30 น.) และส่งเสริมให้มีการใช้ไฟฟ้านอกช่วงเวลา PEAK โดยเฉพาะช่วงเวลา OFF PEAK (ช่วงเวลา 21.30–08.00 น.)

การไฟฟ้าจะคิดเงินค่าไฟฟ้าด้วยอัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวัน (TOD RATE) รายเดือนดังนี้

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ช่วงเวลา 18.30–21.30 น. (ช่วงเวลา PEAK) 180 บาทต่อกิโลวัตต์
ช่วงเวลา 08.00–18.30 น. (ช่วงเวลา PARTIAL PEAK) 90 บาทต่อกิโลวัตต์
โดยคิดเฉพาะความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่เกินจากช่วง PEAK
ช่วงเวลา 21.30–08.00 น. (ช่วงเวลา OFF PEAK) ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้าทุกช่วงเวลา 1.22 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง

อัตราค่าไฟฟ้าดังกล่าวนี้มีส่วนลดร้อยละ 4 เช่นเดียวกับอัตราตามโครงสร้างเดิม
(ส่วนลดค่าไฟฟ้า ร้อยละ 4 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้า)

ทั้งนี้ จะเริ่มใช้อัตราค่าไฟฟ้าดังกล่าวตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือนมกราคม 2533 เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 1 พฤศจิกายน 2532

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
การไฟฟ้านครหลวง
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจงเรื่องอัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวัน
(TIME OF DAY RATE)

ความเป็นมา

จากการที่ภาวะเศรษฐกิจของประเทศไทยได้ฟื้นตัวอย่างรวดเร็วในช่วง 2-3 ปีนี้ และมีอัตราการเจริญเติบโตสูง เป็นผลให้มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงมากตามไปด้วย ทำให้สาขาไฟฟ้าต้องลงทุนเป็นจำนวนมาก เพื่อที่จะสนองความต้องการใช้ไฟฟ้านี้ ดังนั้น เพื่อเป็นการบรรเทาหรือชะลออัตราการเพิ่มความต้องการใช้ไฟฟ้าและการลงทุนของสาขาไฟฟ้าในระยะยาว การไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง จึงได้รับมอบหมายจากคณะอนุกรรมการพิจารณานโยบายพลังงานให้ศึกษาและจัดทำข้อเสนอการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าแต่ละช่วงของวันให้แตกต่างกัน ซึ่งเรียกว่า Time of Day Rate หรือ TOD Rate อัตราค่าไฟฟ้านี้จะกำหนดให้การคิดค่าไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของวันไม่เท่ากัน โดยจะขึ้นอยู่กับต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าของแต่ละช่วงนั้น และอัตรานี้จะจูงใจให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (Demand Side Managment) โดยการลดการใช้ไฟฟ้าลงในช่วงเวลาที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้

การกำหนด TOD Rate

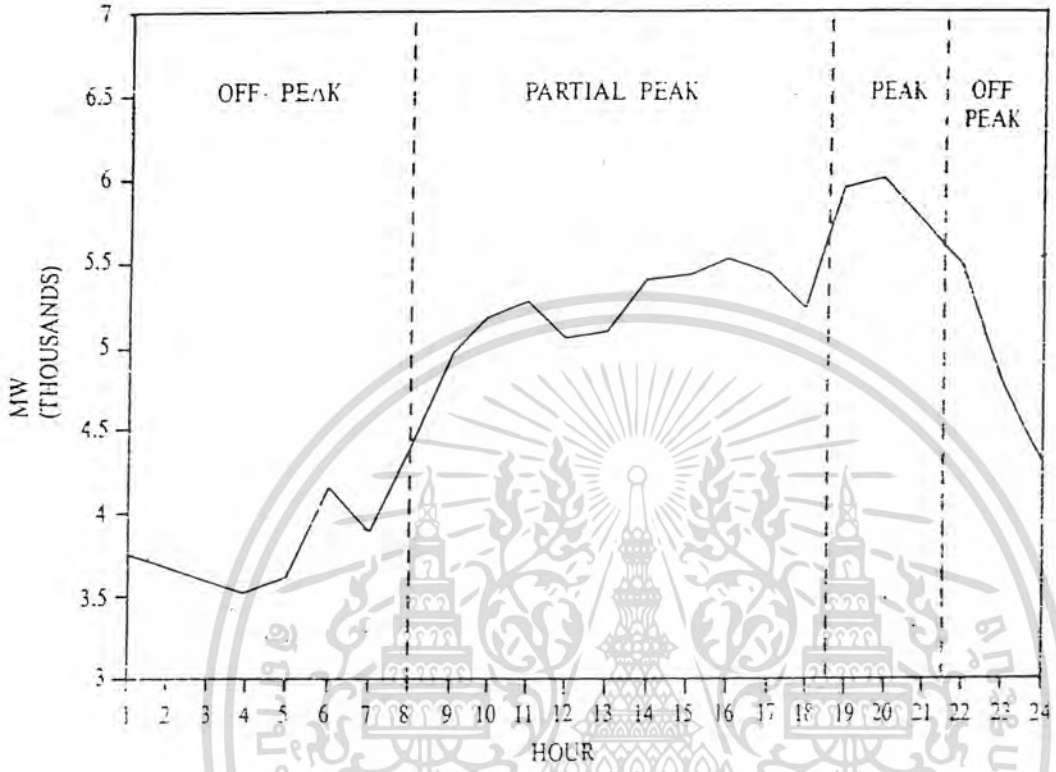
จากกราฟแสดงความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยในแต่ละวัน (รูปที่ 1) จะเห็นได้ว่าระบบจะมีการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Peak คือระหว่างเวลา 18.30–21.30 น. และมีการใช้ไฟฟ้าในระดับปานกลางคือช่วง Partial Peak ในระหว่างเวลา 08.00–18.30 น. ส่วนในช่วงเวลา ระหว่าง 21.30–08.00 น. จะเป็นช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าในระดับต่ำ หรือช่วง Off – Peak

ในการผลิตไฟฟ้านั้นการไฟฟ้าจะใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุดก่อน แล้วจึงจะใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีต้นทุนการผลิตสูงกว่าในช่วงที่จำเป็นเท่านั้น เพื่อที่จะทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำ ดังนั้นต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าในช่วง Peak จึงมีต้นทุนในการผลิตสูงกว่าในช่วงอื่น เพราะต้องใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงที่มีราคาแพงเข้ามาร่วมในการผลิตด้วย ถ้าหากสามารถลดการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak ลงได้ ก็จะทำให้ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าลดลงด้วย นอกจากนั้นการลดการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak ก็ยังสามารถประหยัดเงินลงทุนในการสร้างโรงไฟฟ้าได้อีกประการหนึ่งด้วย

เพื่อเป็นการจูงใจให้ผู้ใช้ไฟฟ้าลดความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา Peak ของระบบ และส่งเสริมให้มีการใช้ไฟฟ้าในช่วงอื่นแทน โดยเฉพาะในช่วง Off – Peak ซึ่งยังมีกำลังการผลิตเหลืออยู่มากจึงได้มีการกำหนดให้ค่าไฟฟ้าในช่วง Peak สูงกว่าช่วงอื่น และกำหนดให้ช่วง Off – Peak มีค่าไฟฟ้าต่ำกว่าช่วงอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 แสดงความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของประเทศ (24 เม.ย. 2532)



TOD Rate ที่ประกาศใช้นี้ กำหนดให้ใช้กับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดใหญ่ ที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 2,000 กิโลวัตต์ ขึ้นไปทุกราย ซึ่งมีความต้องการใช้พลังไฟฟ้ารวมกัน ประมาณร้อยละ 14 ของความต้องการพลังไฟฟ้าทั้งระบบ โดยมีการคิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าในแต่ละช่วงไม่เท่ากัน ดังนี้

ก. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ช่วง Peak (18.30–21.30 น.) = 180 บาท/กิโลวัตต์/เดือน

ช่วง Partial Peak (08.00–18.30 น.) = 90 บาท/กิโลวัตต์/เดือน
(เฉพาะส่วนที่เกินความต้องการพลังไฟฟ้าในช่วง Peak เท่านั้น)

ช่วง Off – Peak (21.30–08.00 น.) ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ข. ค่าพลังไฟฟ้า

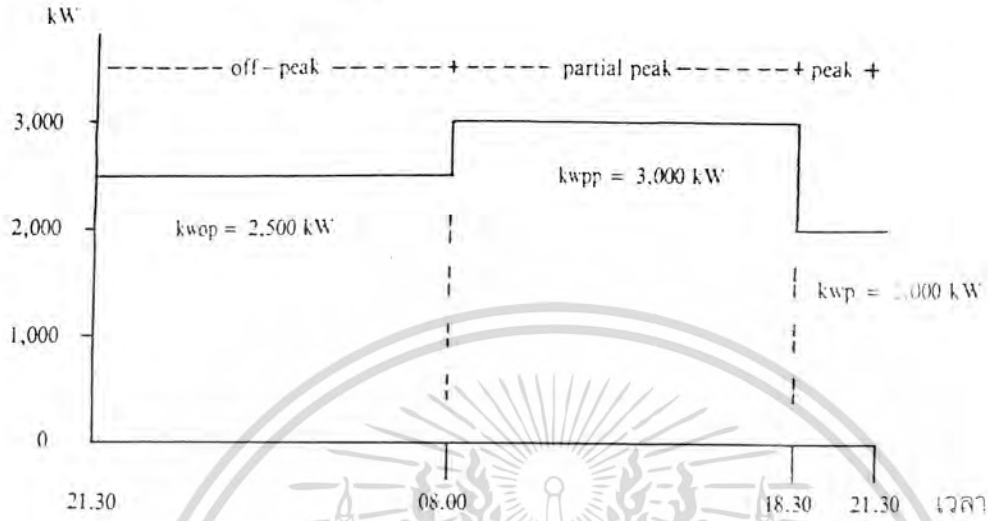
ทุกช่วงเวลา = 1.22 บาท/หน่วย

ค. ส่วนลดค่าไฟฟ้า

4% ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3 ตัวอย่างการคิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเภทอุตสาหกรรม กับ TOD RATE



ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าตามอัตราอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ = (3,000 × 170) = 510,000 บาท

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าตามอัตรา TOD Rate = (2,000 × 180) + ((3,000-2,000) × 90) = 450,000 บาท

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าลดลง = 510,000-450,000 = 60,000 บาท (ยังไม่หักส่วนลด 4%)

ผลของ TOD Rate ที่มีต่อผู้ใช้ไฟฟ้า

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง TOD Rate กับอัตราค่าไฟฟ้าประเภทอุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดใหญ่ปัจจุบัน ซึ่งได้กำหนดให้ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 170 บาท/กิโลวัตต์/เดือน ค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 1.22 บาท/หน่วย และมีส่วนลดค่าไฟฟ้า 4% เช่นเดียวกัน จะเห็นได้ว่าตาม TOD Rate นั้น หากผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถลดการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak ที่มีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเท่ากับ 180 บาท/กิโลวัตต์/เดือน แล้วไปใช้ไฟฟ้าในช่วง Partial Peak หรือช่วง Off – Peak แทนก็จะสามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้ ตามลักษณะการทำงาน ดังนี้

ก. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ทำงานกะเดียว

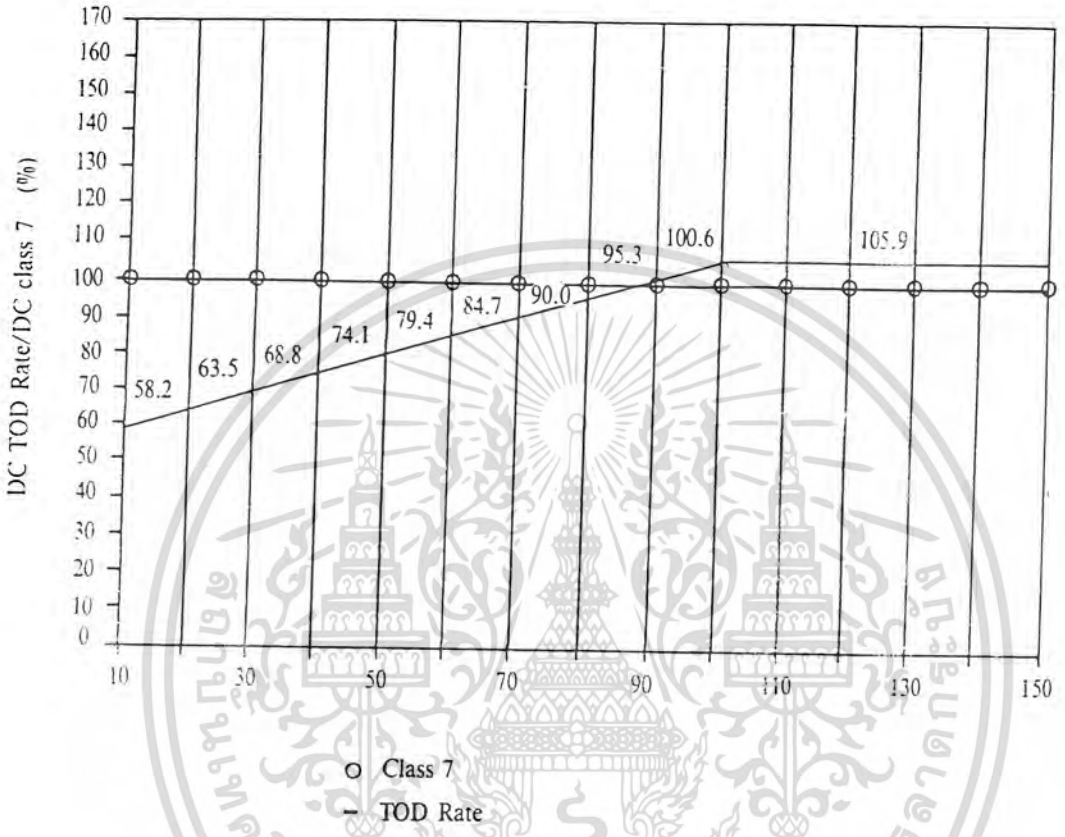
ผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มนี้จะมีการใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่หรือทั้งหมดอยู่ในช่วง Partial Peak ซึ่งค่าความต้องการพลังไฟฟ้าลดลงจาก 170 บาท/กิโลวัตต์ เป็น 90 บาท/กิโลวัตต์ จึงทำให้ได้รับประโยชน์จากการได้ลดค่าไฟฟ้าลง และผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มนี้จะได้รับประโยชน์มากยิ่งขึ้นหากสามารถเปลี่ยนการใช้ไฟฟ้าไปอยู่ในช่วง Off – Peak ซึ่งไม่มีการคิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ข. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ทำงาน 2 กะ

เนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มนี้มีการใช้ไฟฟ้าทั้งในช่วง Partial Peak และ Peak จึงมีการคิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าทั้ง 2 ช่วง ซึ่งอาจจะทำให้ค่าไฟฟ้าสูงขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับการใช้ไฟฟ้าในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4 กราฟเปรียบเทียบค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า
ระหว่างอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ กับ TOD RATE



Peak การที่จะได้รับประโยชน์จาก TOD Rate สามารถทำได้โดยการลดการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak ลง แล้วไปใช้ไฟฟ้าในช่วงอื่นแทนก็จะลดค่าไฟฟ้าลงได้

ค. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ทำงาน 3 กะ

เนื่องจากต้องมีการใช้ไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง การที่จะได้ลดค่าไฟฟ้าจาก TOD Rate ก็คือต้องลดการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak ให้ต่ำลง แล้วไปใช้ไฟฟ้าในช่วงอื่นแทน

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่ทำงาน 2 กะ และ 3 กะนี้ เมื่อพิจารณาจากกราฟเปรียบเทียบค่าความต้องการพลังไฟฟ้าระหว่างอัตราอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ กับ TOD Rate ตามรูปที่ 3 แล้ว จะเห็นได้ว่าหากความต้องการพลังไฟฟ้าในช่วง Peak ต่ำกว่าช่วง Partial Peak มากกว่า 11% ของความต้องการพลังไฟฟ้าในช่วง Partial Peak แล้ว จะทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าได้ลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าลง แต่ถ้าหากความต้องการพลังไฟฟ้าในช่วง Peak ต่ำกว่าช่วง Partial Peak ไม่ถึง 11% แล้ว การใช้ TOD Rate จะมีผลทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าเสียค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากเดิมจึงเห็นได้ว่า TOD Rate จะช่วยกระตุ้นให้ผู้ใช้ไฟฟ้าได้พยายามหลีกเลี่ยงการใช้ไฟฟ้าในช่วง Peak มากกว่าอัตราที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดำเนินการเรื่องเครื่องวัดฯ

จะเริ่มเปลี่ยนเครื่องวัดฯ ให้เป็นเครื่องวัดฯ ประเภทที่ใช้กับ TOD Rate ตั้งแต่เดือน มกราคม 2533 และดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในเดือนมีนาคม 2533

การคิดค่าไฟฟ้า TOD Rate จะเริ่มในเดือนถัดจากเดือนที่เปลี่ยนเครื่องวัดฯ เป็นต้นไป

การเปลี่ยนเครื่องวัดฯ ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น

ในโอกาสนี้การไฟฟ้าใคร่ขอให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีมาตรการรณรงค์ในเรื่องการประหยัดการใช้ไฟฟ้า และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ไฟฟ้า โดยให้มีค่าตัวประกอบพลังไฟฟ้า (Power Factor) ตั้งแต่ 0.85 ขึ้นไป ซึ่งการที่มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 0.85 ขึ้นไปนั้น จะทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าประหยัดการใช้ไฟฟ้า และเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตและส่งพลังไฟฟ้ารวมทั้งประเทศขึ้นได้

หากผู้ใช้ไฟฟ้ามีข้อสงสัยหรือต้องการจะทราบรายละเอียดเพิ่มเติม ให้ติดต่อสอบถามได้ ณ ที่ทำการของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
การไฟฟ้านครหลวง
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

การปรับปรุงโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2530 นั้นมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของค่าไฟฟ้าทั้ง 3 ส่วน กล่าวคือ ลดอัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (เช่น จากเดิม 1.48 บาท ลดลงเหลือ 1.28 บาท เป็นต้น) ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับภาวะราคาพลังงานในตลาดโลกที่ลดลงมาก ในขณะเดียวกันได้เพิ่มอัตราค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดประมาณสองถึงสองเท่ากว่าของอัตราเดิมทั้งนี้เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนในการจัดหากำลังผลิต ส่งและจ่ายไฟฟ้าและประสิทธิภาพของการใช้ไฟฟ้ามากขึ้น การเปลี่ยนแปลงอัตราค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดมากมายดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของรัฐบาลที่จะเน้นมาตรการที่จะเพิ่มค่าโหลดแฟคเตอร์และเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ไฟฟ้าของระบบโดยส่วนรวม นอกเหนือจากนี้การนำเอาอัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวันมาใช้สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ก็เพื่อที่จะพยายามเฉลี่ยโหลดที่เกิดในช่วง Peak (18.30-21.30 น.) ให้ไฟอยู่ในช่วง Patial Peak (8.00-18.30 น.) หรือ Off Peak (21.30-8.00 น.) ให้มากที่สุด อันเป็นการเพิ่มค่าโหลดแฟคเตอร์ของระบบอีกประการหนึ่ง

อย่างไรก็ตามการยกเลิกมาตรการจูงใจให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าโดยการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์นั้นนับว่าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าแต่ประการใด

ถ้าเราสังเกตให้ดีจะพบว่าในช่วงหลังโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งกว่าสมัยก่อนมาก ลักษณะโครงสร้างจะมีรายละเอียดปลีกย่อยมากขึ้น ผู้ใช้ไฟทุกระดับควรที่จะติดตามการเปลี่ยนแปลงทุกระยะพร้อมทั้งทำความเข้าใจในรูปลักษณะโครงสร้างของอัตราค่าไฟฟ้าดังกล่าวให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ทั้งนี้เพราะว่าความเข้าใจที่ถูกต้องเท่านั้นที่จะทำให้เราสามารถดำเนินการอย่างถูกวิธีในการที่จะทำให้ค่าไฟฟ้าลดลงและการใช้ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าชุดเดิม
กับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าชุดใหม่ พ.ศ. 2534

อัตราค่าไฟฟ้าชุดเดิม	อัตราค่าไฟฟ้าชุดใหม่
ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย 0–5 หน่วย 5.00 บาท/เดือน 6–15 หน่วย 0.70 บาท/หน่วย 16–25 หน่วย 0.90 บาท/หน่วย 26–35 หน่วย 1.17 บาท/หน่วย 36–100 หน่วย 1.58 บาท/หน่วย 101–150 หน่วย 1.68 บาท/หน่วย 151–300 หน่วย 1.76 บาท/หน่วย 301–400 หน่วย 2.02 บาท/หน่วย 401–800 หน่วย 2.11 บาท/หน่วย 801+ หน่วย 2.43 บาท/หน่วย	**ประเภทที่ 1** บ้านอยู่อาศัย – บ้านอยู่อาศัยขนาดเล็ก (ใช้ไฟน้อยกว่า 150 หน่วยต่อเดือน) 0–5 หน่วย 5.00 บาท/เดือน 6–15 หน่วย 0.70 บาท/หน่วย 16–25 หน่วย 0.90 บาท/หน่วย 26–35 หน่วย 1.17 บาท/หน่วย 36–100 หน่วย 1.58 บาท/หน่วย 101–150 หน่วย 1.68 บาท/หน่วย 151–400 หน่วย 2.22 บาท/หน่วย 401+ หน่วย 2.53 บาท/หน่วย – บ้านอยู่อาศัยขนาดใหญ่ (ใช้ไฟตั้งแต่ 150 หน่วยต่อเดือนขึ้นไป) 0–35 หน่วย 89.00 บาท/เดือน 35–150 หน่วย 1.14 บาท/หน่วย 151–400 หน่วย 2.22 บาท/หน่วย 401+ หน่วย 2.53 บาท/หน่วย
ประเภทที่ 2 ธุรกิจขนาดเล็ก (ความต้องการพลังไฟฟ้าต่ำกว่า 30 kW) 0–40 หน่วย 88.12 บาท/เดือน 41–300 หน่วย 1.77 บาท/หน่วย 301–500 หน่วย 1.88 บาท/หน่วย 501–1000 หน่วย 2.21 บาท/หน่วย 1001–3000 หน่วย 2.43 บาท/หน่วย 3001+ หน่วย 2.50 บาท/หน่วย **ประเภทที่ 9** กิจการค้าน สาธารณูปโภค เฉพาะการประปา (ความต้องการพลังไฟฟ้าต่ำกว่า 30 kW) 0–10 หน่วย 18.20 บาท/เดือน 11+ หน่วย 1.82 บาท/หน่วย	**ประเภทที่ 2** กิจการขนาดเล็ก 0–35 หน่วย 94.00 บาท/เดือน 36–150 หน่วย 1.14 บาท/หน่วย 151–400 หน่วย 2.22 บาท/หน่วย 401+ หน่วย 2.53 บาท/หน่วย
ประเภทที่ 3 ธุรกิจขนาดใหญ่ (ความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 30 kW ขึ้นไป) – ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 11 หรือ 12 kV ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า กิโลวัตต์ละ 239.00 บาท ค่าพลังงานไฟฟ้า หน่วยละ 1.28 บาท – ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 11 หรือ 12 kV ขึ้นไป ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า กิโลวัตต์ละ 229.00 บาท ค่าพลังงานไฟฟ้า หน่วยละ 1.23 บาท **ประเภทที่ 5** อุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดเล็ก (ความต้องการพลังไฟฟ้าระหว่าง 30–499 kW) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า กิโลวัตต์ละ 169.92 บาท ค่าพลังงานไฟฟ้า หน่วยละ 1.1808 บาท **ประเภทที่ 6** อุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดกลาง (ความต้องการพลังไฟฟ้าระหว่าง 500–1,999 kW) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า กิโลวัตต์ละ 167.04 บาท ค่าพลังงานไฟฟ้า หน่วยละ 1.808 บาท **ประเภทที่ 9** กิจการค้าน สาธารณูปโภคเฉพาะการประปา (ความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 30 kW ขึ้นไป) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า กิโลวัตต์ละ 167.00 บาท ค่าพลังงานไฟฟ้า หน่วยละ 1.23 บาท	**ประเภทที่ 3** กิจการขนาดกลาง (ความต้องการพลังไฟฟ้าระหว่าง 30–1,999 kW) – ระดับแรงดันไฟฟ้า 220/380 V ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า กิโลวัตต์ละ 237.00 บาท ค่าพลังงานไฟฟ้า หน่วยละ 1.10 บาท – ระดับแรงดันไฟฟ้า 11–33 kV ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า กิโลวัตต์ละ 210.00 บาท ค่าพลังงานไฟฟ้า หน่วยละ 1.07 บาท ใช้อัตรา TOD เมื่อใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 355,000 หน่วยต่อเดือนขึ้นไป – ระดับแรงดันไฟฟ้า 220/380 V ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ช่วง Peak กิโลวัตต์ละ 356.00 บาท ช่วง Partial Peak กิโลวัตต์ละ 73.00 บาท ช่วง Off Peak กิโลวัตต์ละ 0.00 บาท ค่าพลังงานไฟฟ้า หน่วยละ 1.10 บาท – ระดับแรงดันไฟฟ้า 11–33 kV ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ช่วง Peak กิโลวัตต์ละ 305.00 บาท ช่วง Partial Peak กิโลวัตต์ละ 63.00 บาท ช่วง Off Peak กิโลวัตต์ละ 0.00 บาท ค่าพลังงานไฟฟ้า หน่วยละ 1.07 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 7 อุตสาหกรรมและเหมืองแร่ขนาดใหญ่ (ความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 2,000 kW ขึ้นไป)

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ช่วง Peak	กิโลวัตต์ละ 172.80 บาท
ช่วง Partial Peak	กิโลวัตต์ละ 86.40 บาท
ช่วง Off Peak	กิโลวัตต์ละ 0.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.1712 บาท

ประเภทที่ 8 อุตสาหกรรมถลุงหรือหลอมด้วยไฟฟ้า

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์ละ 158.40 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.152 บาท

ประเภทที่ 3 ธุรกิจขนาดใหญ่ (ความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 2,000 kW ขึ้นไป และใช้ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 11 หรือ 12 kV ขึ้นไป)

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์ละ 229.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.23 บาท

ประเภทที่ 9 กิจการค้นสาธารณูปโภค เฉพาะการประปา (ความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 2,000 kW ขึ้นไป)

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์ละ 167.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.23 บาท

ประเภทที่ 4 ธุรกิจเฉพาะอย่าง (โรงแรมเพื่อการท่องเที่ยวมีความต้องการพลังไฟฟ้า ตั้งแต่ 30 kW ขึ้นไป

- ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 11 หรือ 12 kV

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์ละ 233.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.28 บาท

- ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 11 หรือ 12 kV ขึ้นไป

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์ละ 216.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.23 บาท

ประเภทที่ 3 ธุรกิจขนาดใหญ่ (รีสอร์ต อพาร์ตเมนต์ ฯลฯ มีความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 30 kW ขึ้นไป)

- ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 11 หรือ 12 kV

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์ละ 239.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.28 บาท

- ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 11 หรือ 12 kV ขึ้นไป

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์ 229.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.23 บาท

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ (ความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 2,000 kW ขึ้นไป)

- ระดับแรงดันไฟฟ้า 11–33 kV

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ช่วง Peak	กิโลวัตต์ละ 305.00 บาท
ช่วง Partial Peak	กิโลวัตต์ละ 63.00 บาท
ช่วง Off Peak	กิโลวัตต์ละ 0.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.07 บาท

- ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 69 kV ขึ้นไป

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ช่วง Peak	กิโลวัตต์ละ 240.00 บาท
ช่วง Partial Peak	กิโลวัตต์ละ 32.00 บาท
ช่วง Off Peak	กิโลวัตต์ละ 0.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.03 บาท

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง (โรงแรมทุกระดับชั้น รีสอร์ต โฮเดล เกสต์เฮาส์ อพาร์ตเมนต์ หอพัก มีความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 30 kW ขึ้นไป)

- ระดับแรงดันไฟฟ้า 220/380 V

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์ละ 296.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.10 บาท

- ระดับแรงดันไฟฟ้า 11–33 kV

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์ละ 274.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.07 บาท

- ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 69 kV ขึ้นไป

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์ละ 236.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.03 บาท

เลือกใช้อัตรา TOD ได้

- ระดับแรงดันไฟฟ้า 220/380 V

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ช่วง Peak	กิโลวัตต์ละ 356.00 บาท
ช่วง Partial Peak	กิโลวัตต์ละ 73.00 บาท
ช่วง Off Peak	กิโลวัตต์ละ 0.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.10 บาท

- ระดับแรงดันไฟฟ้า 11–33 kV

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ช่วง Peak	กิโลวัตต์ละ 305.00 บาท
ช่วง Partial Peak	กิโลวัตต์ละ 63.00 บาท
ช่วง Off Peak	กิโลวัตต์ละ 0.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.07 บาท

- ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 69 kV ขึ้นไป

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ช่วง Peak	กิโลวัตต์ละ 240.00 บาท
ช่วง Partial Peak	กิโลวัตต์ละ 32.00 บาท
ช่วง Off Peak	กิโลวัตต์ละ 0.00 บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วยละ 1.03 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 10 ส่วนราชการ	
0–10 หน่วย	18.20 บาท/เดือน
11+ หน่วย	1.82 บาท/หน่วย
ประเภทที่ 11 องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร	
0–10 หน่วย	18.40 บาท/เดือน
11+ หน่วย	1.84 บาท/หน่วย
ประเภทที่ 12 สูบน้ำเพื่อการเกษตร	
0–100 หน่วย	117.00 บาท/เดือน
101+ หน่วย	1.17 บาท/หน่วย

ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร	
– ระดับแรงดันไฟฟ้า 220/380 V	
0–10 หน่วย	18.70 บาท/เดือน
11+ หน่วย	1.87 บาท/หน่วย
– ระดับแรงดันไฟฟ้า 11–33 kV	
0–300 หน่วย	495.00 บาท/เดือน
301+ หน่วย	1.65 บาท/หน่วย
– ระดับแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 69 kV ขึ้นไป	
0–10,001 หน่วย	14,800 บาท/เดือน
10,000+ หน่วย	1.48 บาท/หน่วย
ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร	
0–100 หน่วย	117.00 บาท/เดือน
101+ หน่วย	1.17 บาท/หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ค่าไฟฟ้า

ในกรณีที่มีการคิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน (TOD RATE) ค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนของผู้ใช้ไฟฟ้า ที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าตามระบบ TOD จะสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 1 และ 2 ดังนี้

$$C = DC_P \times P + EC \times E \quad (\text{เมื่อ } P \geq PP) \qquad \text{.....(1)}$$

$$C = DC_P \times P + DC_{PP} \times (PP - P) + EC \times E \quad (\text{เมื่อ } P < PP) \qquad \text{.....(2)}$$

โดยที่

C คือ ค่าไฟฟ้า (บาทต่อเดือน)

DC_P คือ ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าในช่วง Peak (บาทต่อกิโลวัตต์)

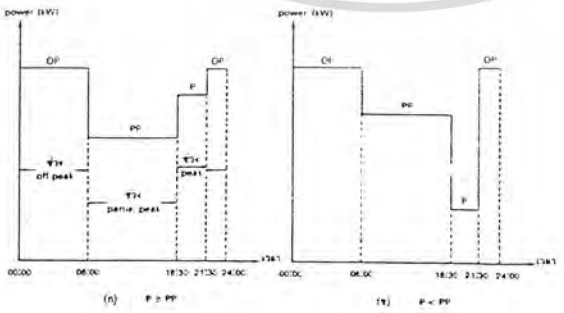
P คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Peak (กิโลวัตต์)

DC_{PP} คือ ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าในช่วง Partial Peak (บาทต่อกิโลวัตต์)

PP คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Partial Peak (กิโลวัตต์)

EC คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาทต่อหน่วย)

E คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (หน่วย)



รูปที่ 5 เส้นโค้งของโหลดรายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
กรณีศึกษาและผลการทดลอง

4.1 การสำรวจเบื้องต้น

โรงงานอุตสาหกรรมที่ได้เข้าไปศึกษา และ ตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า คือโรงงานบางกอกสปริง (Bangkok Spring Industrial Co. , Ltd.) ในส่วนที่เป็นโรงหล่อเหล็กเหนียว (Somboon Malleable Iron Ind. Co. , Ltd.) ซึ่งตั้งอยู่ที่ 112 หมู่ 2 ถนนบางนา-ตราดกม. 15 ต. บางโฉลง อ. บางพลี สมุทรปราการ โดยโรงงานถูกจัดอยู่ในประเภทที่ 4 ตามโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ซึ่งเป็นกิจการขนาดใหญ่ที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่ 2000 กิโลวัตต์ขึ้นไป และใช้ระดับแรงดันไฟฟ้า 11-33 กิโลโวลต์ โรงหล่อจะทำการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยทำการหลอมเหล็กด้วยเตาไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำ (Induction Furnace)ขนาด 5 ตัน จำนวน 1 เตา และขนาด 2 ตัน จำนวน 2 ตัว น้ำเหล็กที่ได้จะถูกเทลงบนแบบทรายที่ขึ้นรูปไว้แล้ว เมื่อเหล็กเย็นตัวแล้ว ก็นำไปถอดแบบด้วยเครื่องเขย่าทราย จากนั้นจึงตรวจสอบคุณภาพต่อไป

4.2 การวางผังตำแหน่งที่ตั้ง

แผนผังอุปกรณ์การผลิตในโรงหล่อเหล็กเหนียวสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6

4.3 การแยกประเภทอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า

จากการสำรวจพบว่าอุปกรณ์ที่มีความสำคัญต่อการผลิต และมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด คือ เตาหลอมชนิดเหนี่ยวนำทั้ง 3 เตา ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้โครงงานนี้มุ่งวิเคราะห์สภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอม เนื่องจากมีผลอย่างมากต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของโรงหล่อในแต่ละเดือน โดยข้อมูลพิกัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในแต่ละประเภทสามารถแสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

C9 = 3.7 kW

C10 = 3 kW

C11 = 3.7 kW

C12 = 3.7 kW

C13 = 3.7 kW

เตาหลอม (FURNACE)

2 ตัน 1 = 1200 kW

2 ตัน 2 = 1200 kW

5 ตัน = 1200 kW

ปั๊มน้ำ = 15 × 3 = 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

ปั๊มลม

เบอร์ 1 = 75 kW

เบอร์ 2 = 75 kW

เบอร์ 3 = 75 kW

เบอร์ 4 = 150 kW

สายพานลำเลียง (CONVEYOR)

CV1 = 2.2 kW

CV2 = 7.4 kW

CV3 = 3.7 kW

CV4 = 3.7 kW

CV5 = 2.2 kW

CV6 = 2.2 kW

CV7 = 11.05 kW

CV8 = CANCELED

CV9 = CANCELED

CV10 = 2.2 kW

CV11 = 2.2 kW

CV12 = 2.2 kW

CV13 = 2.2 kW

CV14 = 1.47 kW

CV15 = 0.75 kW

CV16 = 2.2 kW

CV17 = 2.2 kW

CV18 = 2.2 kW

CV19 = 2.2 kW

CV20 = 2.2kW

CV21 = 2.2 kW

CV22 = 2.2kW

CV23 = 2.2 kW

CV24 = 2.2 kW

CV25 = 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

เครื่องผสมทรายทำแบบหล่อ 117 = 45 kW

เครื่องผสมทรายทำแบบหล่อ 116 = 30 kW

เครื่องดักฝุ่น 1 = 75 kW

เครื่องดักฝุ่น 2 = 18 kW

เครื่องดักฝุ่น FD4 = 18 kW

เครื่องดักฝุ่น AMF = 45 kW

เครื่องขัดชิ้นงาน AMF = 21 kW

เครื่องขัดชิ้นงาน FD4 = 49 kW

มอเตอร์รวม = 38 kW

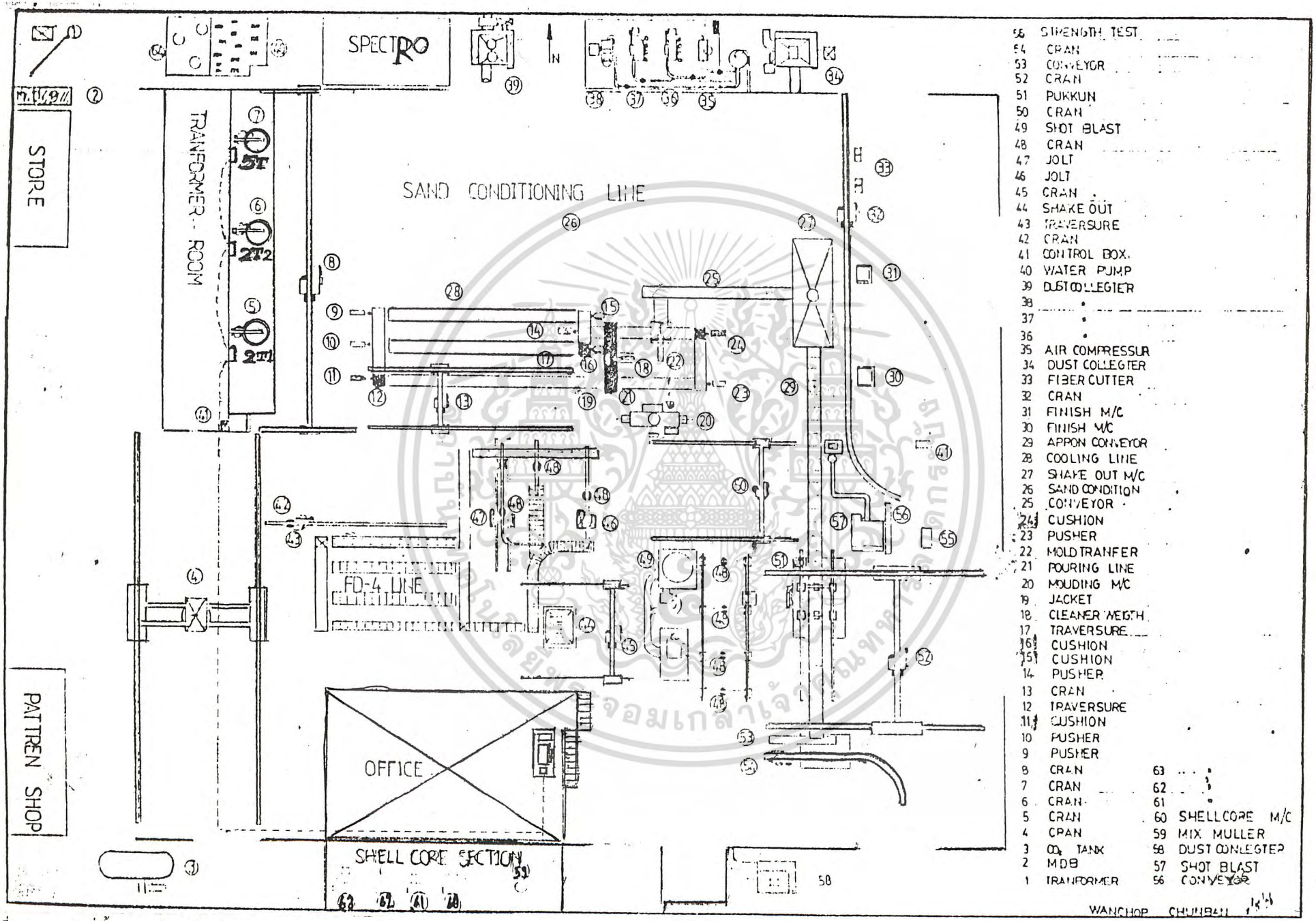
ปั๊มน้ำ ปั๊มลม = 3.7 kW

เตาหลอมรวม 3 เตา = 3600 kW

โหลดรวมทั้งหมด = 4578.28 kW

∴ เตาหลอมคิดเป็น 78.63 % ของโหลดรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



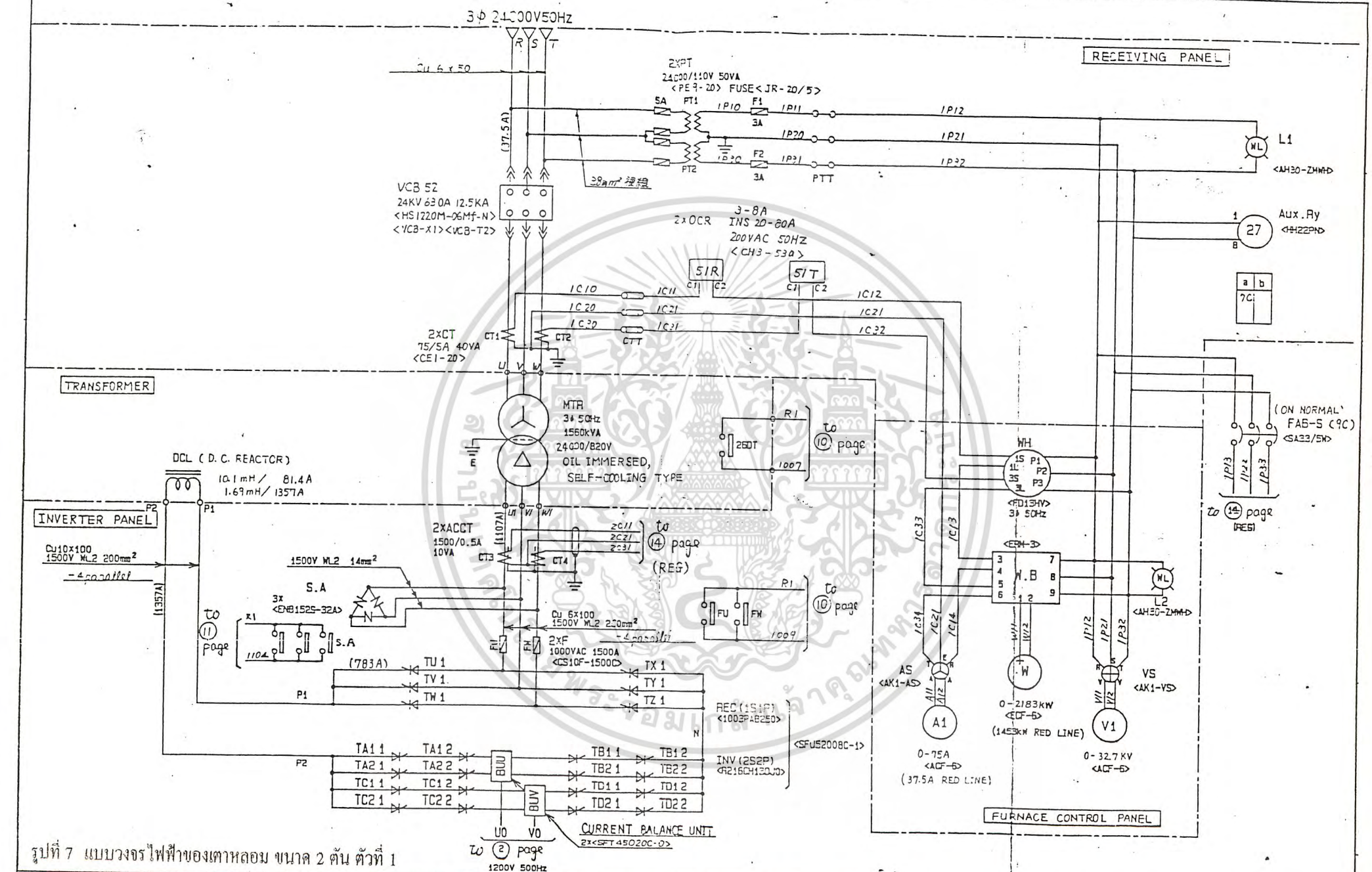
รูปที่ 6 แผนผังที่ตั้งของอุปกรณ์ในโรงหล่อเหล็กเหนียว

4.4 แบบทางวิศวกรรมและรายละเอียดประกอบแบบ

จากการที่จะต้องวัดสภาพการใช้พลังงานของเตาหลอมชนิดเหนี่ยวนำทั้ง 3 ตัว จึงได้มีการจัดหาเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์รุ่น 3300 ACM ของบริษัท POWER MEASUREMENT LTD. ประเทศแคนาดา พร้อมทั้งโปรแกรมควบคุมการทำงาน ที่มีชื่อว่า L-SCADA โดยจะทำการวัดค่ากิโลวัตต์ และกิโลวัตต์ดีมานด์ ซึ่ง จากแบบวงจรไฟฟ้าของเตาหลอมแต่ละตัวดังรูปที่ 7-9 จะเห็นได้ว่าทางด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงสำหรับเตาหลอมทุกตัว มีการต่อหม้อแปลงกระแส และหม้อแปลงแรงดัน อย่างละ 2 ตัว แบบ 3 wire delta ดังนั้นจากคู่มือการติดตั้ง เครื่องวัด 3300 ACM จะต้องต่อวงจรตามแบบมาตรฐานในรูปที่ 10 เมื่อศึกษาแบบวงจรไฟฟ้าของเตาหลอมแต่ละตัวอย่างละเอียด พบว่าในทางปฏิบัติเพื่อความสะดวก เราจึงเดินสายไฟที่ต่อมาจากหม้อแปลงกระแส และหม้อแปลงแรงดัน ที่ตู้ควบคุมเตาหลอมไปยังเครื่องวัด 3300 ACM โดยต่ออนุกรมเข้ากับหม้อแปลงกระแสและต่อขนานเข้ากับหม้อแปลงแรงดัน ณ จุดวัดค่ากระแส และแรงดันของเครื่องวัด 3300 ACM ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 11-13

เครื่องวัด 3300 ACM สามารถส่งข้อมูลไปแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ โดยผ่านทางสายสื่อสาร RS-485 ซึ่งมีระยะการส่งข้อมูลได้ไกลถึง 1200 เมตร เป็นสายบวกและลบ พร้อมด้วยสายชีลล์ (Shield) ป้องกันสัญญาณรบกวน การติดตั้งได้ต่ออนุกรมสาย RS-485 จาก 3300 ACM ของเตา 5 ตัน ไปสู่ 3300 ACM ของเตาอีก 2 ตัว และ VIRTUAL DEVICE ที่มีหน้าที่เก็บข้อมูลของเครื่องวัด 3300ACMทั้ง 3 ตัว จากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปตามสาย RS-485 ผ่านเครื่องแปลงสัญญาณ COM 32 เข้าสู่คอมพิวเตอร์ทาง Serial Port โดยสาย RS-232 ตามรูปที่ 14 และแบบการติดตั้งจริงในโรงหล่อเหล็กเหนียวแสดงเป็นแผนผัง (Lay Out) ได้ตามรูปที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 แบบวงจรไฟฟ้าของเตาหลอม ขนาด 2 ตัน ตัวที่ 1

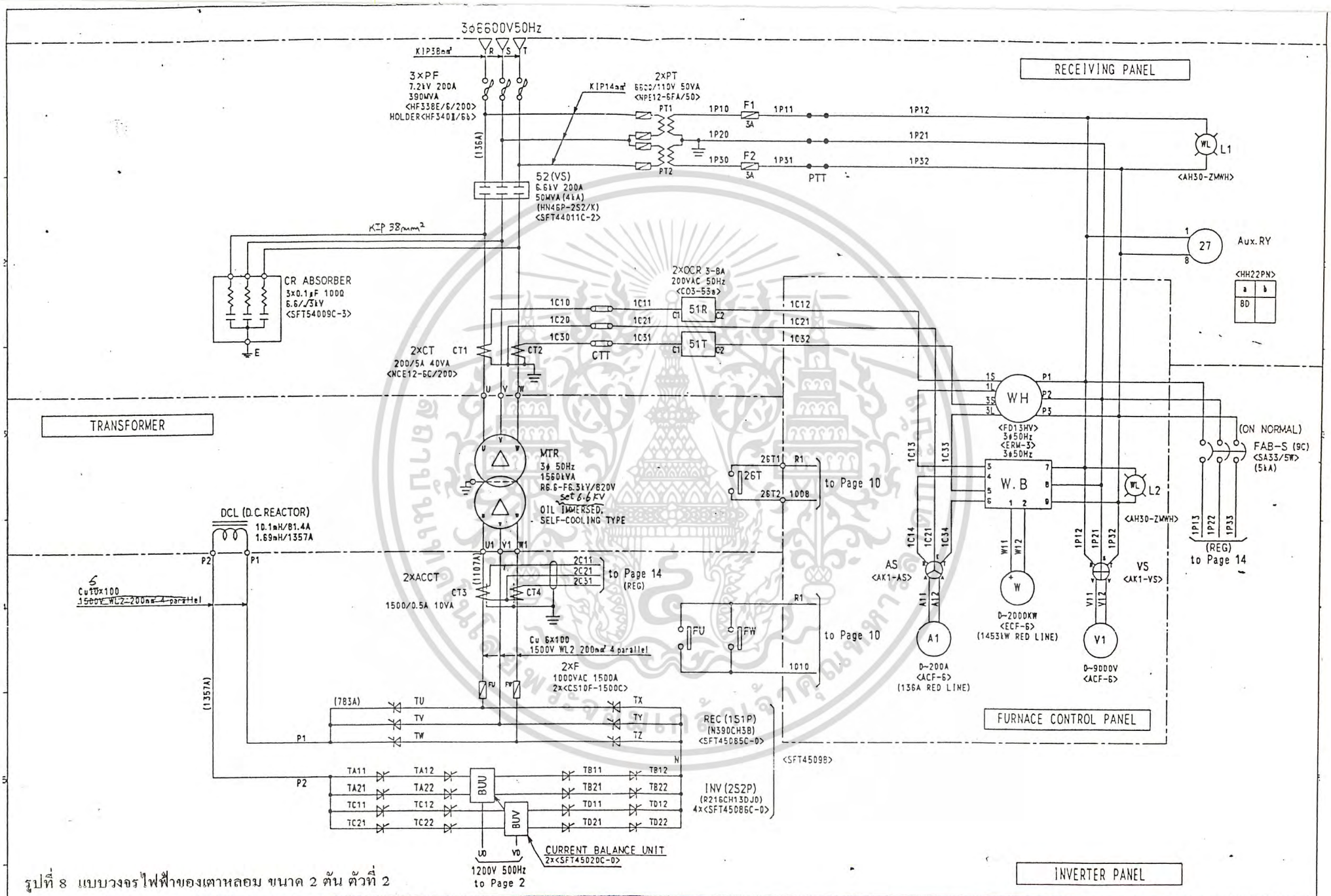
Revisions		Date	Name
	Drawn	Aug-31-'88	T.Chaya
	Checked	Sep-1-'88	

Fuji Electric Co.,Ltd.

Title: MAIN CIRCUIT THREE-LINE DIAGRAM

Dwg No. JFS 4726 / 1

Ref. 2-1 TON



รูปที่ 8 แบบวงจรไฟฟ้าของเตาหลอม ขนาด 2 ตัน ตัวที่ 2

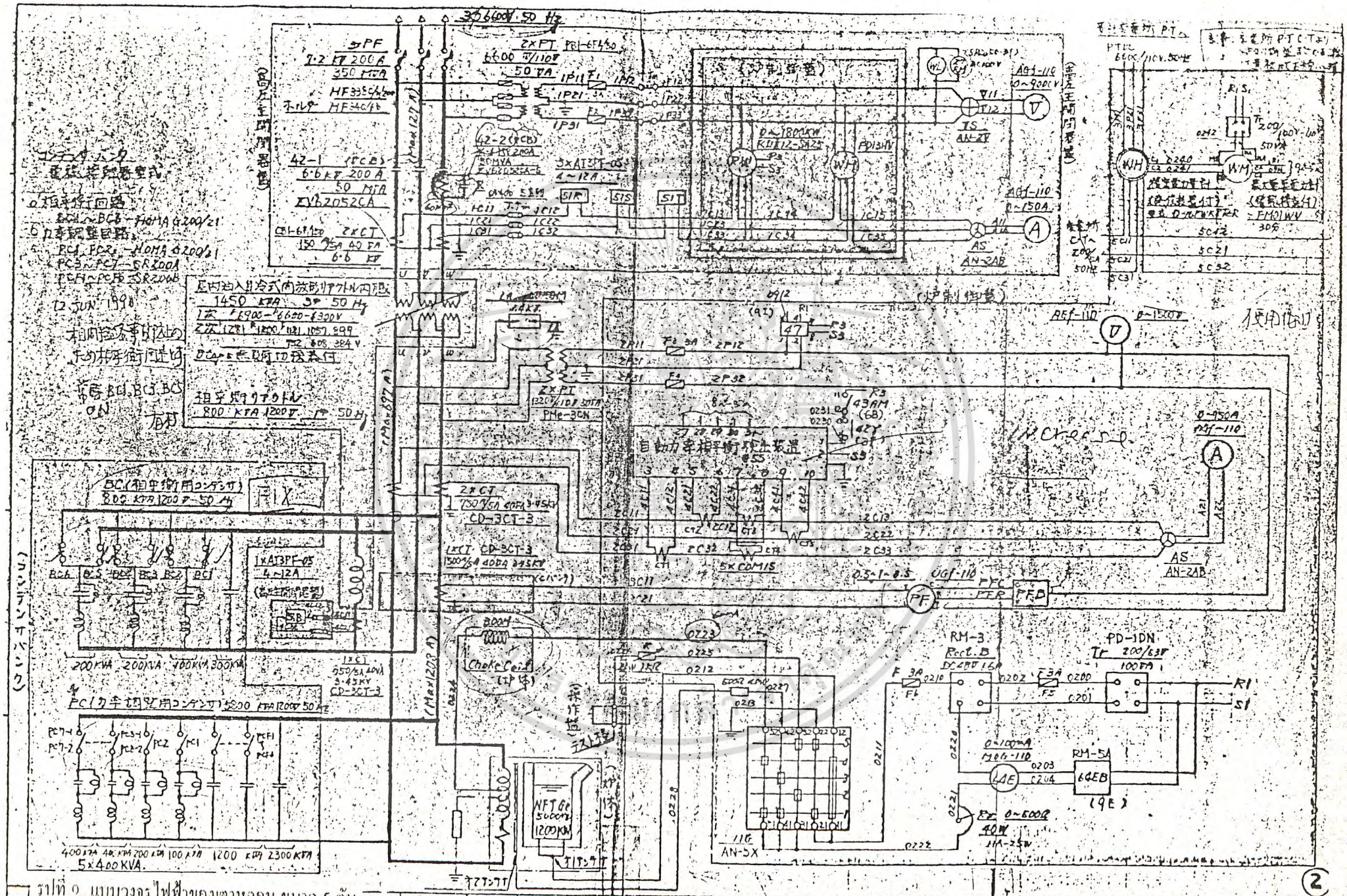
Revisions		Date	Name
	Drawn	May-10-'91	T. Yama
	Checked	- -	

Fuji Electric Co.,Ltd.

