

กรณีศึกษาพิเศษในการใช้มิเตอร์ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ

Case Study of Prepayment and Automatic Meter Reading System for Remote Metering



H002670

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษากรณีพิเศษ
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

ชื่อหัวข้อ	กรณีศึกษาพิเศษในการใช้มิเตอร์ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายรัช ทองพูน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. บรรจง ปิยะธำรง
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2541

บทคัดย่อ

พลังงานไฟฟ้าถือว่าเป็นโครงสร้างขั้นพื้นฐานของการดำเนินชีวิตของมนุษย์รวมถึงการประกอบธุรกรรมต่างๆ แต่ในประเทศไทยการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจากมิเตอร์ทั้งระดับครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรมเมื่อถึงรอบเก็บเงินยังคงใช้พนักงานออกไปจดค่าพลังงานไฟฟ้าอยู่ ซึ่งวิธีนี้บางครั้งมีอุปสรรคหลายอย่างเช่นค่าไฟฟ้าที่จดมามีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ประสิทธิภาพของพนักงานผู้จดค่าไฟ ในบางครั้งพื้นที่ที่เข้าไปจดนั้นเข้าถึงยากก่อให้เกิดความลำบากในการจดตัวเลขที่ได้มาอาจมีค่าไม่ถูกต้อง กรณีศึกษานี้จะวิเคราะห์ถึงการศึกษานโยบายแบบใหม่และประโยชน์ต่างๆในการที่จะมาแทนที่เทคโนโลยีแบบเดิม โดยจะเน้นไปที่ระบบที่จ่ายเงินก่อนแบบใช้การ์ด (Prepayment System) และระบบอ่านค่าแบบอัตโนมัติ (Automatic Meter Reading System) ซึ่งจะสามารถอ่านค่าขณะนั้นได้ตรงกับความเป็นจริงโดยไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานออกไปจด นอกจากนี้ยังวิเคราะห์ถึงแนวทางการเลือกใช้เทคโนโลยีต่างๆ รวมถึงการเปรียบเทียบเทคโนโลยีแต่ละแบบ

Title	Case study of Prepayment and Automatic meter reading system for Remote metering
Student	Mr. Tawat Thongpoon
Advisor	Asst. Prof. Bunjong Piyathumrong
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Technology Management
Academic Year	1998

ABSTRACT

Meanwhile, electricity is the infrastructure energy for human living or business sectors. But in Thailand the data collection from existing manual meter the utility's offices have to send a member of staff to read the customer's meter in residential and industrial area when monthly periodic meter reading is come. For the existing method there are many obstacles such as discrepancy between monthly consumption and the amount billed, efficiencies of operators, some areas difficult accessibility, etc. This case study involves the analysis of the new technologies and advantageous using of them, concentrating in Prepayment and Automatic meter reading system that gathering real time information via communication links and no personnel visit is needed, for replacing the conventional system. Moreover the analysis are including many challenges facing electricity suppliers to select, advantageous and disadvantageous compared to existing system and comparison between each systems.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้หากไม่ได้รับคำแนะนำจาก ผศ.บรรจง ปิยธำรง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้า ที่ช่วยแนะแนวทางในการจัดทำกรณีศึกษาพิเศษนี้ รวมทั้งขอขอบคุณคุณอรทัย สุวรรณวิไล และคุณพีระวิทย์ บุญทรัพย์ทิพย์ เจ้าหน้าที่บริษัทคiticเฮลล์ม เทรดคิง จำกัด ที่เอื้อเฟื้อให้ข้อมูลทางด้านเทคนิคต่างๆ และคุณธีรยา ควรพินิจ ที่ช่วยตรวจสอบต้นฉบับนี้