Title: MAIN CIRCUIT THREE-LINE DIAGRAM

Dwg No. JFS4952 1

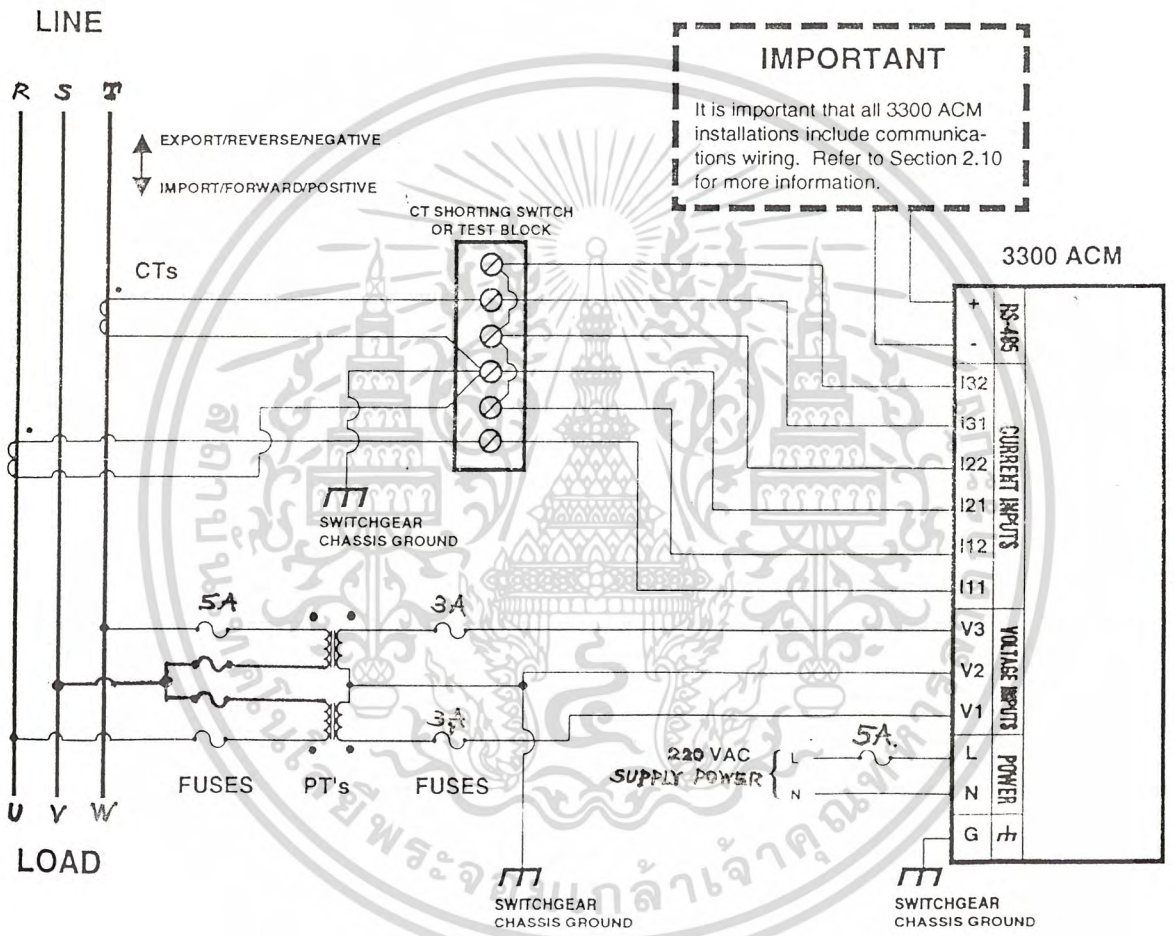
Ref. 2-2 TON



รูปที่ 0 แสดงวงจรไฟฟ้าของเตาเผาเหล็ก ขนาด 5 ตัน

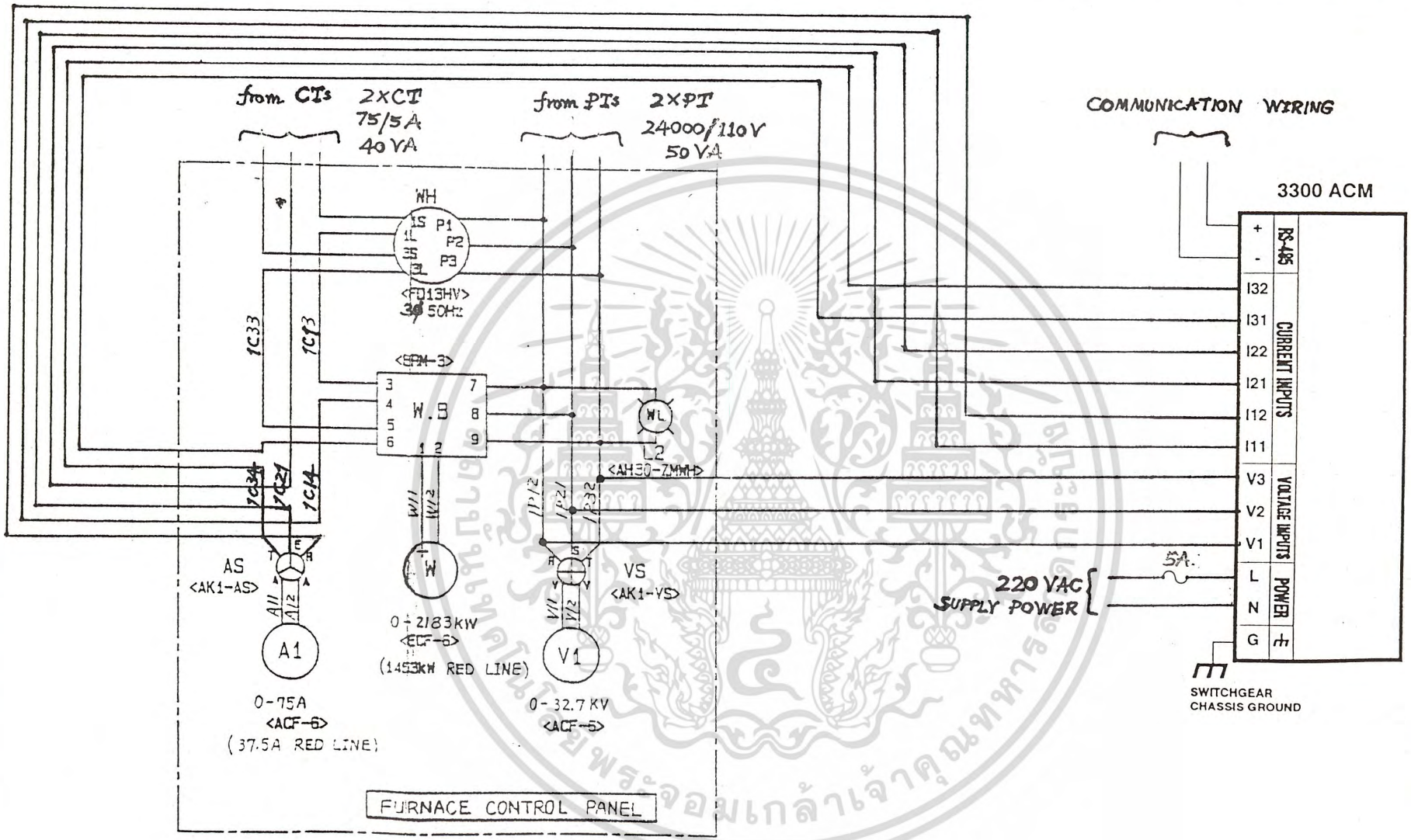
REVISION		DATE	NAME			
	DRN.	97-10-28	K.S.	SHT. 2	FUJI ELECTRIC CO.LTD	三線接続図
	CHD	—	—			JS 4113 5 TON

3 WIRE DELTA: 2 ELEMENT USING 2 PTs & 2 CTs



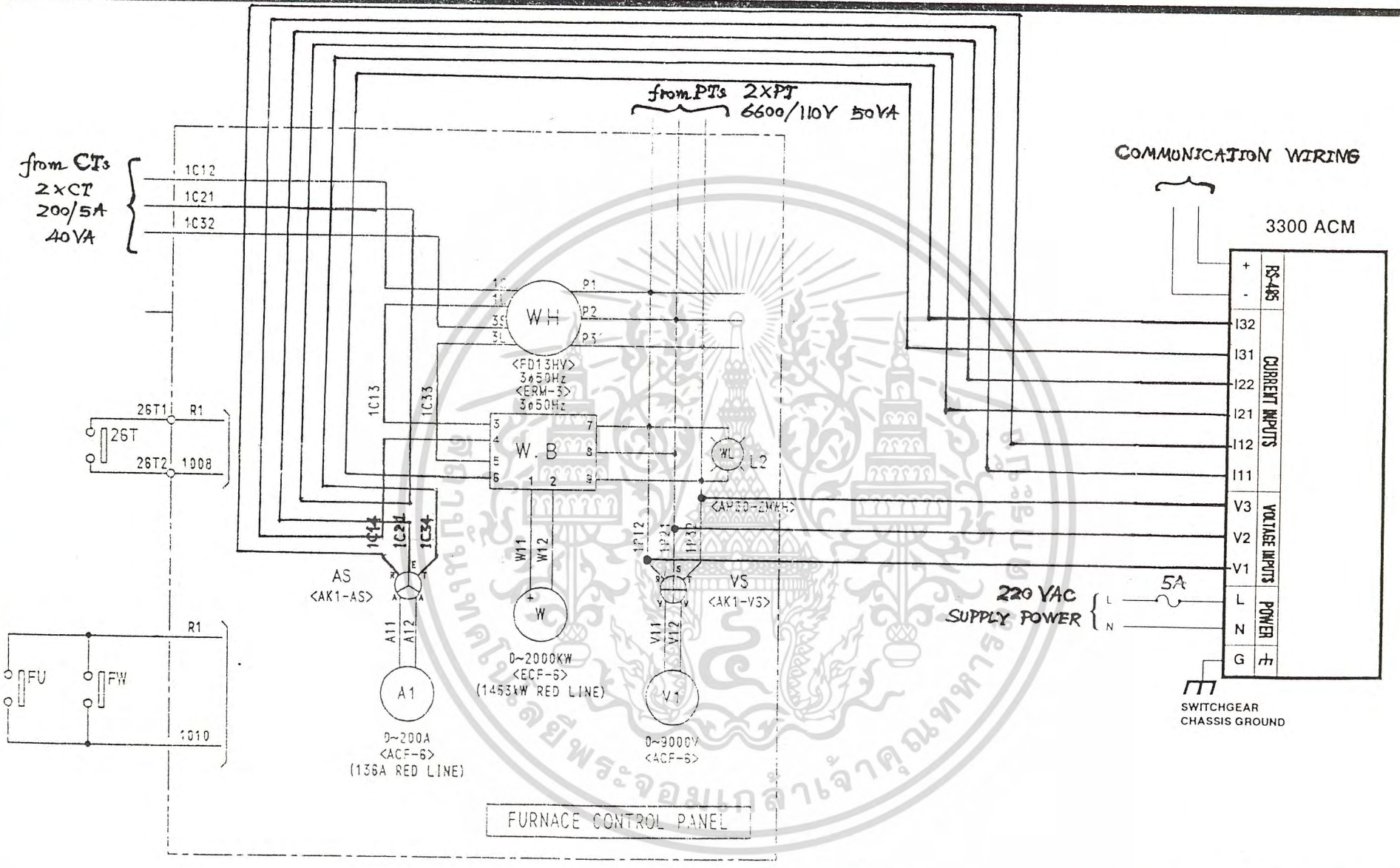
No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
	3300 ACM STANDARD WIRING DIAGRAM		
	King Mongkut's Institute of Technology		Name:
Scale			Date:
			Class:

รูปที่ 10 แบบมาตรฐานการติดตั้งเครื่องวัด 3300 ACM



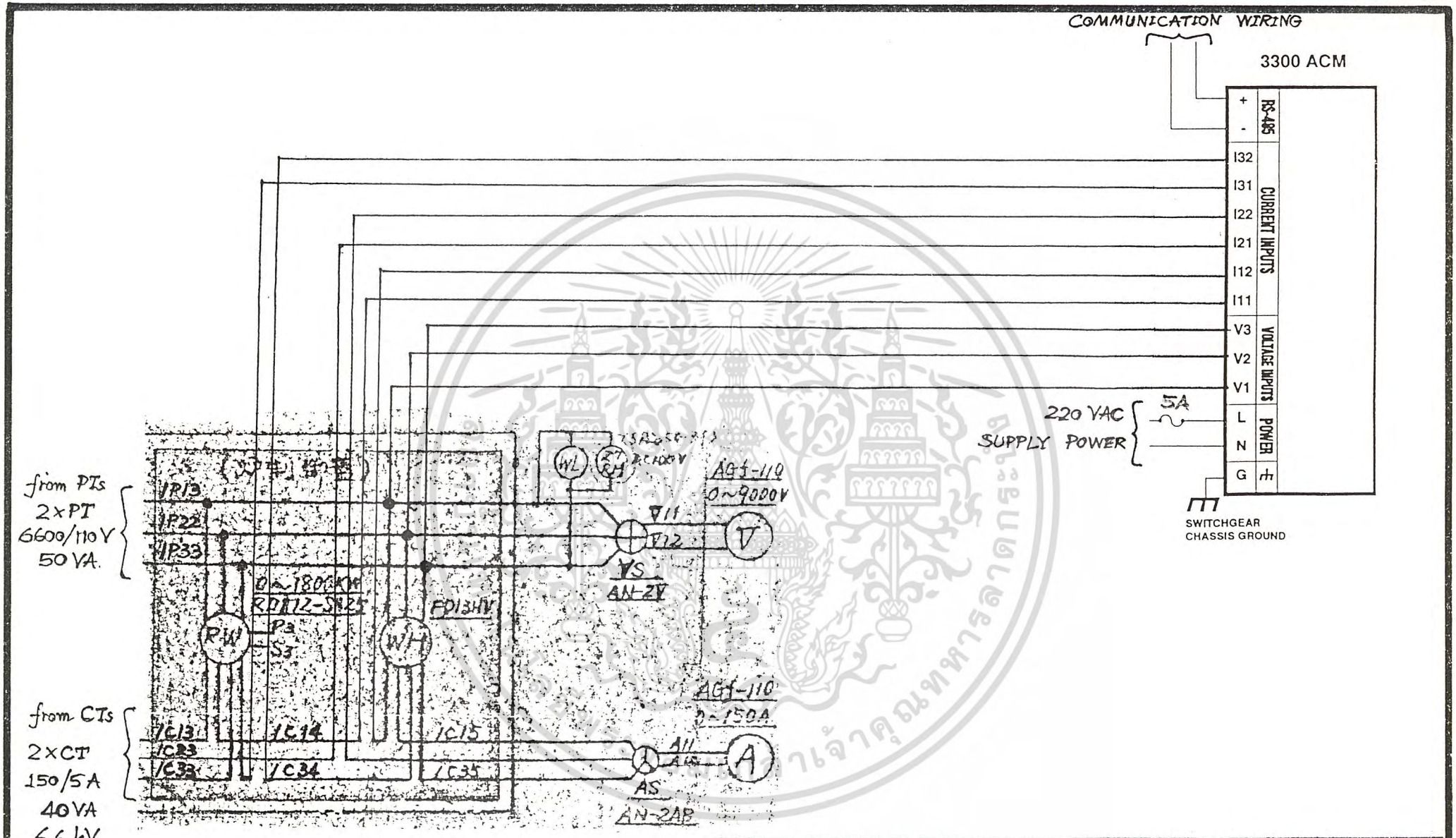
No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
3300 ACM WIRING DIAGRAM FOR 2-1 TON FURNACE			
King Mongkut's Institute of Technology			Name:
Scale			Date:
			Class:

รูปที่ 11 แบบติดตั้งเครื่องวัด 3300 ACM ที่เตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 1



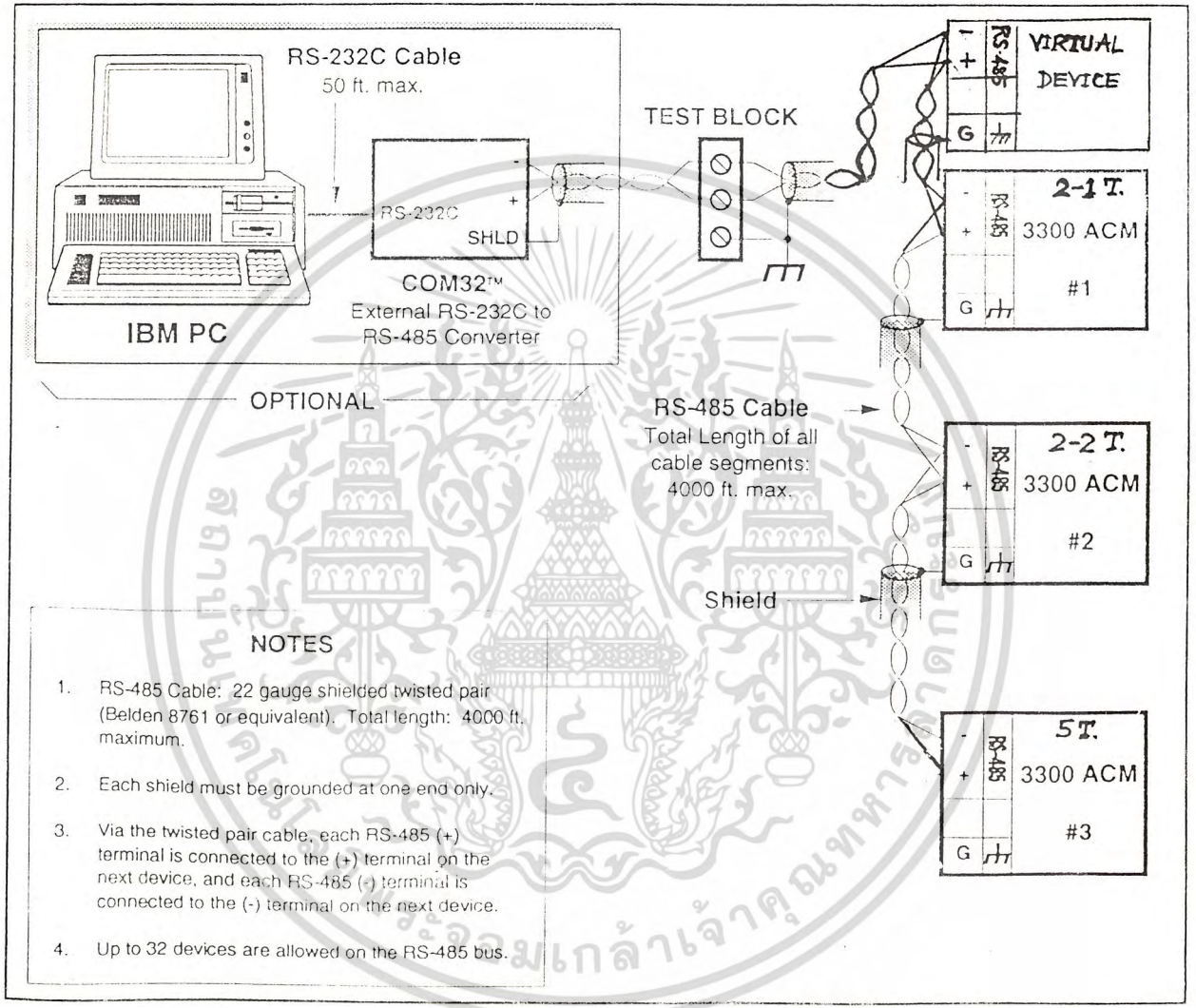
No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
3300 ACM WIRING DIAGRAM FOR 2-2 TON FURNACE			
King Mongkut's Institute of Technology			Name:
Scale			Date:
			Class:

รูปที่ 12 แบบติดตั้งเครื่องวัด 3300 ACM ที่ตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 2



No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
3300 ACM WIRING DIAGRAM FOR 5 TON FURNACE			
King Mongkut's Institute of Technology			Name:
Scale			Date:
			Class:

รูปที่ 13 แบบติดตั้งเครื่องวัด 3300 ACM ที่เตาหลอมขนาด 5 ตัน

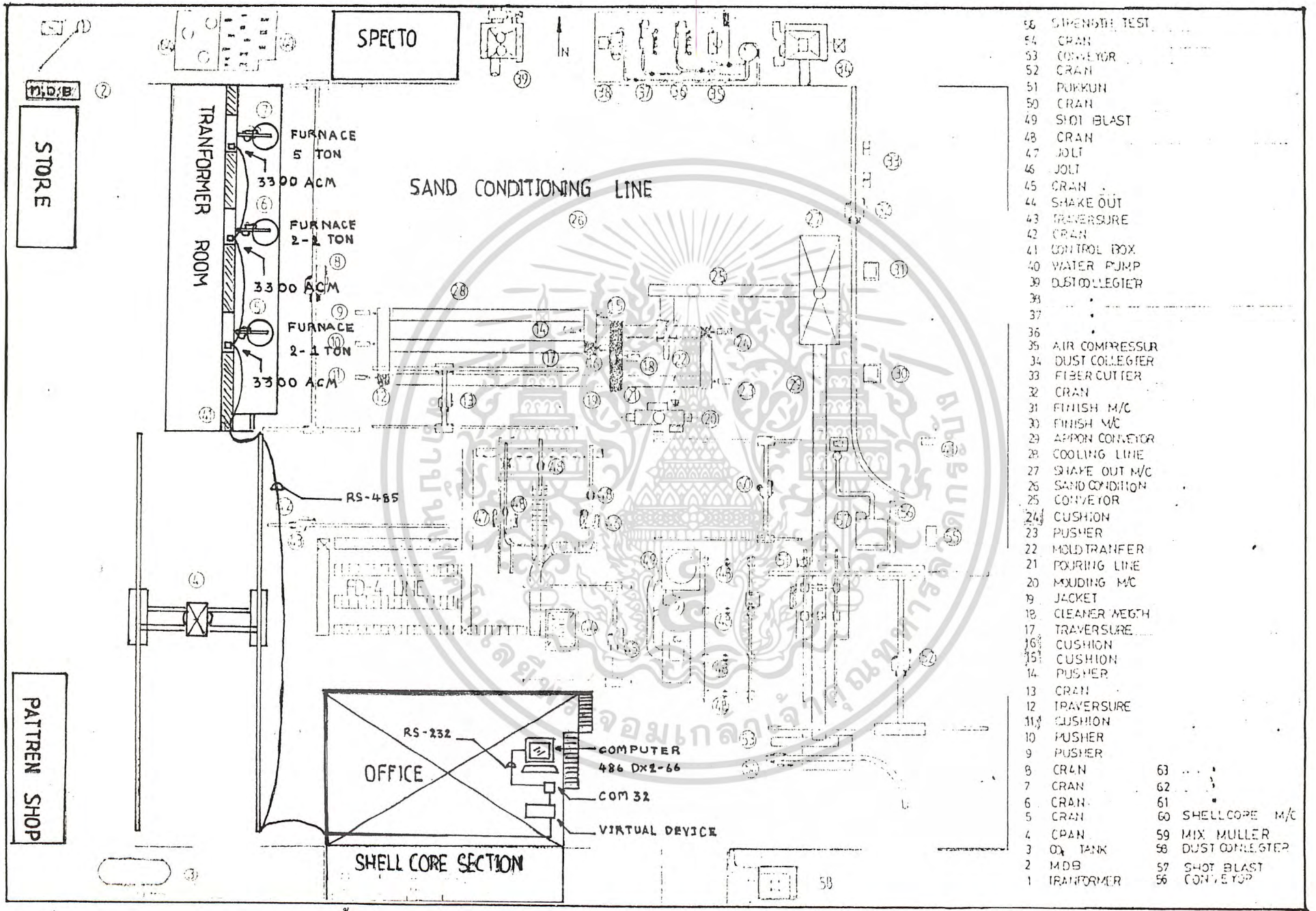


NOTES

1. RS-485 Cable: 22 gauge shielded twisted pair (Belden 8761 or equivalent). Total length: 4000 ft. maximum.
2. Each shield must be grounded at one end only.
3. Via the twisted pair cable, each RS-485 (+) terminal is connected to the (+) terminal on the next device, and each RS-485 (-) terminal is connected to the (-) terminal on the next device.
4. Up to 32 devices are allowed on the RS-485 bus.

No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
	COMMUNICATION WIRING DIAGRAM		
	King Mongkut's Institute of Technology		Name:
Scale			Date:
			Class:

รูปที่ 14 แบบการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องวัด 3300 ACM กับ คอมพิวเตอร์



รูปที่ 15 แผนผัง (Lay Out) แสดงการติดตั้งจริงของ
เครื่องวัด 3300 ACM ในโรงหล่อเหล็กเหนียว

4.5 บันทึกการใช้อุปกรณ์และการบริโภคพลังงานไฟฟ้า

ข้อมูลที่ได้รับจาก 3300 ACM ผ่านทาง VIRTUAL DEVICE จะทำการแสดงผลได้โดยโปรแกรม L-SCADA ที่ติดตั้งอยู่ในคอมพิวเตอร์ ในลักษณะการบันทึกแบบ Snap Shot ที่จะได้ข้อมูลเป็นค่า กิโลวัตต์ของเตาหลอมแต่ละตัว , กิโลวัตต์รวม และ กิโลวัตต์ดีมานด์ บันทึกลงในหน่วยความจำ ทุกๆ คาบเวลาที่กำหนดอย่างต่อเนื่อง ตามการทดลองได้ตั้งไว้เป็นเวลา 5 นาที ในการคิดค่าความต้องการพลังงานสูงสุดของการไฟฟ้าฯ จะคำนวณจากค่ากิโลวัตต์สูงสุดเฉลี่ยใน 15 นาที ดังนั้นจึงได้ตั้งค่า DEMAND PERIOD ในเครื่อง 3300 ACM เป็น 15 นาที เพราะฉะนั้นเมื่อครบ คาบเวลา 15 นาที เครื่องจะคำนวณและแสดงผลค่ากิโลวัตต์ดีมานด์ของคาบที่ผ่านมา และจากการบันทึกข้อมูลทุกๆ 5 นาที จะทำให้ค่ากิโลวัตต์ดีมานด์ที่ได้ มีค่าเหมือนกัน 3 ค่า โปรแกรมจะทำการบันทึกค่าเดิมให้ เนื่องจาก 3300 ACM จะยังไม่เฉลี่ยค่ากิโลวัตต์ดีมานด์ใหม่ จนกว่าจะครบอีก 15 นาที ข้อมูลการใช้พลังงานของเตาหลอมที่บันทึกได้ใน 1 วันถูกแสดง ในตารางที่ 9 ข้อมูลแต่ละชนิดทั้งหมดสามารถแปลงเป็นแฟ้มข้อมูลของโปรแกรม Lotus 123 จึงสามารถสร้างกราฟแสดงการใช้พลังงานได้ดังรูปที่ 16-20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ผลการทดลอง

TIME	KW TOTAL	KW DEMAND	KW FURNACE 2-1 TON	KW FURNACE 2-2 TON	KW FURNACE 5 TON
08:00:00	1026	1160	61	111	854
08:05:00	1044	1160	62	113	869
08:10:00	1567	1160	61	624	882
08:15:00	1872	1233	170	834	868
08:20:00	1844	1233	170	829	845
08:25:00	1857	1233	145	874	838
08:30:00	1916	1800	145	923	848
08:35:00	1049	1800	146	45	858
08:40:00	2101	1800	751	1121	229
08:45:00	2323	1739	1178	1145	0
08:50:00	2219	1739	886	1098	235
08:55:00	1843	1739	768	1075	0
09:00:00	2447	2228	954	574	919
09:05:00	2119	2228	1024	129	966
09:10:00	2005	2228	970	103	932
09:15:00	1990	2175	961	107	922
09:20:00	1959	2175	949	105	905
09:25:00	1853	2175	935	4	914
09:30:00	1784	1958	86	790	908
09:35:00	1775	1958	809	88	878
09:40:00	2757	1958	936	962	859
09:45:00	2504	2142	918	722	864
09:50:00	2987	2142	987	1136	864
09:55:00	2806	2142	931	1010	865
10:00:00	2212	2751	895	1317	0
10:05:00	2143	2751	865	1278	0
10:10:00	2917	2751	815	1245	857
10:15:00	2109	2474	83	1158	868
10:20:00	1977	2474	68	1059	850
10:25:00	2000	2474	68	1093	839
10:30:00	910	1607	64	3	843
10:35:00	1925	1607	953	123	849
10:40:00	1771	1607	835	95	841
10:45:00	1780	1633	847	100	833
10:50:00	1958	1633	1028	99	831
10:55:00	1956	1633	1011	100	845
11:00:00	1909	1914	969	100	840
11:05:00	1770	1914	933	3	834
11:10:00	2807	1914	869	1112	826
11:15:00	2749	2087	840	1072	837
11:20:00	2562	2087	768	964	830
11:25:00	1839	2087	807	1032	0
11:30:00	2140	2284	114	1195	831
11:35:00	2184	2284	117	1219	848
11:40:00	2132	2284	142	1185	805
11:45:00	2051	2208	78	1133	840
11:50:00	1787	2208	815	143	829
11:55:00	1744	2208	732	143	869
12:00:00	1829	2080	848	147	834
12:05:00	1908	2080	945	120	843
12:10:00	1893	2080	955	117	821
12:15:00	1932	1896	987	120	825
12:20:00	1866	1896	931	119	816
12:25:00	1756	1896	918	29	809

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12:30:00	2638	2039	894	942	802
12:35:00	1879	2039	845	1034	0
12:40:00	2813	2039	816	1187	810
12:45:00	2816	2499	811	1198	807
12:50:00	1310	2499	61	1249	0
12:55:00	2144	2499	61	1240	843
13:00:00	2034	2193	61	1158	815
13:05:00	1905	2193	51	1041	813
13:10:00	1728	2193	823	97	808
13:15:00	1761	1959	912	45	804
13:20:00	1812	1959	932	88	792
13:25:00	1830	1959	939	87	804
13:30:00	1878	1828	997	87	794
13:35:00	2746	1828	933	1020	793
13:40:00	2667	1828	900	985	782
13:45:00	2736	2375	870	1063	803
13:50:00	2747	2375	835	1108	804
13:55:00	2086	2375	46	1255	785
14:00:00	2109	2523	80	1249	780
14:05:00	2786	2523	830	1175	781
14:10:00	2158	2523	849	1106	203
14:15:00	1912	2393	869	1043	0
14:20:00	1716	2393	866	79	771
14:25:00	2678	2393	1013	1065	800
14:30:00	1803	1954	937	67	799
14:35:00	1766	1954	908	67	791
14:40:00	1743	1954	877	67	799
14:45:00	1671	1757	834	39	798
14:50:00	2514	1757	838	893	783
14:55:00	1990	1757	78	1121	791
15:00:00	1923	2085	78	1043	802
15:05:00	2355	2085	645	942	768
15:10:00	2679	2085	767	1148	764
15:15:00	2856	2417	961	1133	762
15:20:00	2792	2417	891	1115	786
15:25:00	2797	2417	950	1058	789
15:30:00	1908	2654	953	751	204
15:35:00	1895	2654	954	114	827
15:40:00	1796	2654	907	99	790
15:45:00	1740	1694	854	100	786
15:50:00	1676	1694	797	107	772
15:55:00	930	1694	148	3	779
16:00:00	1846	1615	148	902	796
16:05:00	1989	1615	119	1059	811
16:10:00	1971	1615	104	1060	807
16:15:00	2653	2018	682	1162	809
16:20:00	2483	2018	508	1169	806
16:25:00	2925	2018	970	1136	819
16:30:00	2734	2667	806	1099	829
16:35:00	2799	2667	938	1029	832
16:40:00	1825	2667	910	100	815
16:45:00	1798	2347	968	27	803
16:50:00	2690	2347	931	930	829
16:55:00	1841	2347	898	730	213
17:00:00	1842	2268	880	743	219
17:05:00	1789	2268	836	744	209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17:10:00	2106	2268	801	1096	209
17:15:00	2030	1852	810	1011	209
17:20:00	1247	1852	120	1127	0
17:25:00	1968	1852	117	1129	722
17:30:00	2018	1694	123	1097	798
17:35:00	1030	1694	124	133	773
17:40:00	1036	1694	102	135	799
17:45:00	1818	1360	880	139	799
17:50:00	1795	1360	859	140	796
17:55:00	2480	1360	623	1069	788
18:00:00	1722	1725	801	104	817
18:05:00	1698	1725	773	105	820
18:10:00	2655	1725	828	1017	810
18:15:00	2664	2015	797	1022	845
18:20:00	2614	2015	790	995	829
18:25:00	1660	2015	785	47	828
18:30:00	1758	2189	887	47	824
18:35:00	1751	2189	872	48	831
18:40:00	2809	2189	878	1105	826
18:45:00	2763	2303	851	1083	829
18:50:00	859	2303	757	102	0
18:55:00	2055	2303	150	1071	834
19:00:00	1163	1582	867	85	211
19:05:00	433	1582	137	84	212
19:10:00	452	1582	140	92	220
19:15:00	443	641	141	85	217
19:20:00	451	641	143	86	222
19:25:00	447	641	141	85	221
19:30:00	449	448	143	85	221
19:35:00	453	448	143	85	225
19:40:00	456	448	143	85	228
19:45:00	459	453	143	85	231
19:50:00	458	453	143	85	230
19:55:00	461	453	144	84	233
20:00:00	460	460	145	85	230
20:05:00	1500	460	145	437	918
20:10:00	1185	460	145	140	900
20:15:00	1179	1142	145	133	901
20:20:00	1148	1142	146	101	901
20:25:00	1732	1142	787	48	897
20:30:00	1149	1336	204	36	909
20:35:00	1151	1336	206	37	908
20:40:00	211	1336	208	3	0
20:45:00	1022	1020	62	3	957
20:50:00	1190	1020	264	826	100
20:55:00	1174	1020	104	1070	0
21:00:00	2196	1258	185	1064	947
21:05:00	2042	1258	161	937	944
21:10:00	2117	1258	147	1027	943
21:15:00	1299	2106	138	1161	0
21:20:00	1418	2106	142	1036	240
21:25:00	1513	2106	182	1090	241
21:30:00	1476	1563	182	1054	240
21:35:00	1284	1563	6	1036	242
21:40:00	2012	1563	971	1041	0
21:45:00	838	1580	593	3	242

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21:50:00	1680	1580	490	949	241
21:55:00	992	1580	702	48	242
22:00:00	1713	1191	742	47	924
22:05:00	2786	1191	721	1114	951
22:10:00	2832	1191	835	1006	991
22:15:00	1953	1853	953	65	935
22:20:00	1946	1853	928	88	930
22:25:00	2067	1853	904	87	1076
22:30:00	1913	1997	941	117	855
22:35:00	3094	1997	926	1132	1036
22:40:00	2712	1997	978	804	930
22:45:00	2115	2463	61	1105	949
22:50:00	1912	2463	804	1108	0
22:55:00	2710	2463	743	1038	929
23:00:00	2163	2027	129	1084	950
23:05:00	2112	2027	6	1143	963
23:10:00	2629	2027	590	1090	949
23:15:00	1157	2074	50	47	1060
23:20:00	2309	2074	288	1081	940
23:25:00	2208	2074	1015	113	1080
23:30:00	2001	1835	949	3	1049
23:35:00	2067	1835	1016	3	1048
23:40:00	2074	1835	1041	3	1030
23:45:00	2994	2127	1041	915	1038
23:50:00	3143	2127	1033	1064	1046
23:55:00	2804	2127	1008	1088	708
00:00:00	1803	2796	129	966	708
00:05:00	2328	2796	128	1129	1071
00:10:00	2321	2796	191	1076	1054
00:15:00	2314	2143	134	1139	1041
00:20:00	2256	2143	127	1103	1026
00:25:00	2215	2143	107	1069	1039
00:30:00	2131	2177	69	1045	1017
00:35:00	1842	2177	819	3	1020
00:40:00	1726	2177	650	47	1029
00:45:00	935	1905	663	47	225
00:50:00	942	1905	894	48	0
00:55:00	1785	1905	877	3	905
01:00:00	1732	1558	803	37	892
01:05:00	1862	1558	928	37	897
01:10:00	1766	1558	962	575	229
01:15:00	1844	1795	924	690	230
01:20:00	2211	1795	895	1086	230
01:25:00	2178	1795	859	1087	232
01:30:00	2930	1995	836	1059	1035
01:35:00	2381	1995	207	1146	1028
01:40:00	1343	1995	158	1185	0
01:45:00	2116	2388	59	1137	920
01:50:00	2052	2388	45	1092	915
01:55:00	1377	2388	95	1043	239
02:00:00	1857	1834	580	1037	240
02:05:00	254	1834	6	3	245
02:10:00	89	1834	86	3	0
02:15:00	391	783	159	2	230
02:20:00	903	783	900	3	0
02:25:00	807	783	550	48	209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

02:30:00	1410	583	416	96	898
02:35:00	1434	583	395	97	942
02:40:00	1603	583	584	47	972
02:45:00	1631	1439	731	48	852
02:50:00	1666	1439	727	83	856
02:55:00	922	1439	839	83	0
03:00:00	1651	1697	801	3	847
03:05:00	1933	1697	736	973	224
03:10:00	1737	1697	766	971	0
03:15:00	2643	1991	964	885	794
03:20:00	2677	1991	957	869	851
03:25:00	2747	1991	929	1006	812
03:30:00	3019	2657	897	1200	922
03:35:00	2929	2657	870	1141	918
03:40:00	2036	2657	6	1104	926
03:45:00	2089	2606	103	1071	915
03:50:00	1017	2606	101	3	913
03:55:00	1739	2606	851	3	885
04:00:00	1629	1607	630	118	881
04:05:00	1795	1607	770	117	908
04:10:00	1740	1607	742	116	882
04:15:00	1785	1676	763	117	905
04:20:00	870	1676	769	3	98
04:25:00	1891	1676	720	1074	97
04:30:00	1959	1535	714	1148	97
04:35:00	1917	1535	727	1095	95
04:40:00	1827	1535	744	1083	0
04:45:00	2605	1924	738	1053	814
04:50:00	2605	1924	727	1059	819
04:55:00	1183	1924	49	1134	0
05:00:00	2071	2493	107	1073	891
05:05:00	2033	2493	101	1056	876
05:10:00	2136	2493	1159	84	893
05:15:00	2026	1883	1073	78	875
05:20:00	2128	1883	1153	83	892
05:25:00	2056	1883	1170	3	883
05:30:00	2928	2039	1128	918	882
05:35:00	2080	2039	1150	930	0
05:40:00	2081	2039	940	1049	92
05:45:00	2286	2301	918	1276	92
05:50:00	2081	2301	849	1140	92
05:55:00	2781	2301	822	1141	818
06:00:00	2124	2172	58	1136	930
06:05:00	2055	2172	145	1083	827
06:10:00	2051	2172	160	1036	855
06:15:00	842	2186	0	3	839
06:20:00	1701	2186	761	75	865
06:25:00	1762	2186	822	75	865
06:30:00	1696	1444	778	74	844
06:35:00	1734	1444	813	74	847
06:40:00	1702	1444	776	75	851
06:45:00	1768	1742	771	116	881
06:50:00	2683	1742	732	1079	872
06:55:00	1912	1742	765	915	232
07:00:00	1876	1896	763	880	233
07:05:00	2097	1896	735	1130	232

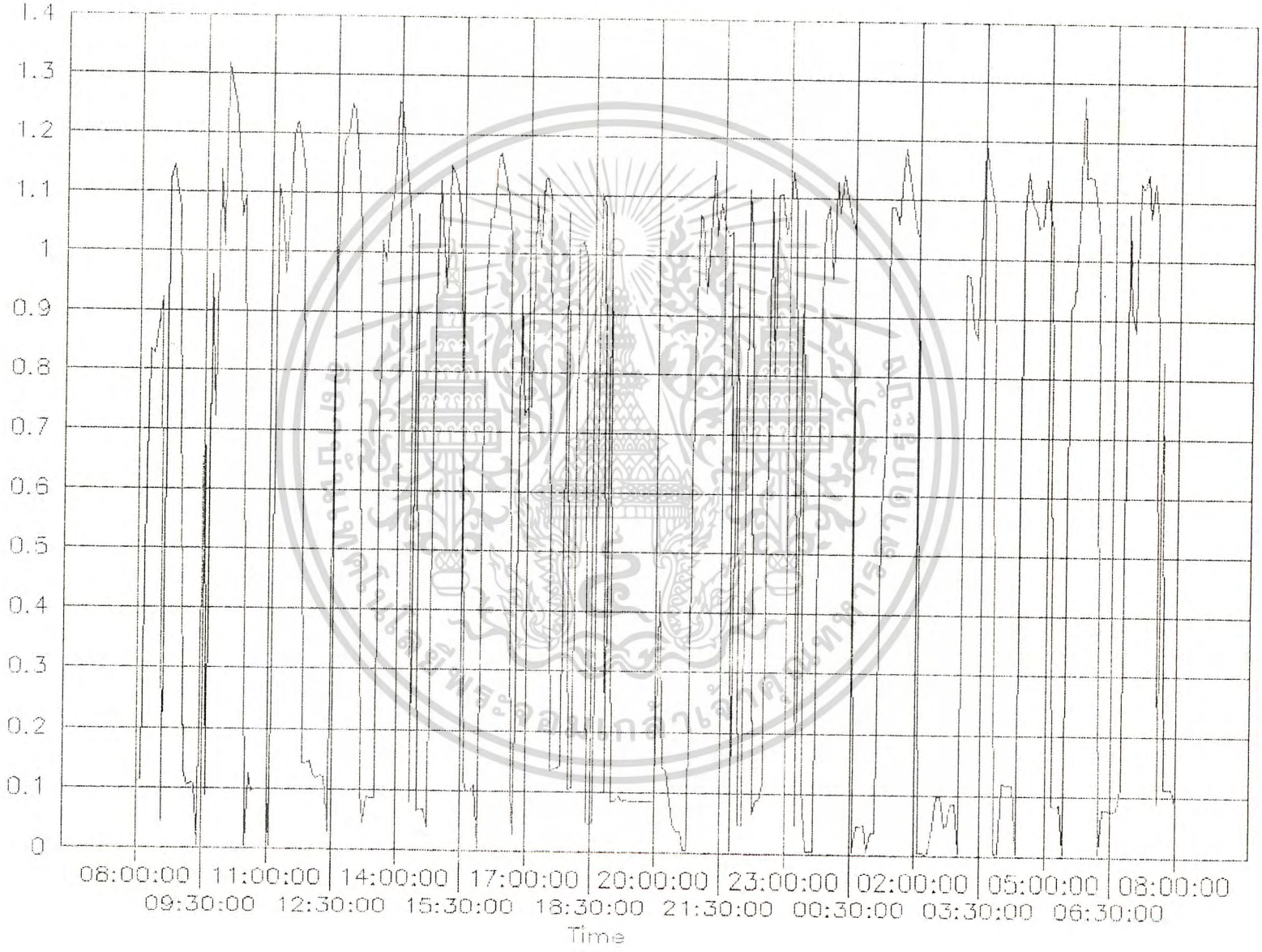
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

07:10:00	2016	1896	58	1119	839
07:15:00	2140	1988	131	1146	863
07:20:00	2067	1988	133	1071	863
07:25:00	2130	1988	131	1130	869
07:30:00	2081	2125	134	1074	873
07:35:00	1069	2125	133	86	850
07:40:00	2411	2125	720	831	860
07:45:00	1092	1601	100	112	880
07:50:00	1087	1601	101	112	874
07:55:00	1069	1601	102	113	854
08:00:00	1026	1070	134	86	850

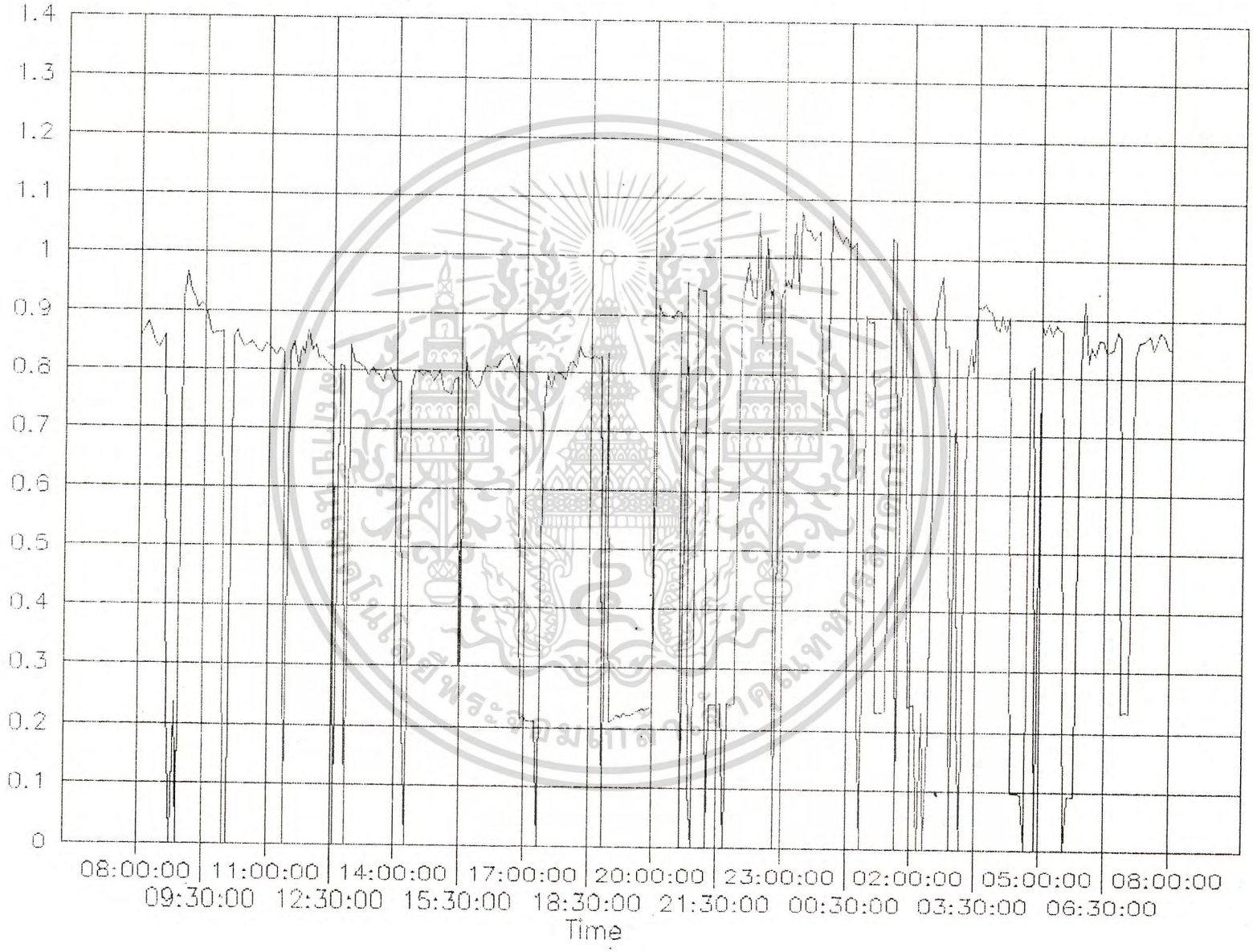
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 16 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 1

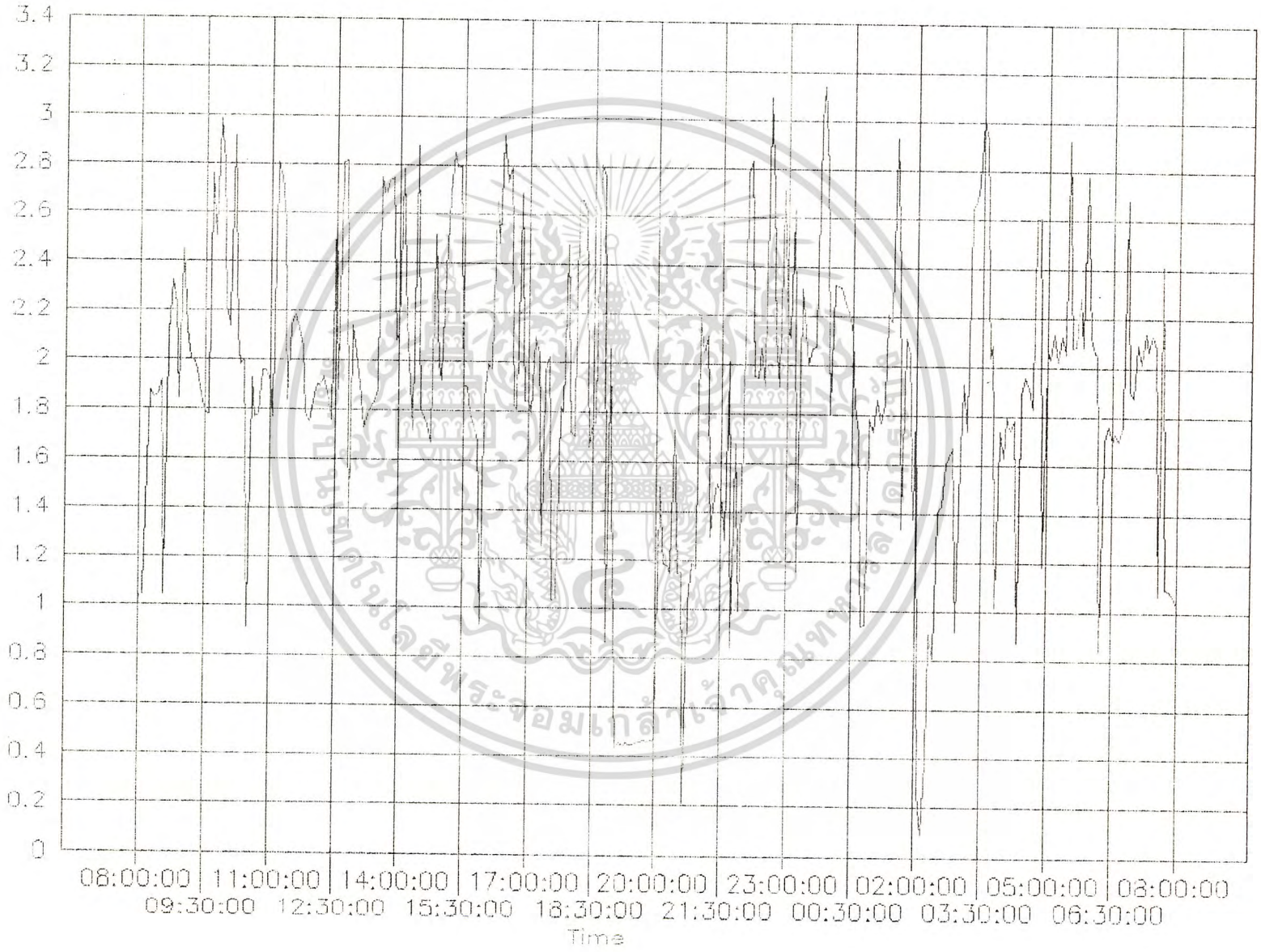
รูปที่ 17 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 2 ตัน ตัวที่ 2



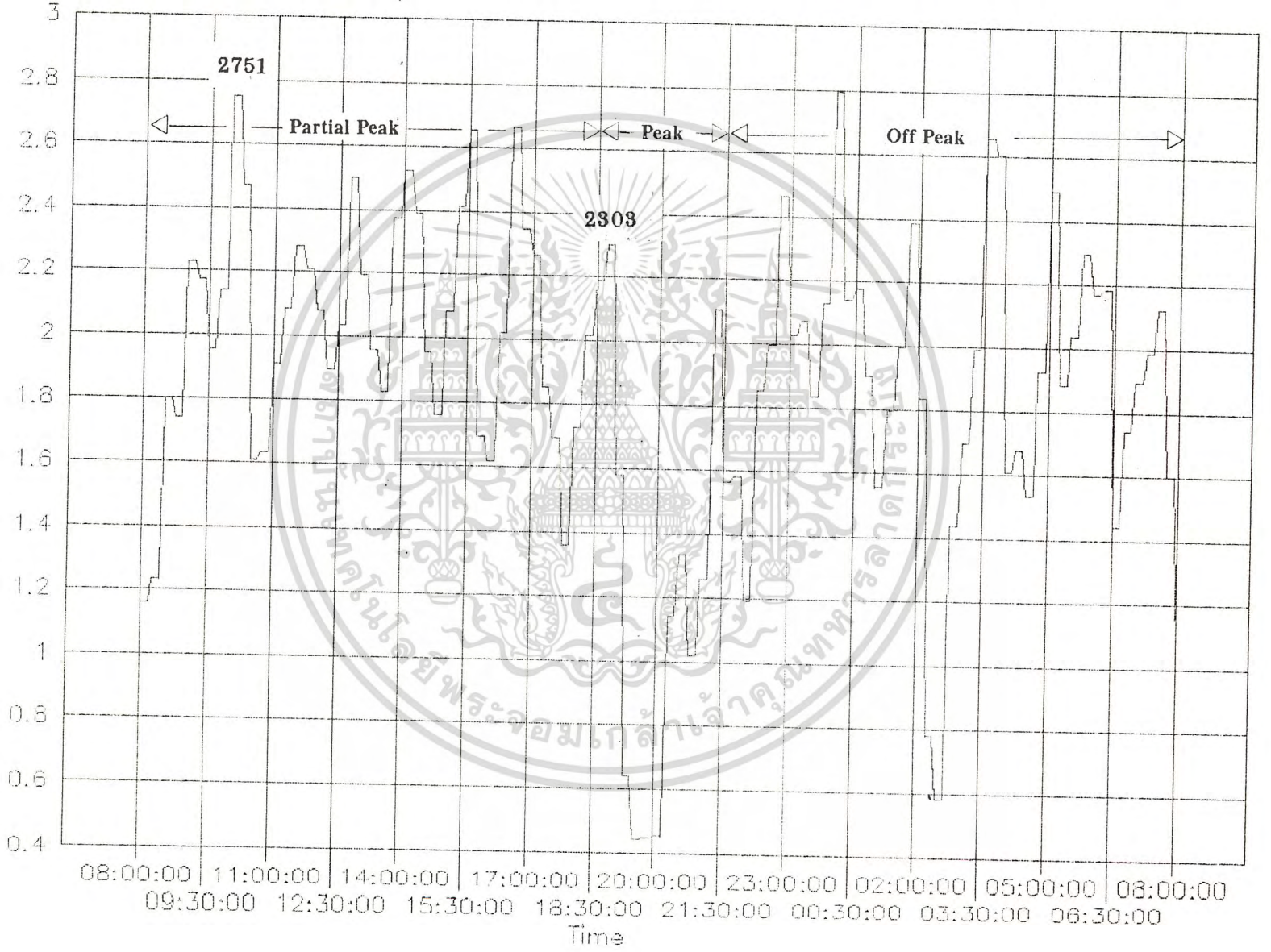
รูปที่ 18 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมขนาด 5 ตัน



รูปที่ 19 เส้นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของเตาหลอม ทั้ง 3 เตา



รูปที่ 20 เส้นกราฟของความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมของเตาหลอม ทั้ง 3 เตา



4.6 คำนวณการบริโภคพลังงานไฟฟ้าและแสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

กรณีศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมในโรงหล่อเหล็กเหนียว ถ้าพิจารณาว่าค่าความต้องการสูงสุดทั้งในช่วง Partial Peak และ ช่วง Peak ตามที่วัดได้มีค่าสูงสุดในรอบ 1 เดือน เราจะสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้นได้จากสูตร

$$C = DC_P \times P + EC \times E \quad (\text{เมื่อ } P \geq PP) \qquad \text{.....(1)}$$

$$C = DC_P \times P + DC_{PP} \times (PP - P) + EC \times E \quad (\text{เมื่อ } P < PP) \qquad \text{.....(2)}$$

จากกราฟ จะเห็นได้ว่าค่าความต้องการสูงสุดในช่วง Partial Peak มีค่า 2751 kW มากกว่าค่าความต้องการสูงสุดในช่วง Peak ซึ่งมีค่า 2303 kW สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ตามสมการที่ 2

โดยที่ DC_P = 305 บาทต่อกิโลวัตต์

DC_{PP} = 63 บาทต่อกิโลวัตต์

EC = 1.07 บาทต่อหน่วย

และเนื่องจากเครื่องวัด 3300 ACM สามารถวัดค่ากิโลวัตต์-ชั่วโมงได้ ทำให้เรารู้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 วัน

E = 45274 หน่วย (สมมุติให้เป็นค่าพลังงานเฉลี่ยต่อวัน)

$\therefore$ ใน 1 เดือนปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ $45274 \times 30 = 1{,}358{,}220$ หน่วย

$C = (305 \times 2303) + 63 \times (2751-2303) + (1.07 \times 1358220)$ บาท

$C = 702{,}415 + 28{,}224 + 1{,}453{,}295.4$ บาท

$C = 2{,}183{,}934.4$ บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า

เมื่อพิจารณากรณีศึกษาในโรงหล่อเหล็กเหนียวจาก Load Curve ของเตาหลอมแต่ละเตาจะเห็นได้ว่ามีการใช้พลังงานตามช่วงของการหลอมเหล็ก จะมีการใช้พลังงานสูงในช่วงเริ่มต้นของการหลอมโดยขึ้นอยู่กับชนิดและคุณภาพของเหล็ก จนกระทั่งได้น้ำเหล็กตามอุณหภูมิที่ต้องการ เมื่อถึงช่วงของการเทน้ำเหล็กลงแบบทรายก็จะมีการใช้พลังงานต่ำ ดังนี้ เตาหลอมขนาด 2 ตันตัวที่ 1 มีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยในการหลอมอยู่ในช่วง 950 ถึง 1050 กิโลวัตต์ และใช้พลังงานโดยเฉลี่ยในการเทน้ำเหล็ก 6 กิโลวัตต์ เตาหลอมขนาด 2 ตันตัวที่ 2 มีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยในการหลอมอยู่ในช่วง 1050 ถึง 1150 กิโลวัตต์ และใช้พลังงานโดยเฉลี่ยในการเทน้ำเหล็ก 3 กิโลวัตต์ เตาหลอมขนาด 5 ตัน มีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยในการหลอมอยู่ในช่วง 800 ถึง 900 กิโลวัตต์ และใช้พลังงานโดยเฉลี่ยในการเทน้ำเหล็กน้อยกว่า 1 กิโลวัตต์ เมื่อพิจารณา Load Curve รวมของเตาหลอมทั้ง 3 เตา จะได้ว่าการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1800 ถึง 2800 กิโลวัตต์ ทำให้โรงงานนี้ถูกจัดอยู่ในประเภทกิจการขนาดใหญ่ (มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงกว่า 2000 กิโลวัตต์) อัตราการคิดค่าไฟฟ้าจึงเป็นแบบ TOD Rate ทำให้ต้องเสียค่าพลังงานไฟฟ้ากิโลวัตต์-ชั่วโมงละ 1.07 บาท และยังต้องเสียค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า กิโลวัตต์ละ 305 บาท ในช่วง Peak และกิโลวัตต์ละ 63 บาทในช่วง Partial-Peak ยกเว้นในช่วง Off-Peak ไม่มีการคิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า

จากการคำนวณค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นใน 1 เดือนจะเห็นได้ว่าค่าไฟฟ้าในส่วนของพลังงานไฟฟ้าคิดเป็น 66.5% ในส่วนของความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดช่วง Peakคิดเป็น 32.2% และในส่วนของความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดช่วง Partial-Peak คิดเป็น 1.3%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าจะเห็นได้ชัดว่าค่าไฟฟ้าในส่วนของความต้องการพลังงานไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วนถึง 1 ใน 3 ของทั้งหมด สาเหตุเนื่องมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมไม่เหมาะสม โดยการทำงานในช่วงกลางวันมีการหลอมน้ำเหล็กอย่างต่อเนื่องเกินเข้ามาในตอนต้นของช่วง Peak ก่อนที่ จะลดการใช้พลังงานลงเพื่ออุ่นน้ำเหล็ก และสำหรับการทำงานต่อไปในช่วงกลางคืนได้เร่งการใช้พลังงานไฟฟ้าในตอนปลายของช่วง Peak แสดงว่าไม่มีการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างเหมาะสมในช่วง Peak

ผลที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องมากที่สุดควรจะรวบรวมข้อมูลอย่างน้อย 1 เดือน ถ้าสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปในแนวทางดังกล่าว การปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าของเตาหลอมควรเป็นตามข้อแนะนำต่อไปนี้

1. ถ้าสามารถทำได้ ไม่ควรใช้เตาหลอมทั้ง 3 เตาที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดในเวลาเดียวกัน
2. ถ้าจำเป็นต้องใช้งานเตาหลอมทั้ง 3 เตาด้วยกำลังไฟฟ้าสูงสุดในเวลาเดียวกัน ก็ไม่ควรใช้งานต่อเนื่องกันเกิน 15 นาที โดยเฉพาะในช่วง Peak
3. ในกรณีที่ไม่มีการเร่งการผลิต ก็สามารถที่จะควบคุมเตาหลอมไม่ให้มีการใช้พลังงานสูงอย่างต่อเนื่องเกินเข้ามาในช่วง Peak
4. ไม่ควรเปิดให้มีการทำงานล่วงเวลา เนื่องจากจะต้องมีการใช้เตาหลอมคาบเกี่ยวเข้ามาในช่วง Peak ในกรณีที่ไม่มีการเร่งการผลิต

แนวทางการศึกษาในขั้นต่อไปของโครงงานการบริหารพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมควรจะมีการติดตั้งเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าเพิ่มเติมในโหลดส่วนที่เหลือ เพื่อสามารถที่จะวิเคราะห์สภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

3300 ACM Installation & Operation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

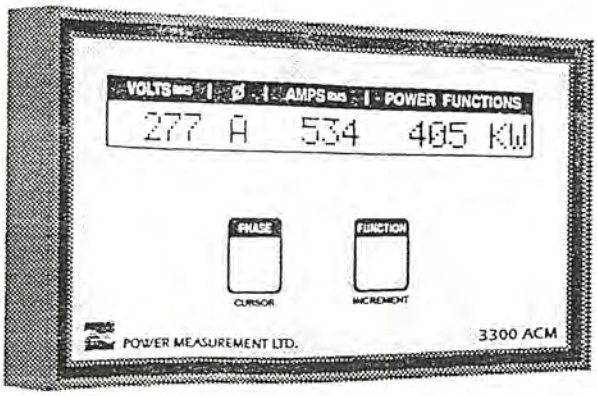
A choice of many measurement functions and displays

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

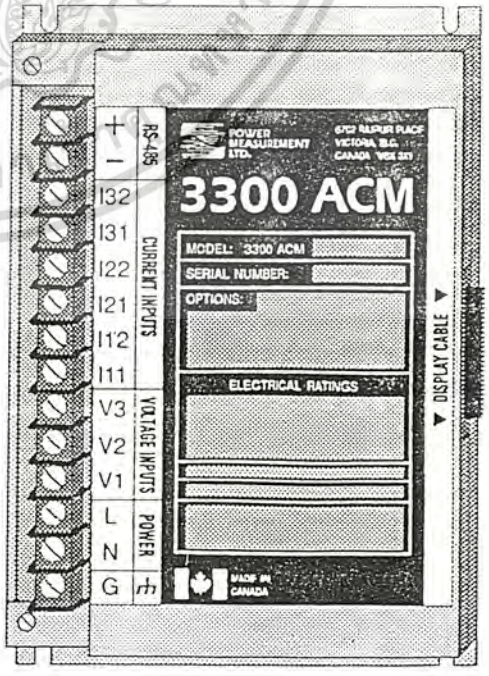
- Line to neutral voltages (Van, Vbn, Vcn)
- Line to neutral average voltage
- Line to line voltages (Vab, Vbc, Vca)
- Line to line average voltage
- Current on each phase (Ia, Ib, Ic)
- Average current
- KW total for all phases
- KWH total for all phases

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 CONNECTION FOR THREE PHASE WYE (STAR) SYSTEMS

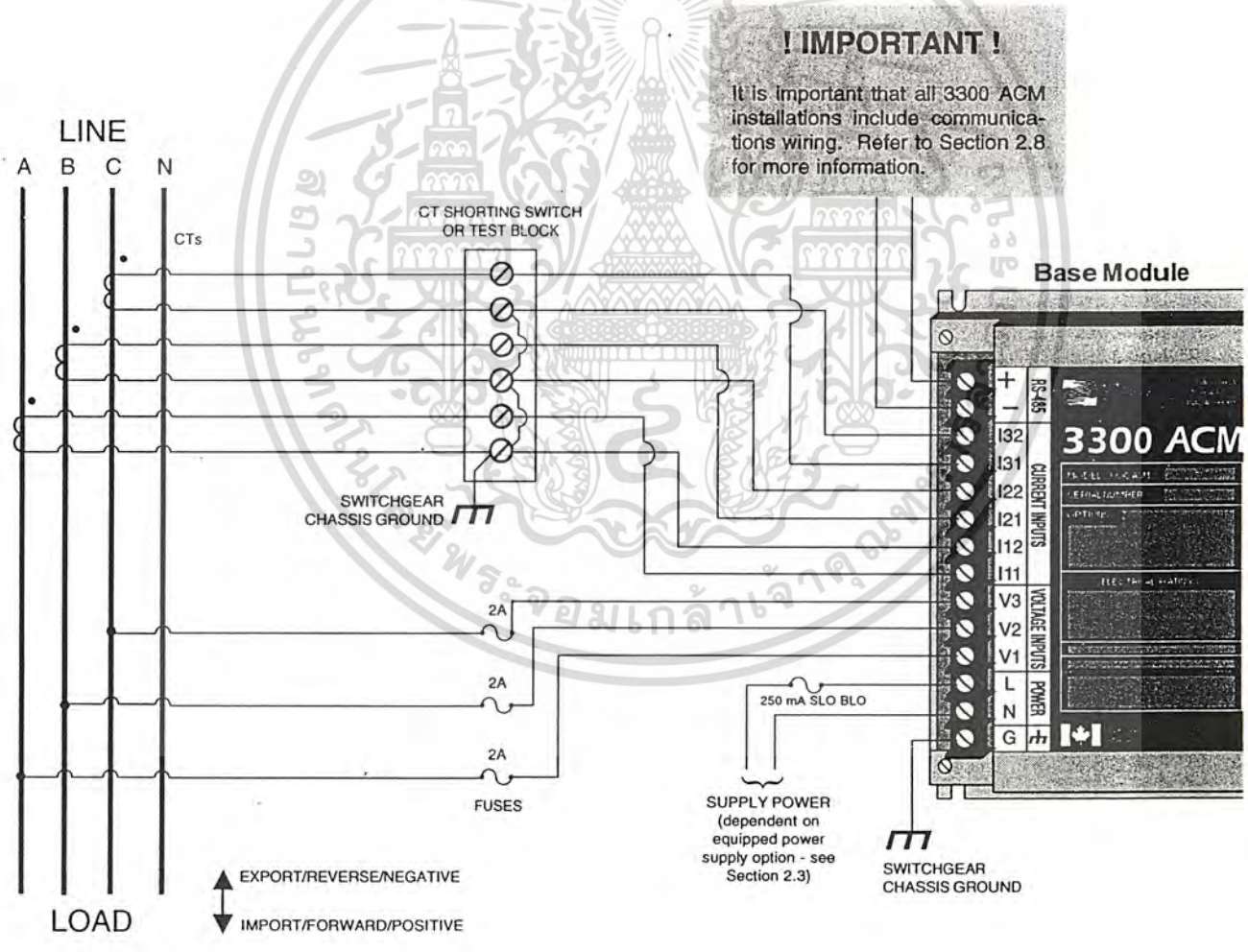
Figures 2.5.4a to 2.5.4d provide wiring diagrams for 4 and 3 wire Wye system configurations.

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)



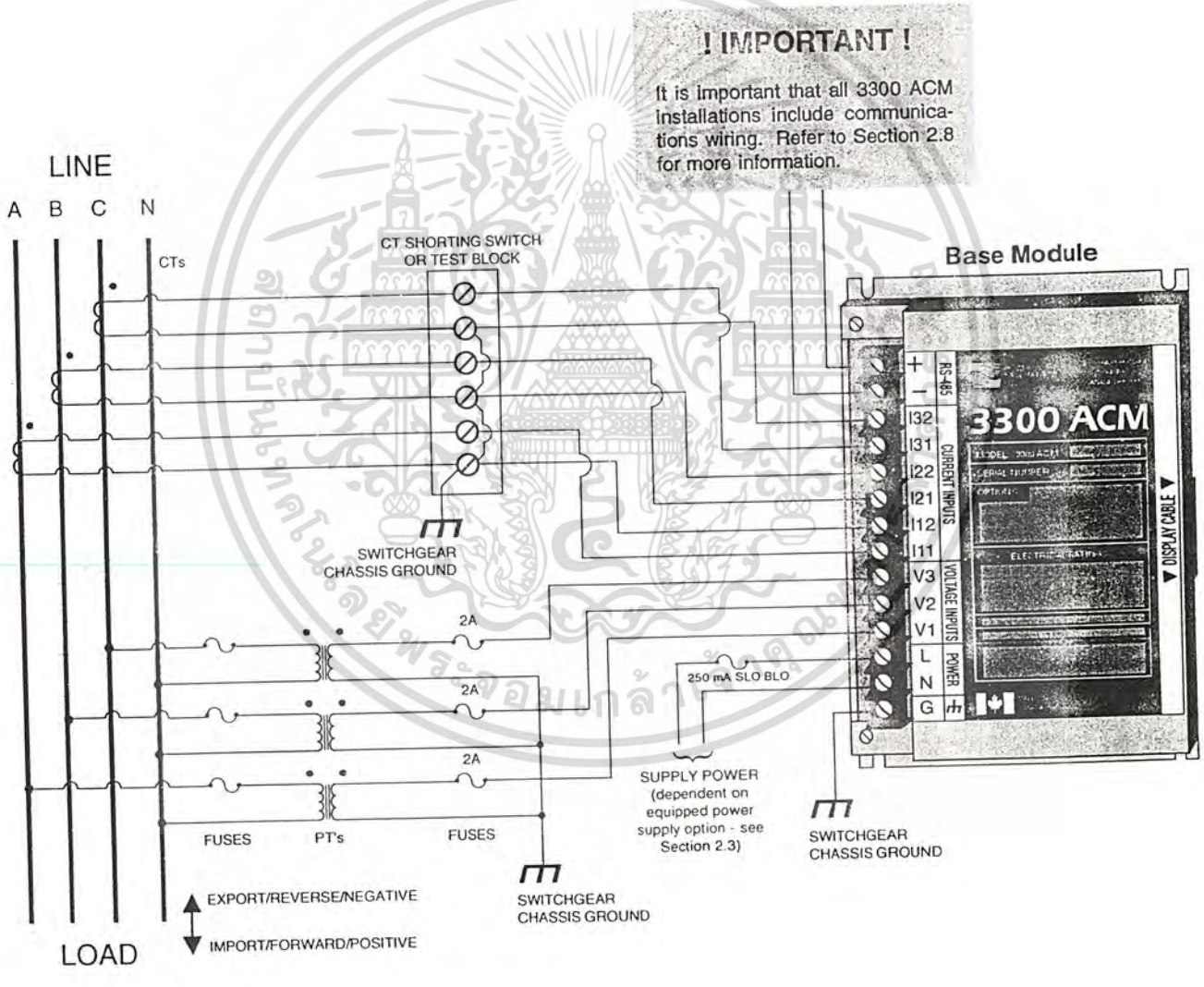
NOTES: 1. VOLTS MODE = 4 WIRE WYE 2. Note the polarity of each CT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

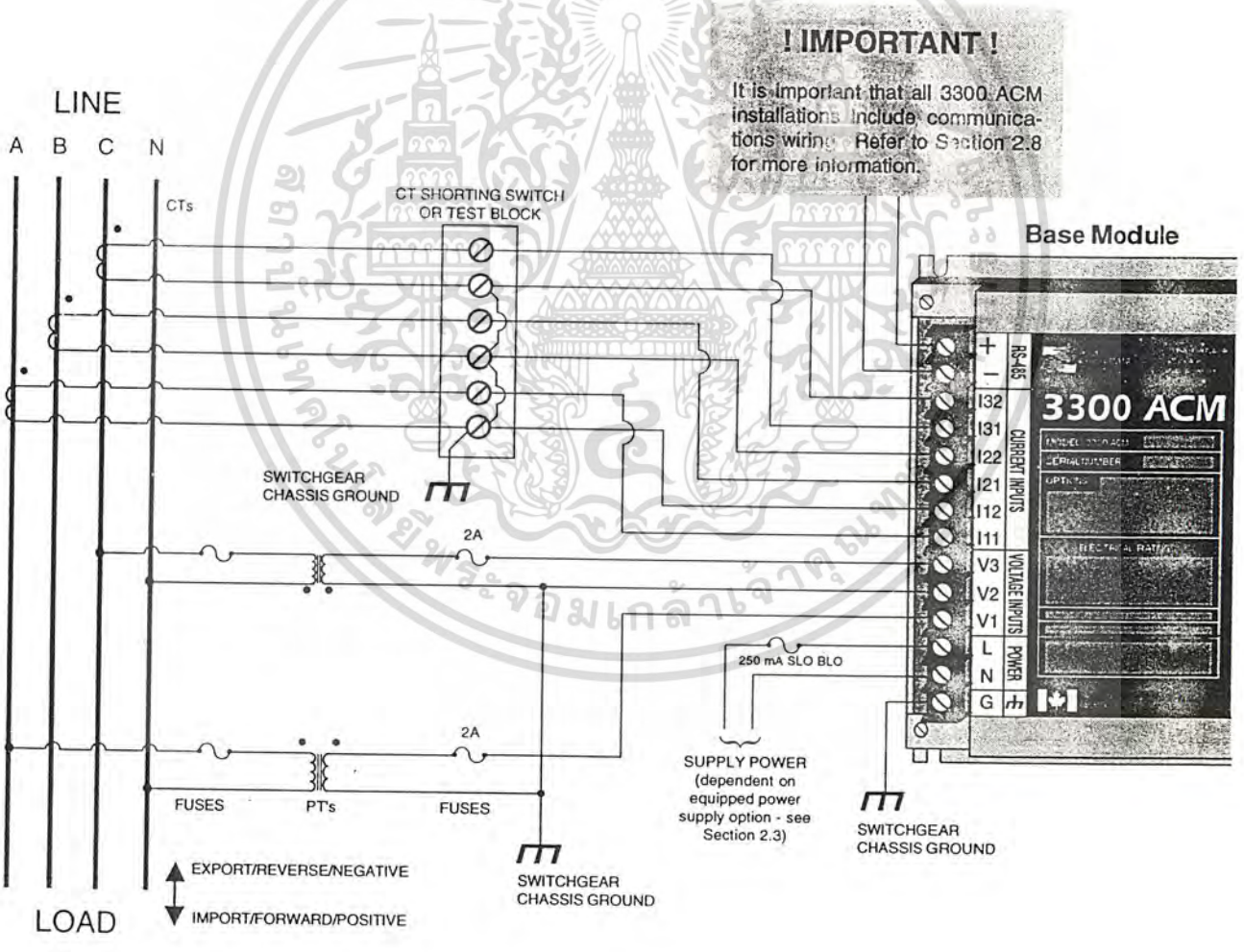
The 3300 ACM also supports a 2½-element connection scheme which requires only two PTs. In this mode, the phase B voltage reading is derived from the other available voltages.

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



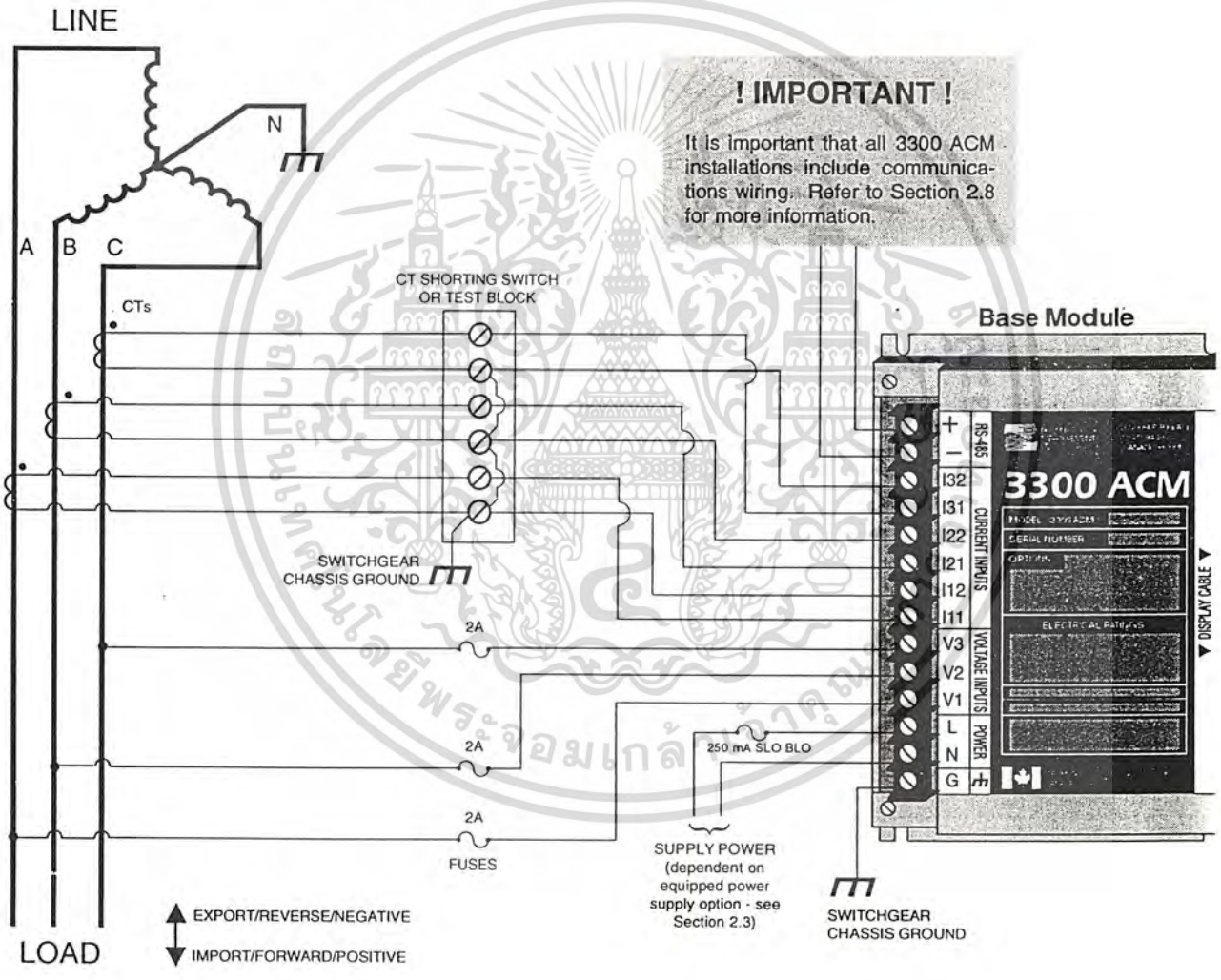
NOTES: 1. VOLTS MODE = 3 WIRE WYE 2. Note the polarity of each CT and PT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

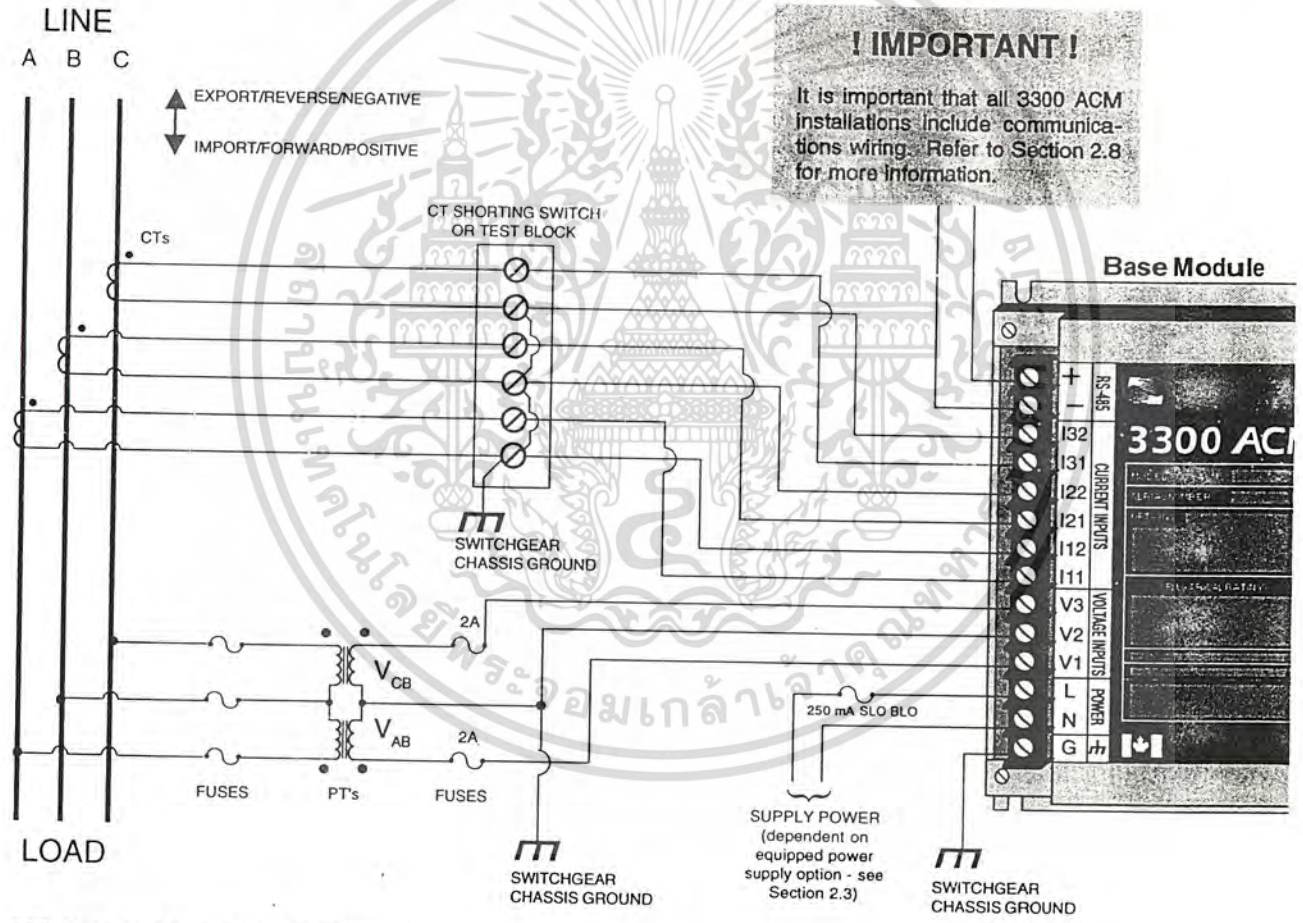
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 CONNECTION FOR THREE PHASE DELTA SYSTEMS

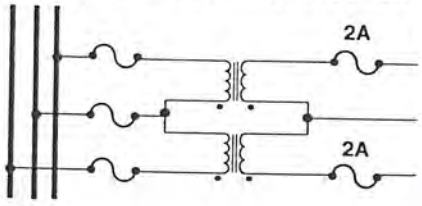
For ungrounded (floating) 3 wire Delta systems, the 3300 ACM always requires PTs and senses the line-to-line voltages between each of the phases.

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 PT POLARITY CONNECTION

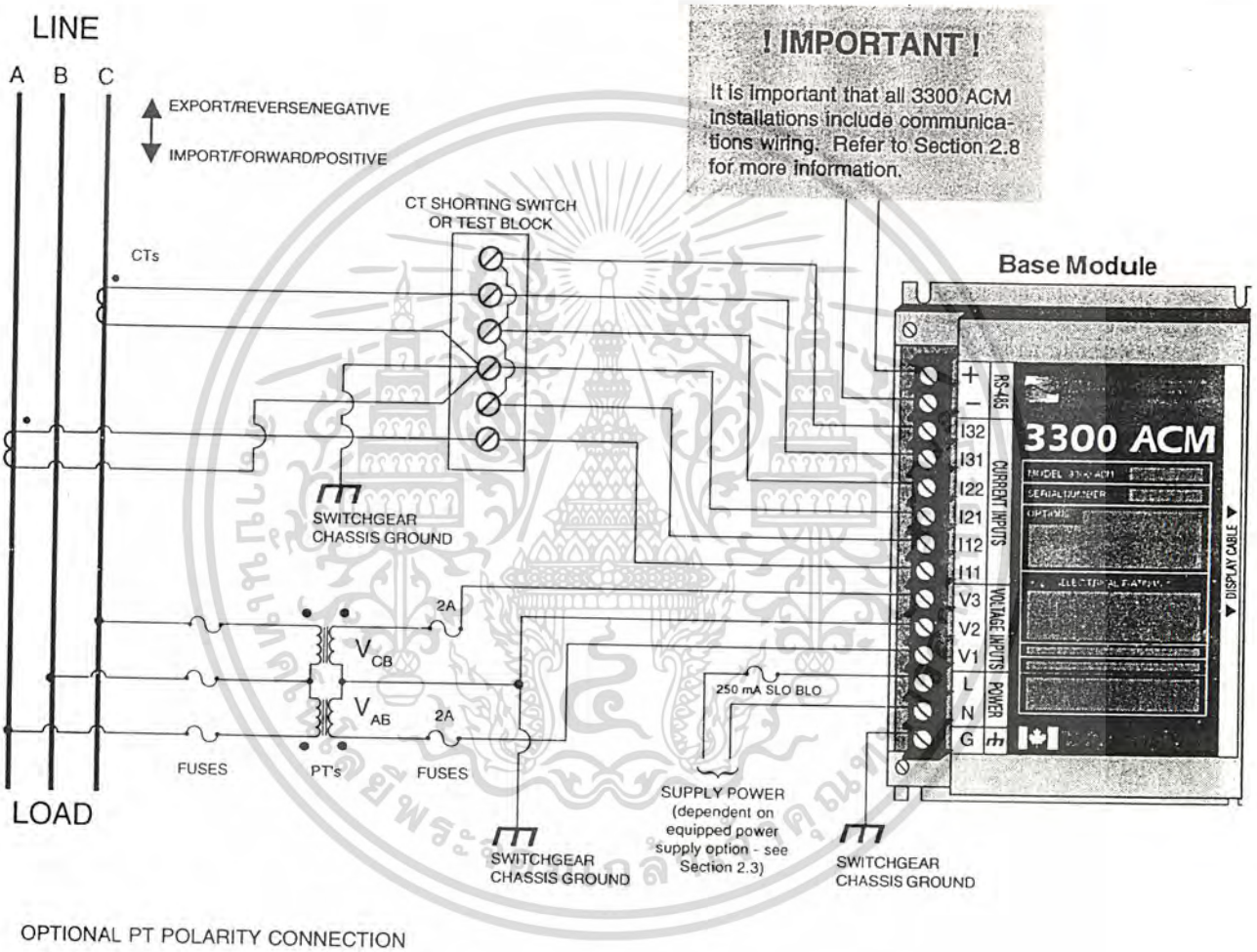


NOTES 1. VOLTS MODE = 3 WIRE DELTA 2. Note the polarity of each CT and PT.

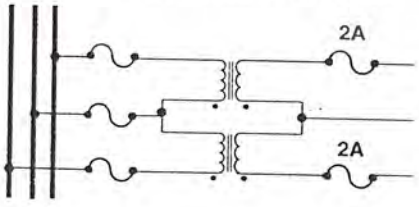
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

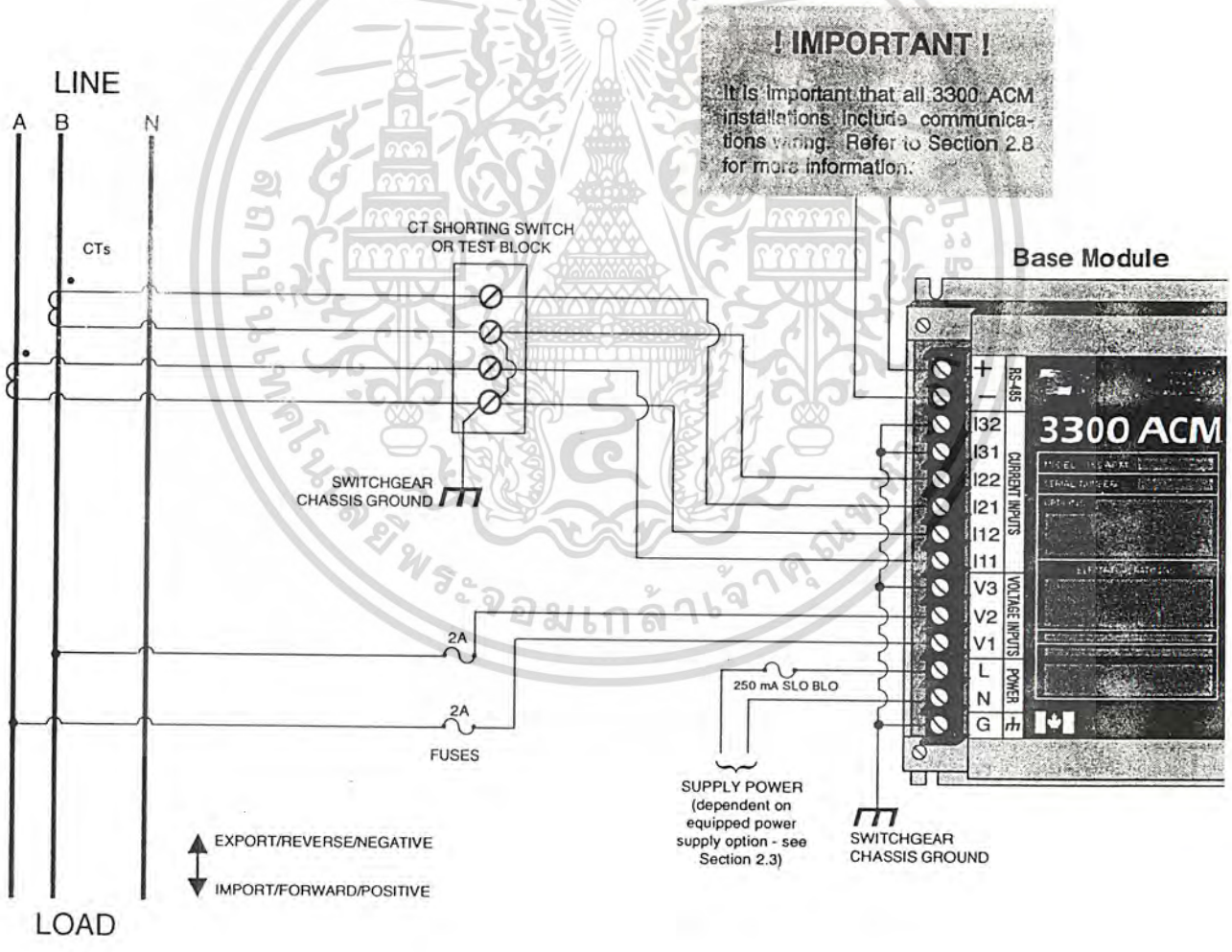
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

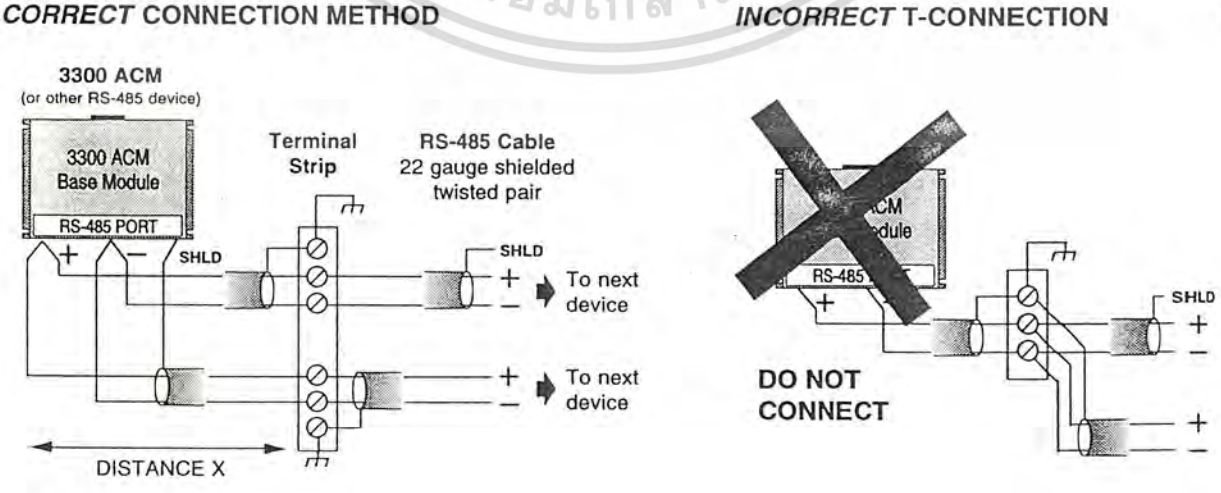
Connection Methods to Avoid

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

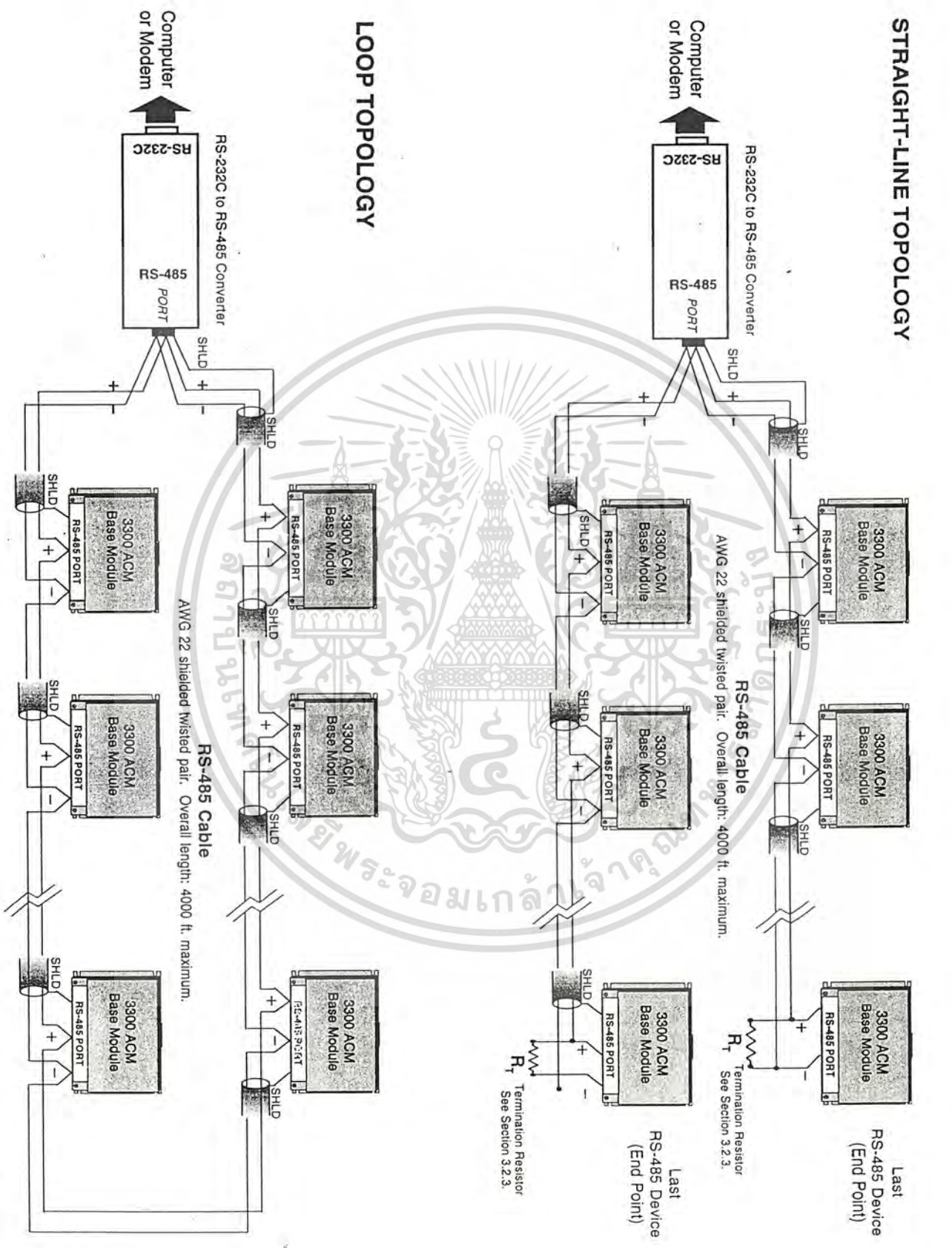
At any connection point on the RS-485 bus, no more than two (2) cables should be connected. This includes connection points on instruments, converters, and terminal strips. Following this guideline ensures that star and tee connections are avoided.

Figure 2.8.1 RS-485 Intermediate Terminal Strip Connection



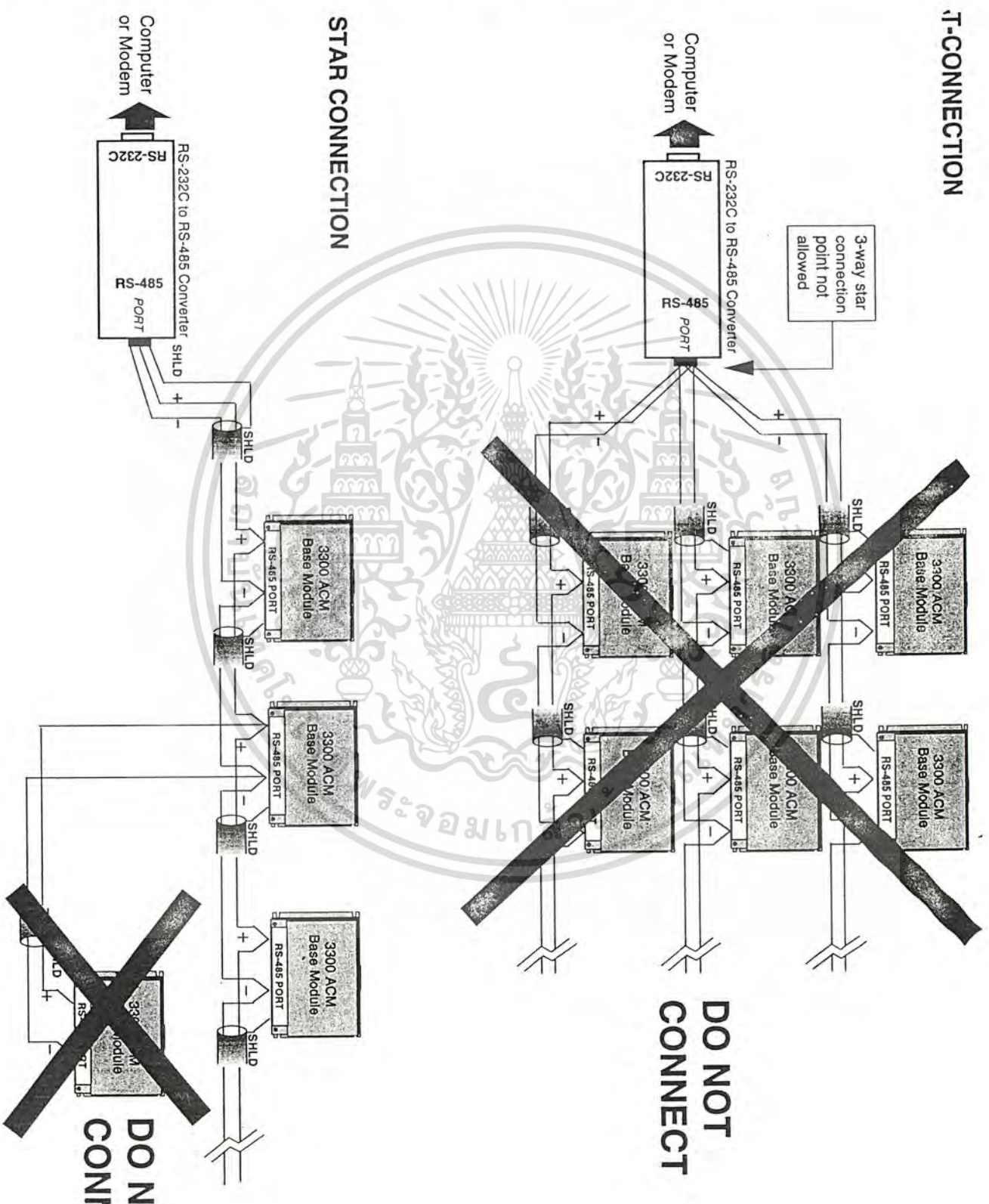
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2.8.2 RS-485 Communications Connections



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2.8.3 RS-485 Topologies to Avoid



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

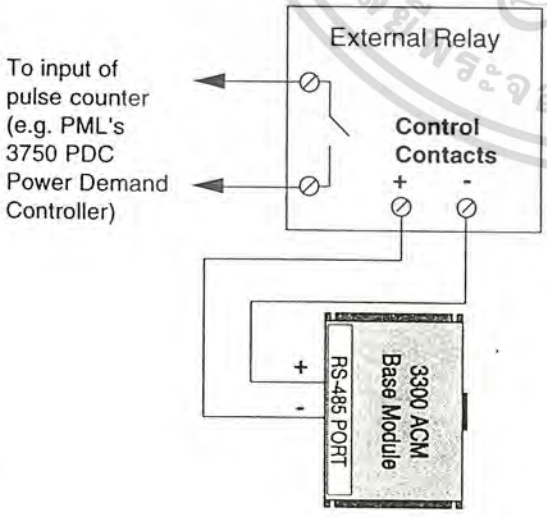
2.9 KWH PULSE OUTPUT

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.

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์การที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

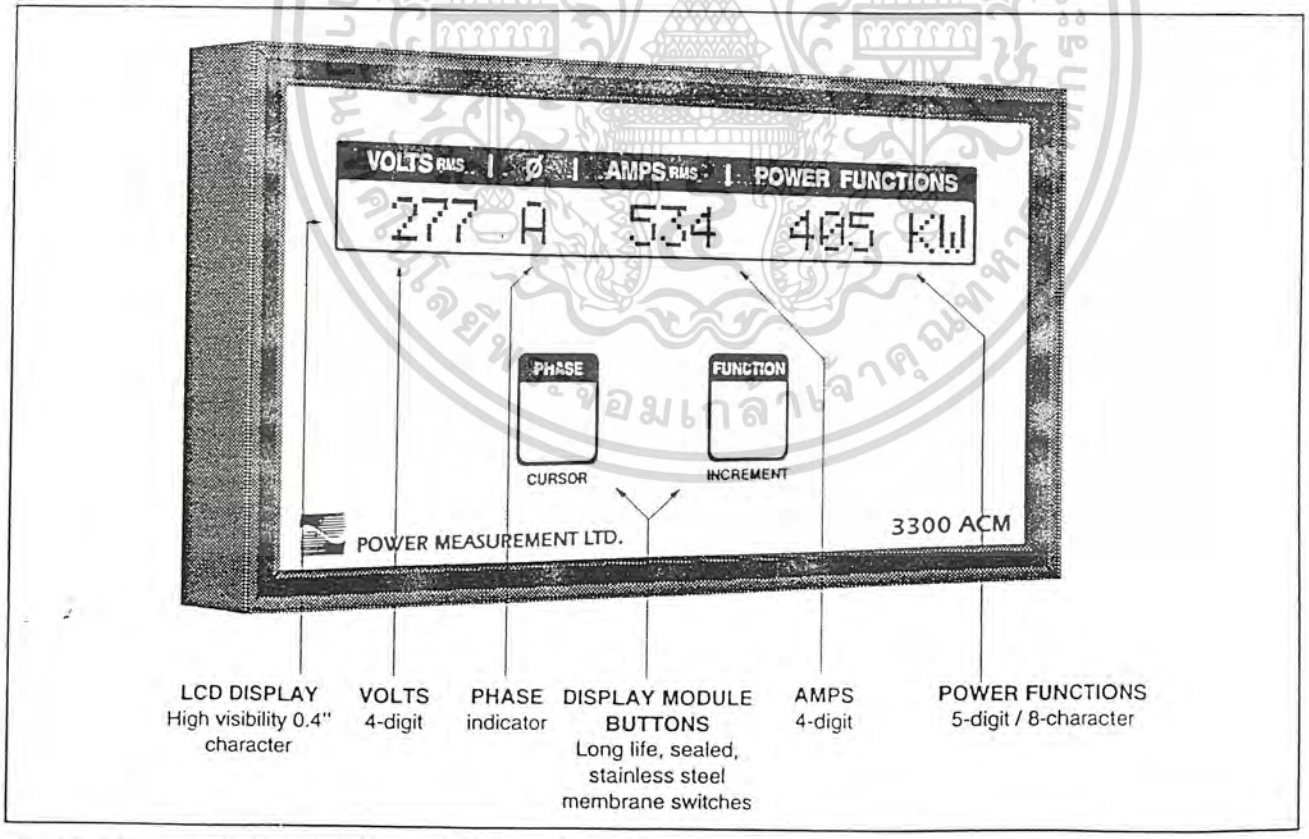


Figure 3.2.1 3300 ACM Display Module Front Panel Features

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์การที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

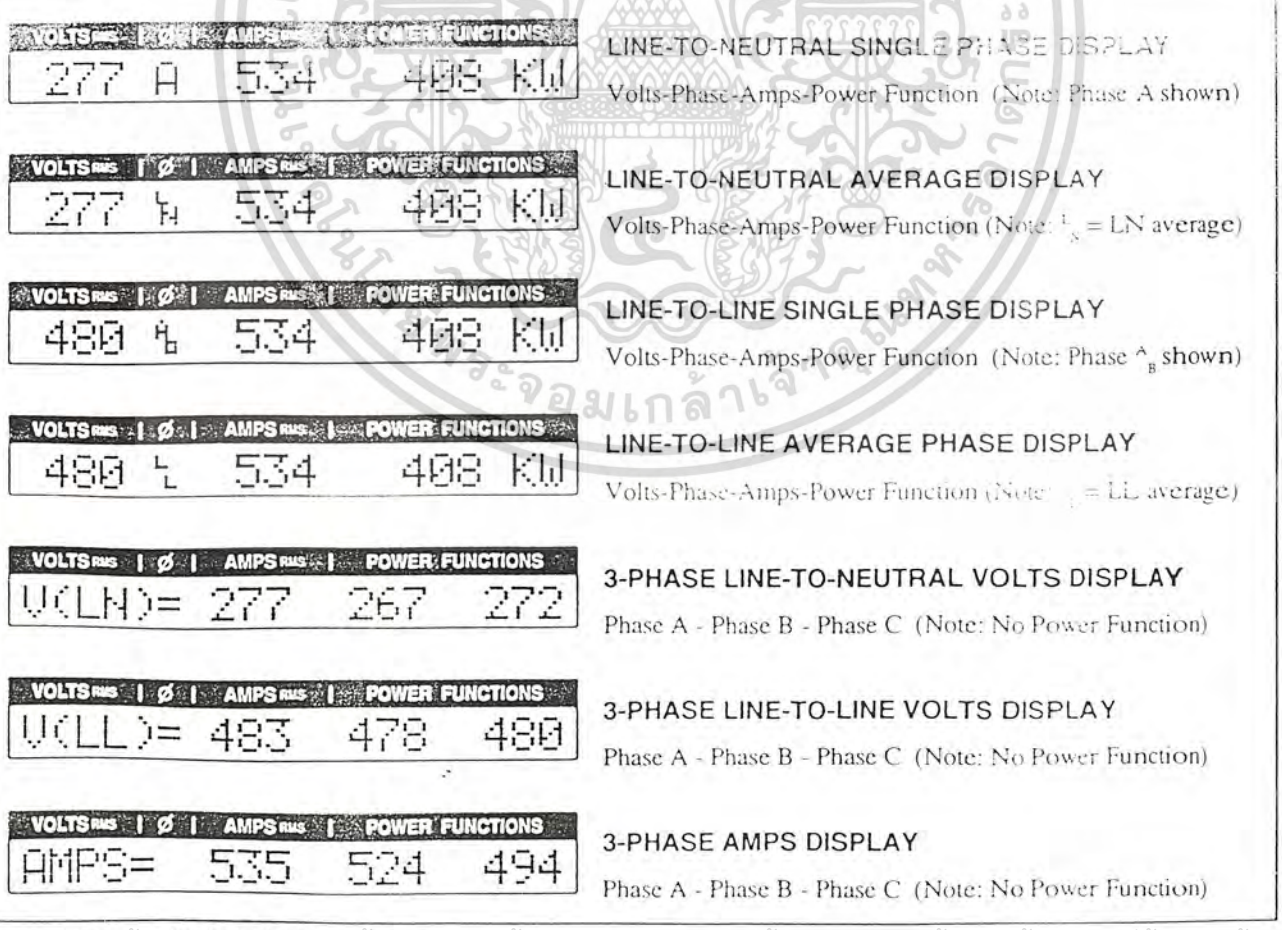


Figure 3.2.3 3300 ACM Phase Displays

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

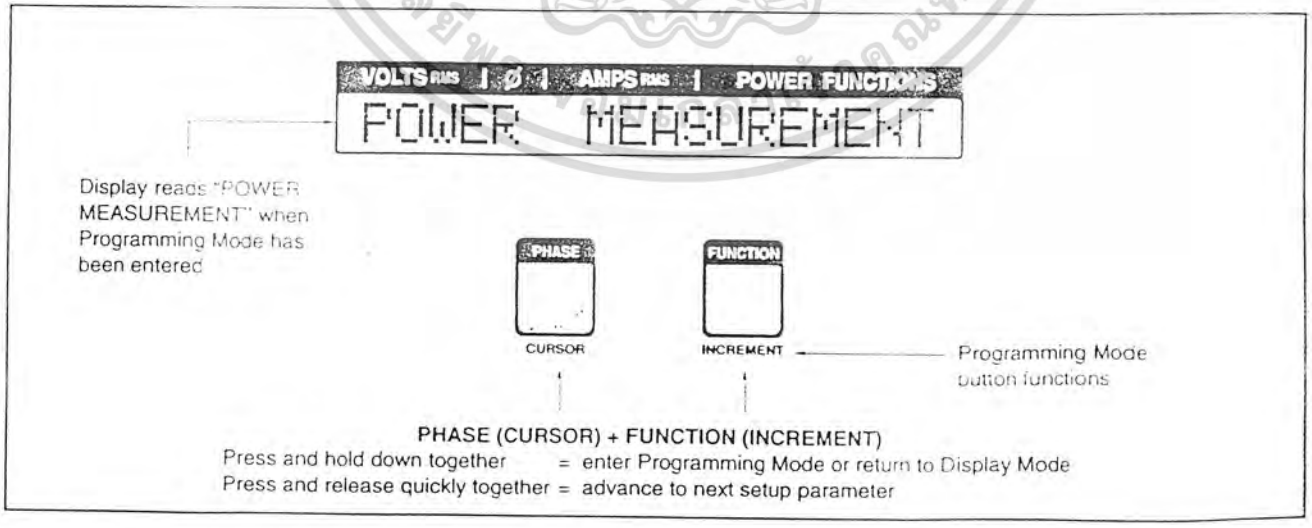


Figure 3.3.1a Programming Mode Display and Button Functions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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, f, 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

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

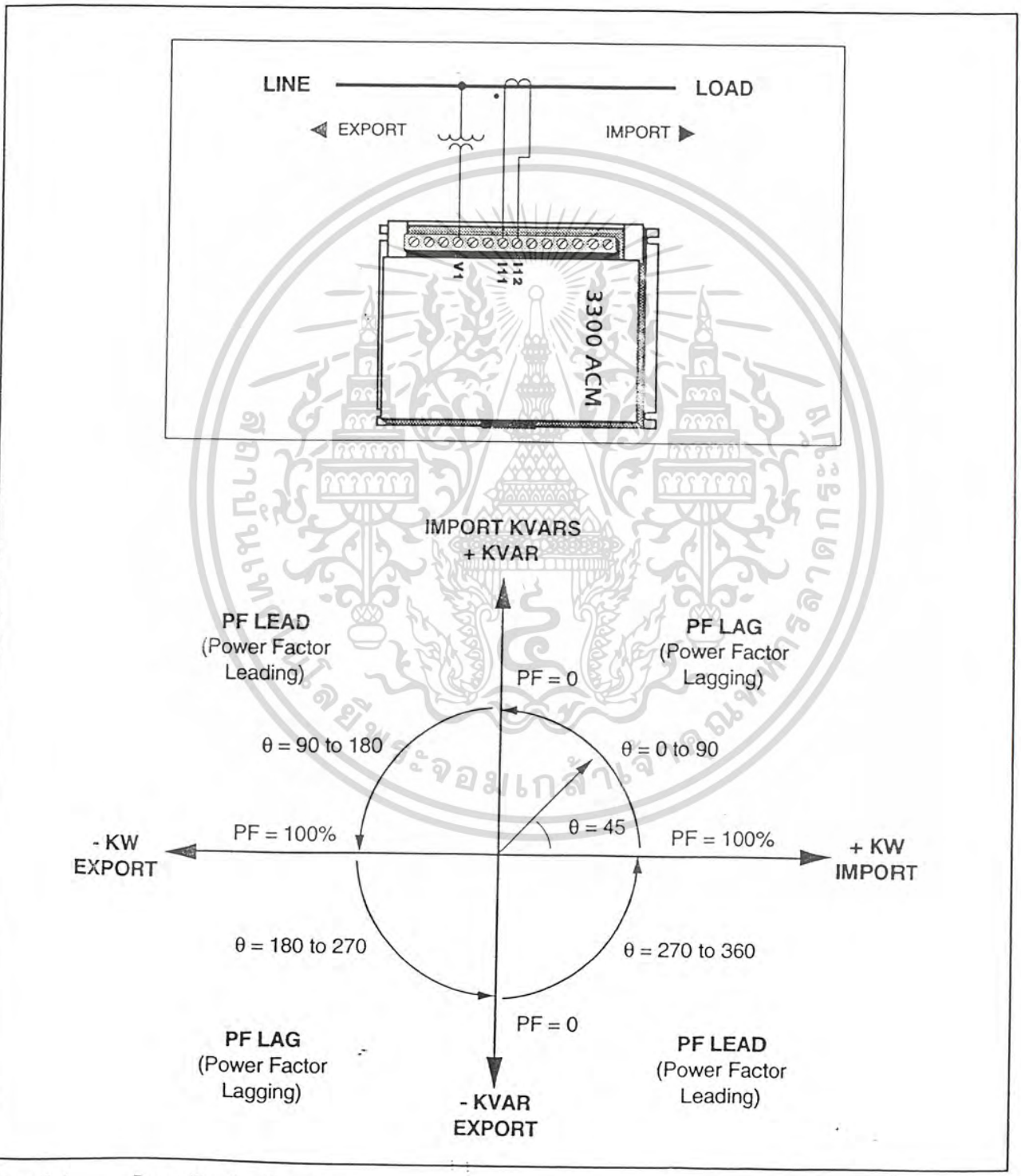


Figure 3.4 Power Reading Polarities

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

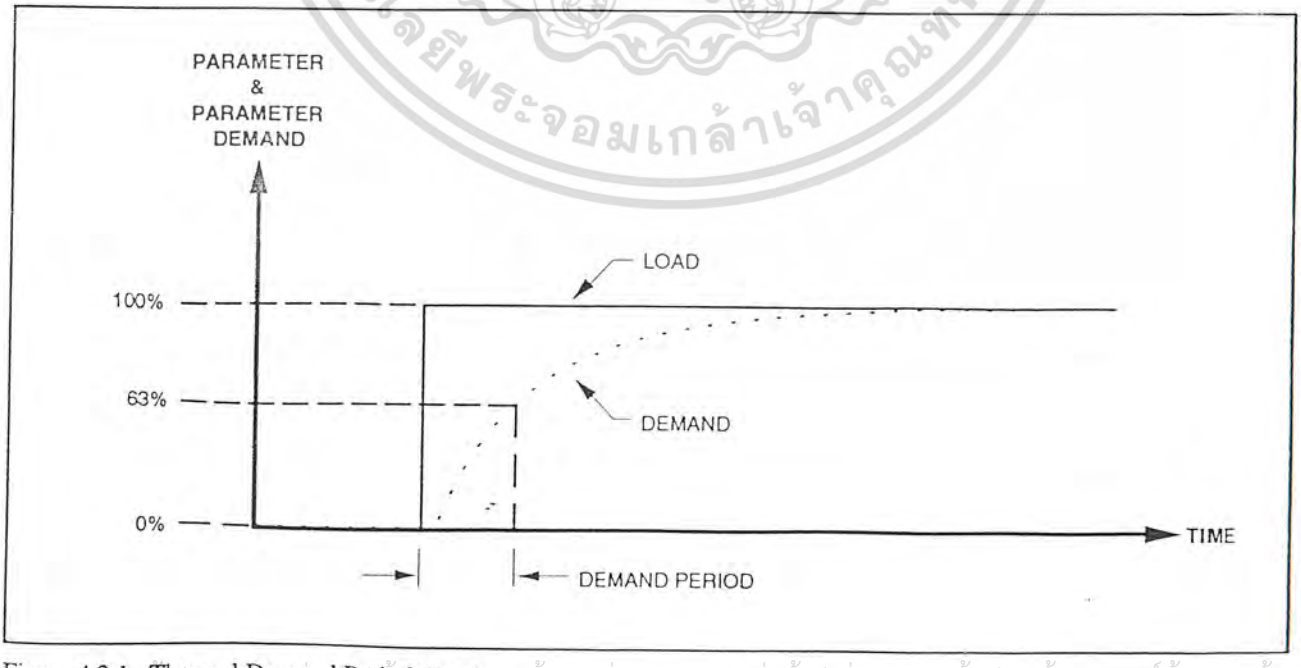


Figure 4.2.1 Thermal Demand Period Graph

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 <u>one end only</u>.

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, <u>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.</u>

... continued

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

L-SCADA Installation & Operation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ($3^1/_2$" and $5^1/_4$" 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 each 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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:

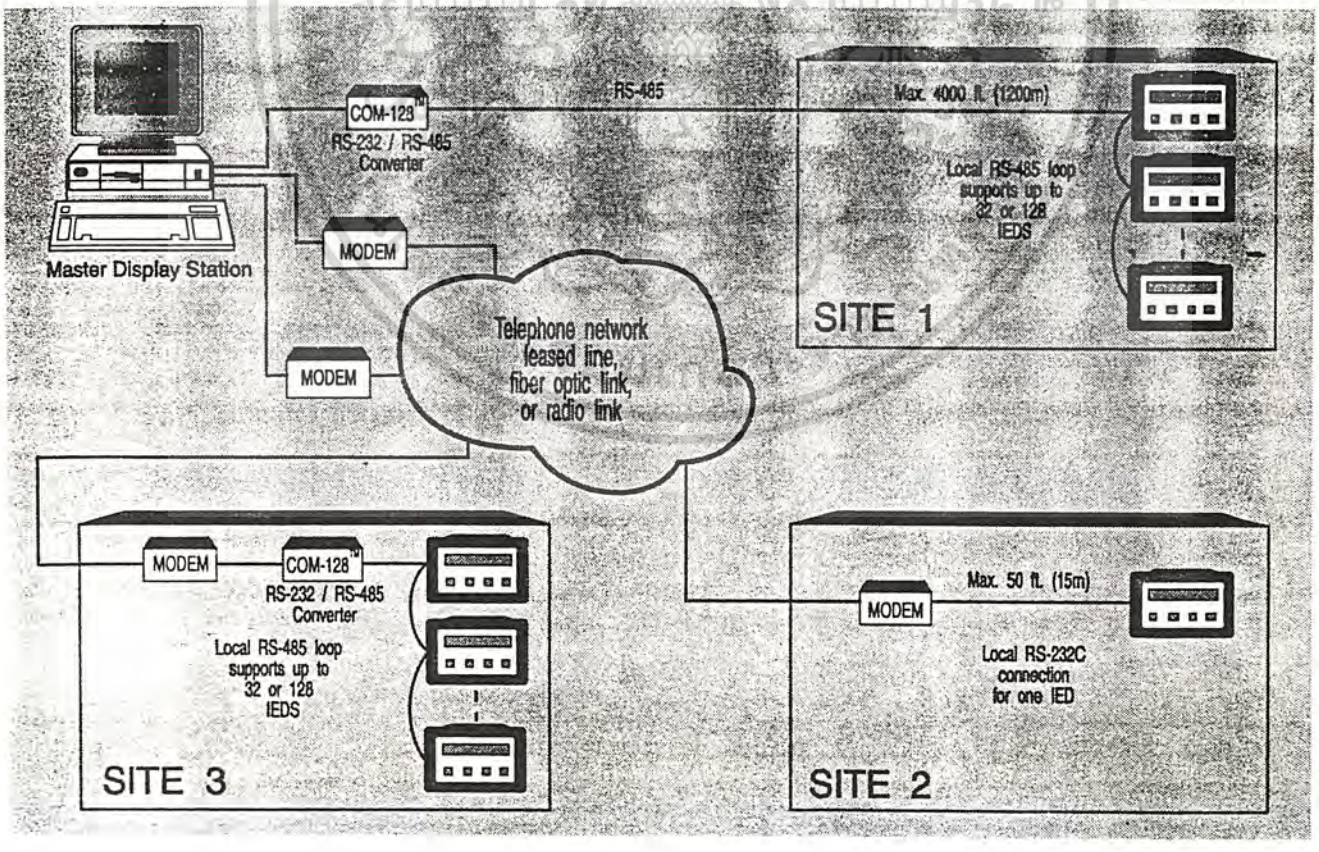
- Hayes V-series 9600
- Hayes Optima 96
- Hayes Smartmodem 2400
- USRobotics Courier Series
- Motorola UDS V.3225

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

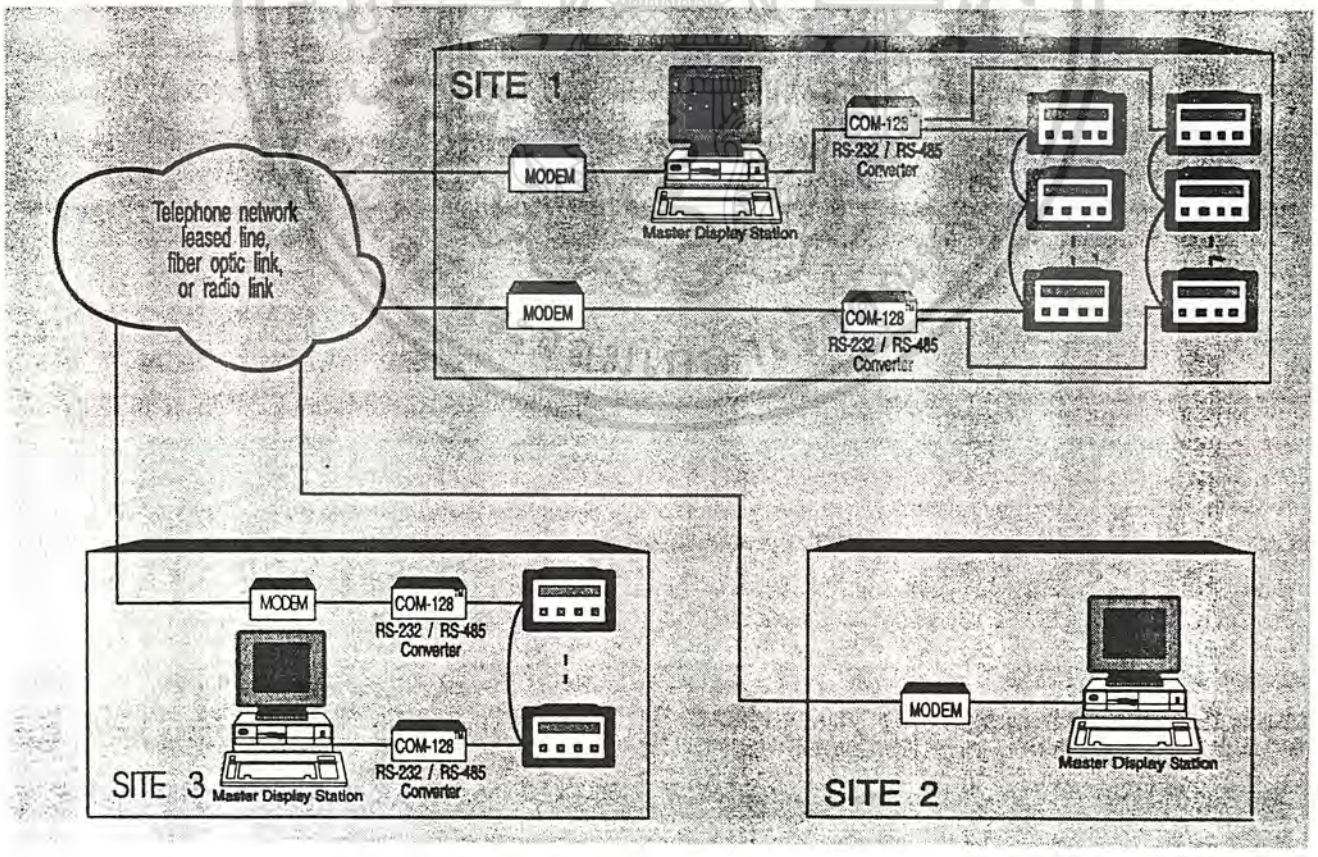
The example in Figure 2.4.4 illustrates an application using three stations. Each MDS provides a different level of access to other sites:

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

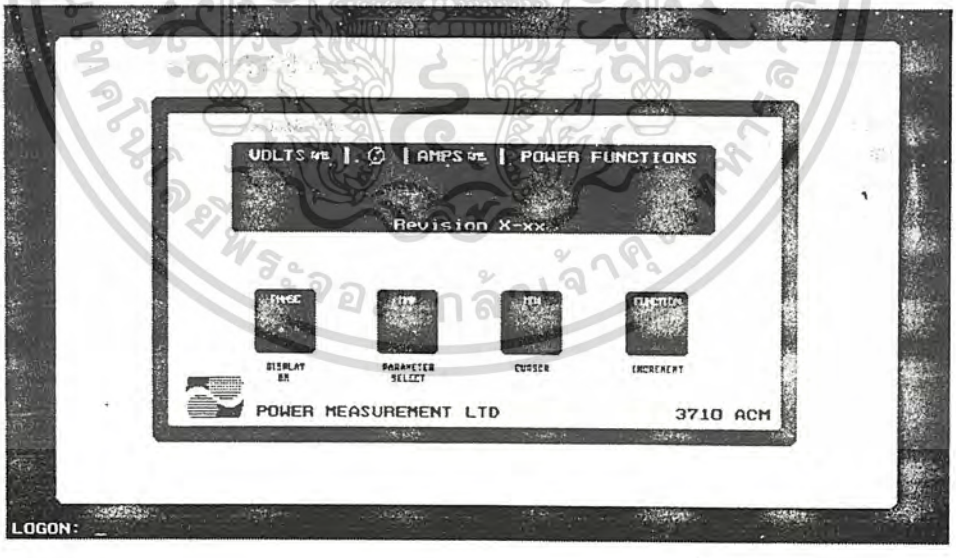
Once the software has been installed (see Chapter 2), make sure that the current directory is the directory containing the SCADA software (usually C:\PML). Check that the hardware key is installed if required. Then type one of the following at the DOS prompt and press Enter:

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

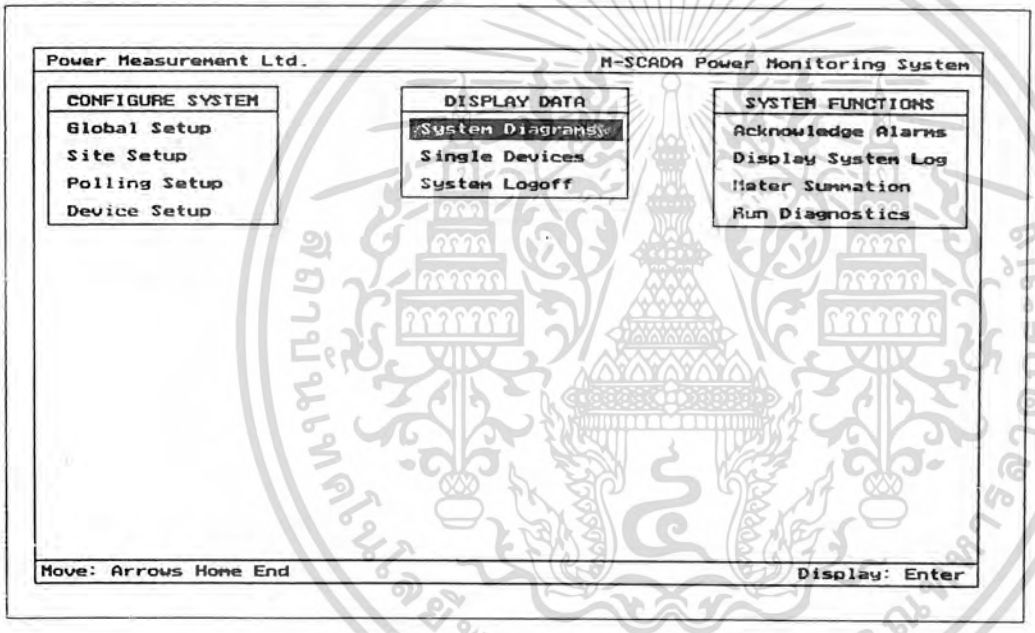
3.3 THE MENU SYSTEM

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 CONFIGURING THE GLOBAL SETTINGS

3.4.1 INTRODUCTION

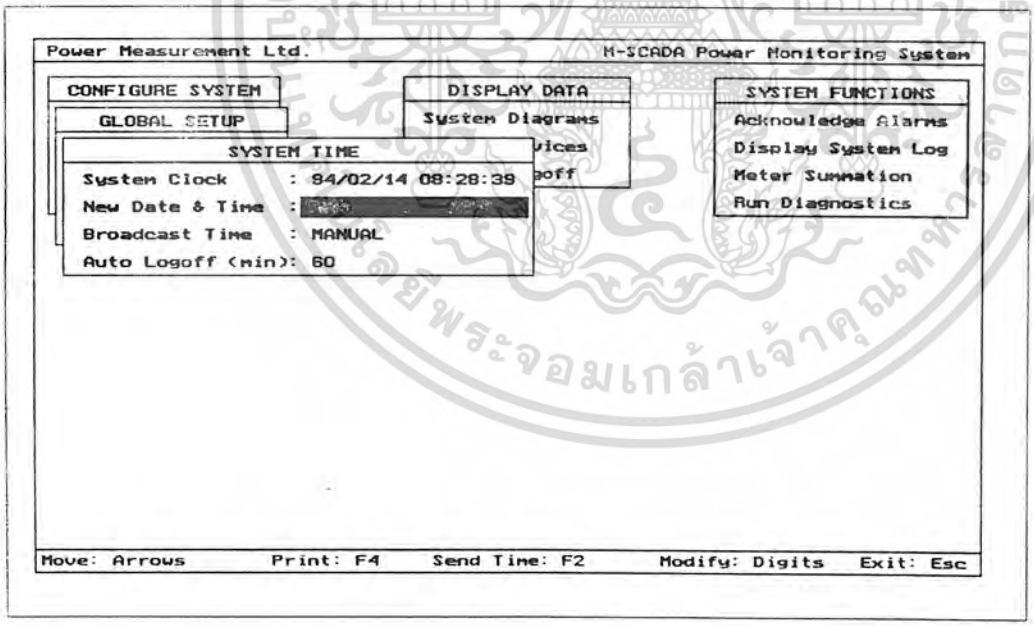
A SUPERVISOR can select the GLOBAL SETUP option, to change *System Security*, the *System Time*, the *File Archival* intervals, and the *Printer Setup*.

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, it 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 MANUAL). 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

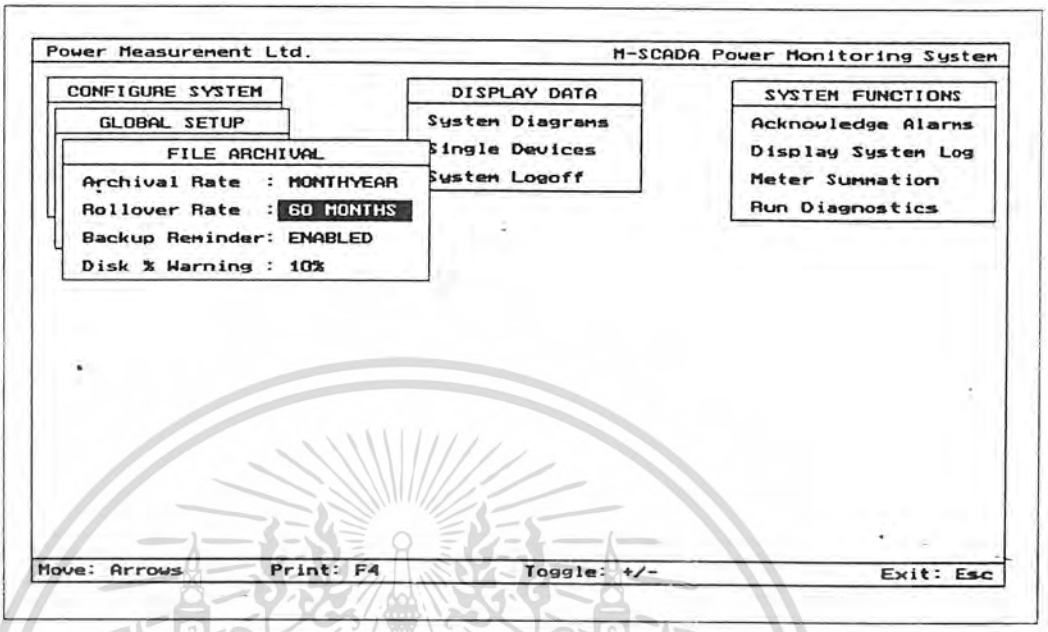
M-SCADA and L-SCADA support multi-master SCADA systems. Only one MDS should be used to broadcast the time.

Auto Logoff
This specifies the time delay after the last key has been pressed until the person using the MDS is automatically logged off. This feature will help prevent unauthorized access to the system if a person with a high security clearance forgets 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 interval (2, 5, 10, 15, 20, 30 or 60 minutes). To disable the Auto Logoff feature, select the default (NO).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

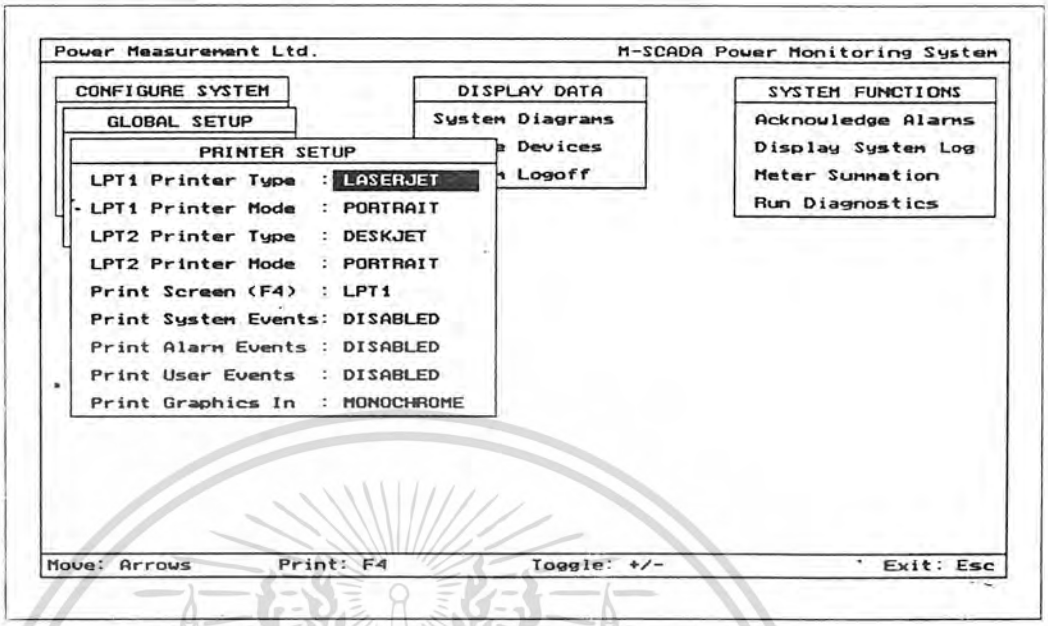
2) The *Rollover Rate* defines the number of months of data the system will retain on the hard disk. After the specified number of months, the oldest month of data logs will be replaced by logs obtained in the current month. To set a new rollover rate, move the cursor to this field and use the +/- keys 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 SITE CONFIGURATION

4.1 INTRODUCTION

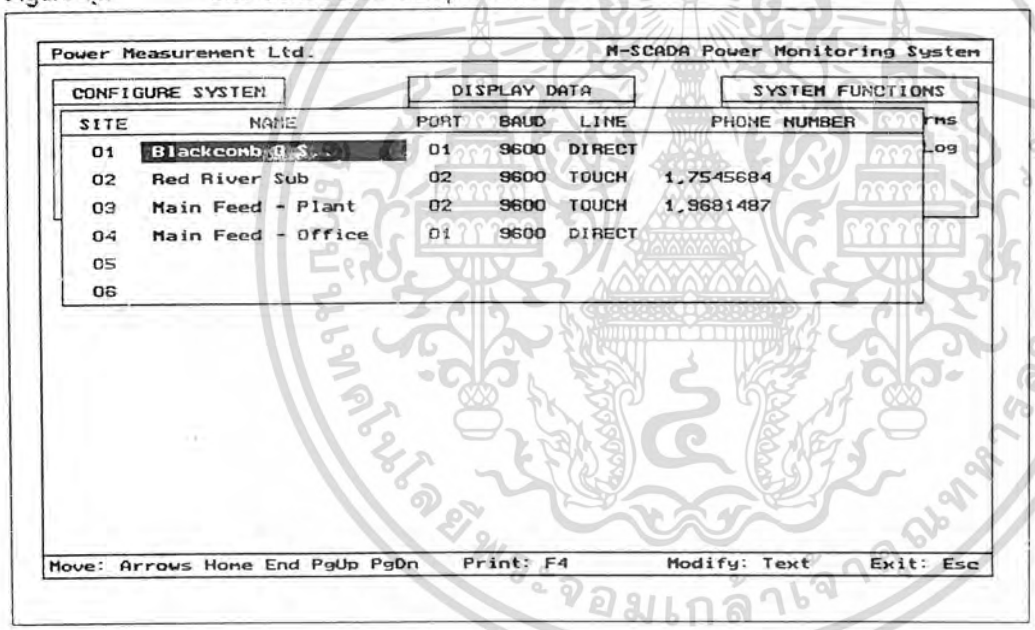
This chapter describes how to configure a site; this includes site setup, specifying the polling method, and configuring the device list.

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 SPECIFYING THE POLLING METHOD

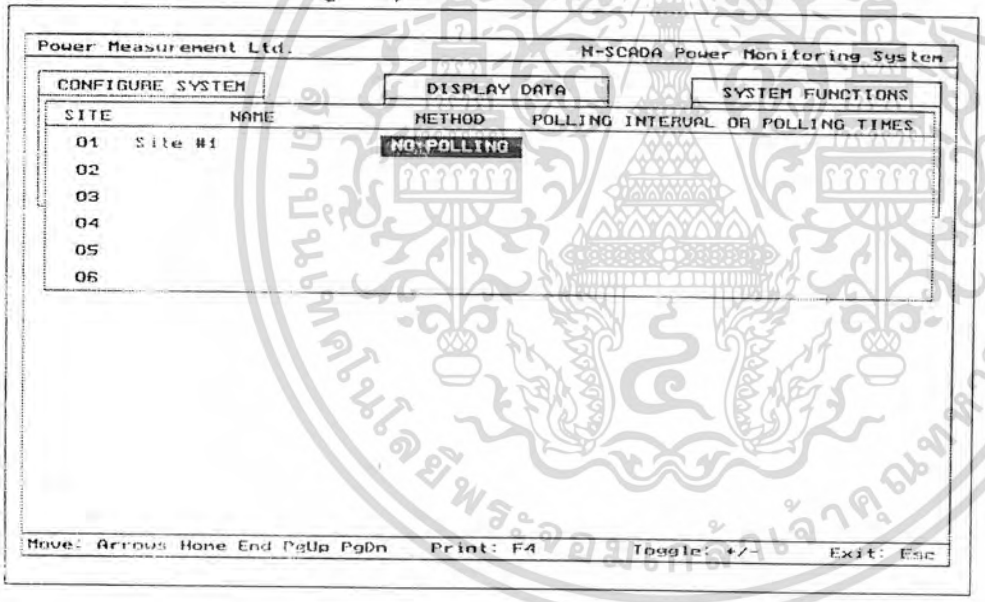
NOTE

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

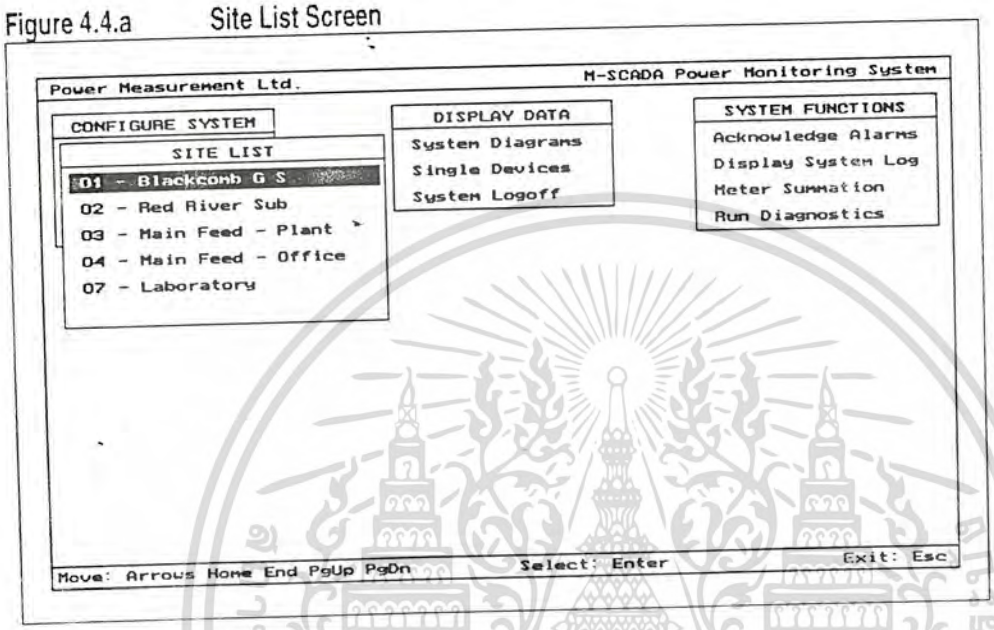
Entering a time interval or time offset of 00:00 disables the entry and returns the field to its blank or "unused" condition.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 CONFIGURING THE DEVICE LIST

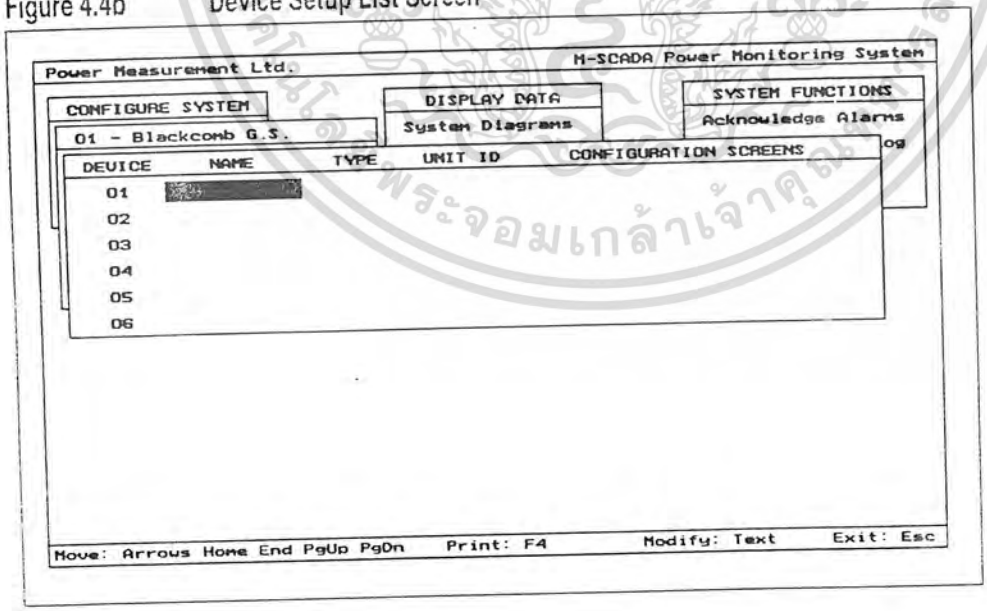
The final site configuration step is to specify which devices are located at each site. Select Device Setup in the CONFIGURE SYSTEM section of the Main Menu to display the site list for Device Setup (Figure 4.4a).

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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; however, its data is a combination of parameters selected from *other* 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 is 0001 to 9999). Refer to the Installation and Operation Manual for each IED for instructions on reading and/or changing its UNIT 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 be 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 sub-menu 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.

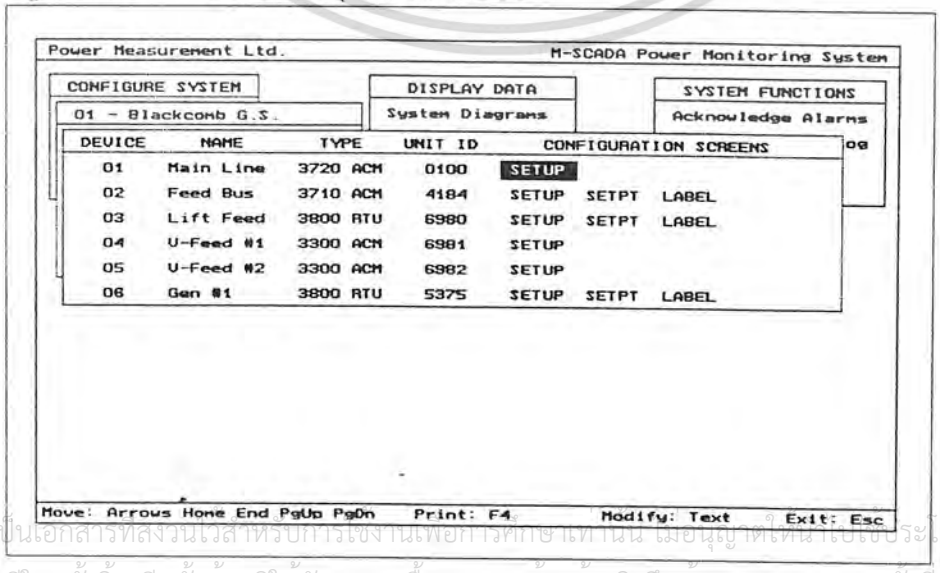
ALARM MESSAGES

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 into 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

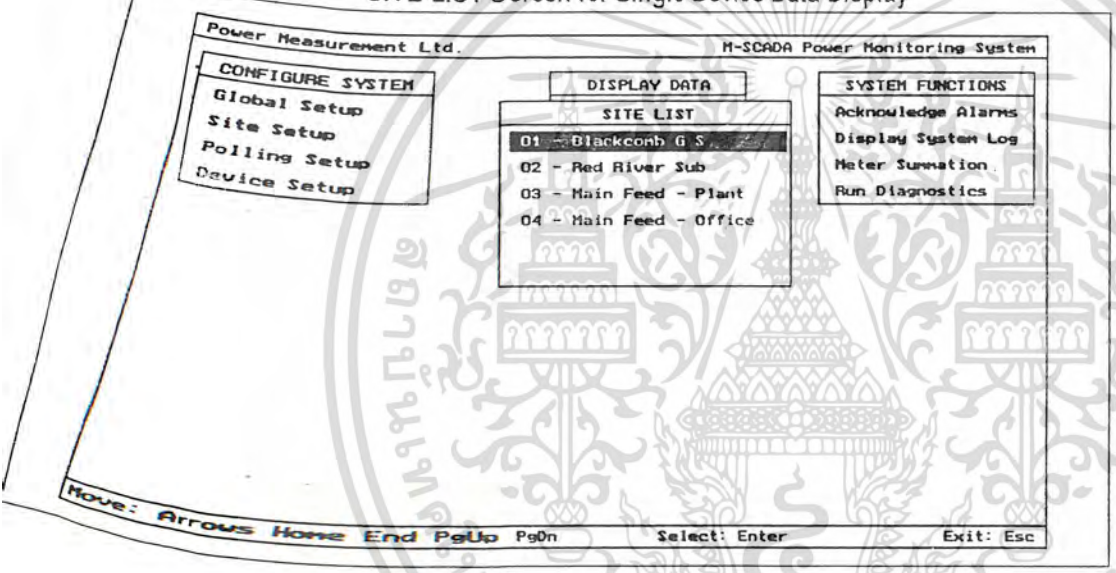
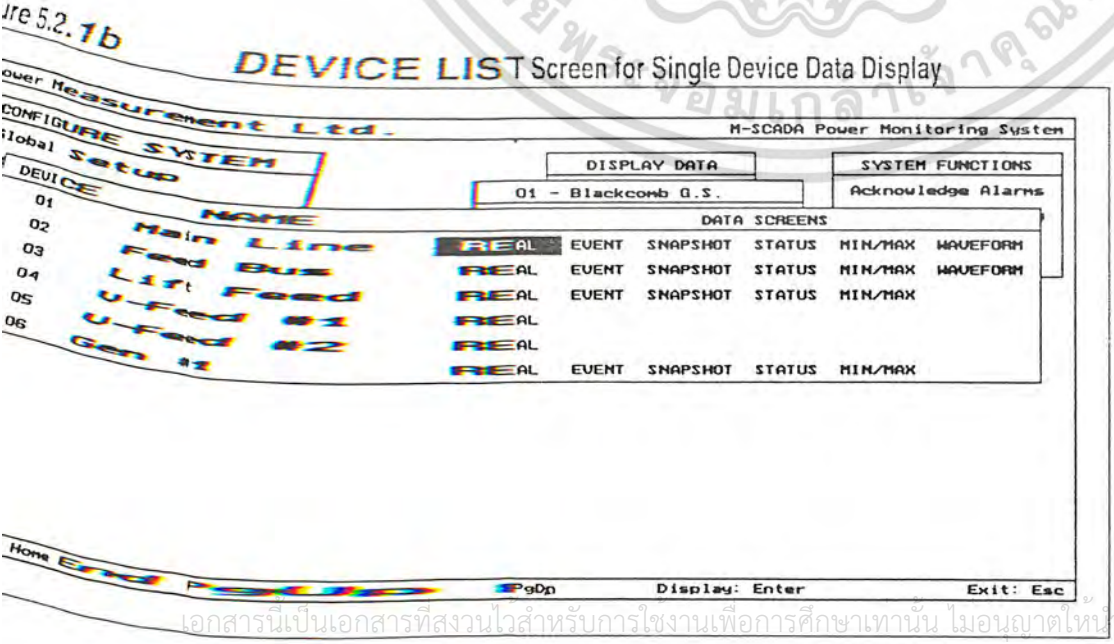


Figure 5.2.1b DEVICE LIST Screen for Single Device Data Display



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

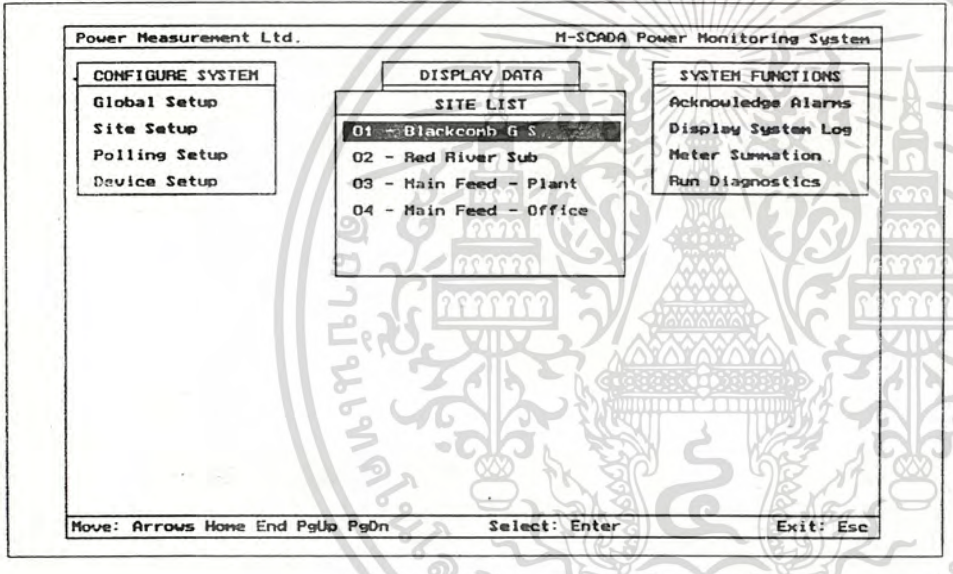
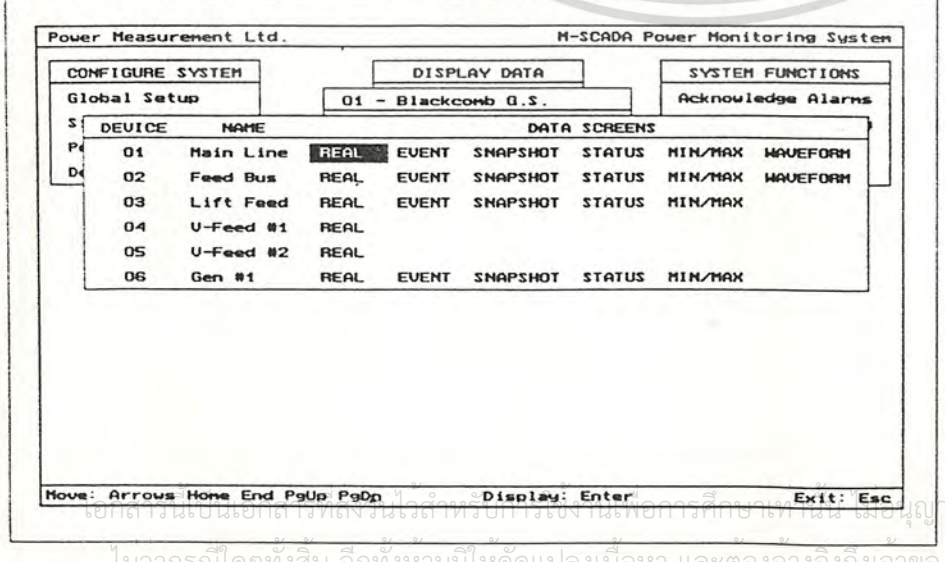


Figure 5.2.1b DEVICE LIST Screen for Single Device Data Display



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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	84	77	56	58
AMPS UNBALANCE	20%			
KW	20	8	5	6
KVA	21	8	8	8
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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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                                 1379
                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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 remote site. Define a device and specify the Device Type as VIRTUAL. To configure the virtual device, see the next section.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 DATA

The Real-Time Data Screen for virtual devices displays 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* (in the case of data drawn from devices which provide programmable labelling) will be shown as the labels for 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

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เอกสารนี้ใช้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นได้ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่าย ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณ ผศ.นิทัศน์ กฤษณจินดา และ ผศ.มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางของโครงงาน ขอขอบคุณ โรงงานบางกอกสปริง จำกัด และโรงหล่อเหล็กเหนียวสมบูรณ์ ที่ได้ให้การสนับสนุนเงินทุนแก่โครงงานนี้ ขอขอบคุณ คุณสมชาย ศรีดอนจันทร์ คุณวันชัย รอดมา และช่างไฟฟ้าที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการติดตั้งเครื่องมือวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจนสำเร็จ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่านในสำนักงานของโรงหล่อสมบูรณ์ และเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่แก่คณะผู้จัดทำ ขอขอบคุณ คุณพิชิต ศิริเงินยวง คุณสุชาติ ภิญโญ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของบริษัท อิมีเทค อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่ได้ให้ความร่วมมือด้านข้อมูลเกี่ยวกับการใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] สันติ อัศวศรีพงศ์ธร , " คู่มือประหยัดพลังงาน ชุดการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า ", ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย , 2533

[2] ไชยะ แช่มช้อย , " อัตราไฟฟ้าชุดใหม่ ใคร? ที่ต้องจ่ายเพิ่ม ", 49 เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า , รวมบทความเกี่ยวกับไฟฟ้าจากวารสารเทคนิค ชุดที่ 3 , หน้า 355-365 , 2535

[3] ไชยะ แช่มช้อย , " เราจะเริ่มต้นลดค่าไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างไร " , 49 เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า รวมบทความเกี่ยวกับไฟฟ้าจากวารสารเทคนิค ชุดที่ 3 , หน้า 327-337 2535

[4] Power Measurement Ltd. , " 3300 ACM Installation & Operation Manual " , Power Measurement Ltd. , Canada , 1994

[5] Power Measurement Ltd. , " Power Measurement SCADA Software Installation & Operation Manual " , Power Measurement Ltd. , Canada , 1994

[6] Power Measurement Ltd. , " M-SCADA/ L-SCADA Installation & Operation Manual ", Power Measurement Ltd. , Canada , 1994

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้