ธวัช ทองพูน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการ โครงการ	2
2. ระบบ Prepayment System	3
2.1 ลักษณะทั่วไปของระบบ	3
2.2 รูปแบบของระบบ	5
2.3 การเชื่อมต่อกับผู้ใช้ไฟฟ้า	6
2.3.1 Smart Card	7
2.3.1.1 Customer Card	7
2.3.1.2 Service Card.....	7
2.3.2 มิเตอร์ไฟฟ้า.....	7
2.3.2.1 การเริ่มใช้งานมิเตอร์.....	9
2.3.2.2 การทำงานของมิเตอร์	9
2.3.2.3 ฟังก์ชันการใช้งานต่างๆ ไปของมิเตอร์.....	11
2.3.3 Point of Sale Outlet (POS).....	12
2.4 การเชื่อมต่อกับศูนย์กลาง (การไฟฟ้า)	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ IV:ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1	ศูนย์กลางการควบคุม (Controller)	13
3.	ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Telemetry	15
3.1	ลักษณะทั่วไปของระบบ กรณีอุตสาหกรรมขนาดใหญ่	15
3.1.1	ศูนย์กลางควบคุม(Central Controller).....	15
3.1.1.1	Data Acquisition	16
3.1.1.2	Data Processing.....	16
3.1.1.3	Data Output.....	17
3.1.2	อุปกรณ์อ่านค่าพลังงานระยะไกล (Remote Meter Reading).....	18
3.1.2.1	Remote Meter Reading Part.....	19
3.1.2.1.1	มิเตอร์ไฟฟ้า (Remote Meter)	19
3.1.2.1.2	หน่วยสื่อสารระยะไกล (Telemetry Unit)	25
3.1.2.2	สื่อกลางการส่งสัญญาณ (Transmission Media).....	31
3.1.3	ลักษณะการทำงานของระบบ	31
3.2	ลักษณะทั่วไปของระบบกรณีอุตสาหกรรมขนาดเล็ก	34
3.2.1	ศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller)	35
3.2.2	อุปกรณ์อ่านค่าพลังงานระยะไกล (Remote Meter Reading).....	35
3.2.2.1	มิเตอร์ไฟฟ้า (Remote Meter)	36
3.2.2.2	สื่อกลางการส่งสัญญาณ (Transmission Media).....	39
3.2.3	ลักษณะการทำงานของระบบ	40
4.	ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Radio Based	42
4.1	ลักษณะทั่วไปของระบบ	42
4.1.1	มิเตอร์โมดูล (Meter Module).....	43
4.1.2	จุดรวมสัญญาณย่อย (Node Concentrator Unit)	44
4.1.3	จุดรวมสัญญาณหลัก (Root Concentrator Unit)	45
4.1.4	คอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Host Computer)	45
5.	ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Power Line Carrier.....	46
5.1	ลักษณะทั่วไปของระบบ	46
5.1.1	อุปกรณ์อ่านค่าพลังงานไฟฟ้า (Meter Reading)	47

5.1.2	อุปกรณ์รับค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์ (Receiver)	48
5.1.3	คอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Host Computer)	48
5.2	ตัวอย่างการใช้งานในนานาประเทศ.....	51
6.	สภาพปัจจุบันและปัญหา	54
6.1	ประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้า.....	54
6.2	การบันทึกค่าไฟฟ้าในปัจจุบัน	56
6.3	ปัญหาที่มีอยู่ของการบันทึกค่าไฟฟ้าในปัจจุบัน	58
7.	วิเคราะห์ปัญหาและความเป็นไปได้ในการนำมาใช้.....	60
7.1	เทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน.....	60
7.2	ข้อจำกัดของการใช้เทคโนโลยีแต่ละประเภท	61
7.2.1	ระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System).....	61
7.2.2	ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Telemetry.....	64
7.2.3	ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Radio Based.....	67
7.2.4	ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Power Line Carrier	70
8.	สรุปและข้อเสนอแนะ.....	73
บรรณานุกรม		76
ภาคผนวก ก	อัตราค่าไฟฟ้า.....	77
ภาคผนวก ข	ตัวอย่าง Technical Data ของอุปกรณ์ Telemetry Unit.....	94
ประวัติผู้เขียน		

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
3.1 แสดงข้อกำหนดของมิเตอร์.....	24
3.2 แสดงสถานะของหลอด LED บนหน้าเครื่อง.....	29
3.3 แสดงผลลัพธ์ของค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์จำนวน 7 มิเตอร์ที่คอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง	48
3.4 แสดงผลลัพธ์ของค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์จำนวน 1 มิเตอร์.....	49
3.5 แสดงการเปรียบเทียบการส่งข้อมูล โดยใช้สื่อแบบต่างๆ.....	50
3.6 แสดงประเภทผู้ใช้ไฟทั้งหมดในเขตคลองเตย	56
3.7 แสดงเทคโนโลยีของการอ่านค่าพลังงานระยะไกล	60
3.8 แสดงการใช้เทคโนโลยีประเภทต่างๆ.....	74



สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงถึงลักษณะของระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System)	5
2.2 ลักษณะ Two-Way Transfer ของระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System)	5
2.3 แสดงลักษณะของมิเตอร์ที่ใช้ในระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System)	8
2.4 ลักษณะการเชื่อมต่อกับศูนย์กลางการควบคุม.....	13
3.1 ส่วนประกอบของศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller)	15
3.2 การเชื่อมต่อของระบบ Automatic Meter Reading แบบ Telemetrying	18
3.3 แสดงลักษณะมิเตอร์ไฟฟ้าในระบบ Telemetrying	20
3.4 แสดงกราฟฟีกเมนูเมื่อมีการตั้งค่าพารามิเตอร์	21
3.5 แสดงฟังก์ชันบล็อกลโคอะแกรมของมิเตอร์	22
3.6 แสดงภาพตัดขวางของมิเตอร์.....	23
3.7 แสดงการใช้งานของหน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetrying Unit)	26
3.8 แสดงบล็อกโคอะแกรมของหน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetrying Unit).....	27
3.9 แสดงลักษณะโครงสร้างภายนอกของหน่วยการสื่อสารระยะไกล(Telemetrying Unit)	28
3.10 แสดงการเชื่อมต่อของการ์ดเชื่อมต่อกับหน่วยประมวลผล.....	29
3.11 แสดงการแบ่งหน่วยความจำของ Datacard.....	30
3.12 แสดงลักษณะแหล่งจ่ายไฟ	31
3.13 แสดงการเชื่อมต่อของมิเตอร์และลักษณะของมิเตอร์สำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก	35
3.14 แสดงค่าที่สามารถเก็บบันทึกได้ 8 รูปแบบ	37
3.15 แสดงลักษณะหน้าสัมผัสหลายชุดของมิเตอร์	37
3.16 การอ่านค่าจากมิเตอร์ โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ.....	38
3.17 รูปแบบการะทางไฟฟ้าที่สามารถบันทึกได้	39
4.1 แสดงการเชื่อมต่อของระบบ RBAMR.....	42
4.2 แสดงการเชื่อมตอมิเตอร์ไฟฟ้ากับมิเตอร์โมดูล.....	43

5.1 แสดงภาพโดยรวมของระบบ Power Line Carrier	46
5.2 แสดงลักษณะข้อมูลที่ส่งและช่วงระยะเวลาในการส่ง	47
5.3 แสดงการใช้สายส่งในการสื่อสารระหว่าง Meter กับ Controller	53
6.1 แสดงขั้นตอนปฏิบัติในการเก็บค่าไฟฟ้า.....	57
6.2 แสดงการใช้พนักงานจำนวนมากในการจดค่าไฟเมื่อใช้มิเตอร์ระบบเดิม.....	58
7.1 แสดงสัดส่วนของเทคโนโลยีของการอ่านค่าพลังงานระยะไกล.....	60



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันไม่มีใครปฏิเสธได้ว่าพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญประการหนึ่งในการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะประเทศใดในโลกนี้ล้วนแต่ต้องมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการประกอบกิจกรรมต่างๆ ทั้งทางด้านอุตสาหกรรม ด้านธุรกิจ จนถึงการใช้ในระดับครัวเรือน และนับวันปริมาณการใช้พลังงานก็มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น ผู้ใช้ไฟฟ้าก็เพิ่มมากขึ้น เป็นสาเหตุให้ปริมาณการใช้ เครื่องวัด (Meter) ในการวัดพลังงานไฟฟ้าต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ไปด้วย

การอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องวัดนั้น เดิมจะใช้พนักงานของการไฟฟ้าจดบันทึกจำนวนการใช้ของแต่ละครัวเรือนหรือแต่ละหน่วยธุรกิจ และจากการที่ปริมาณการใช้เครื่องวัดเพิ่มมากขึ้นนี้เอง จำเป็นที่จะต้องใช้นักงานจำนวนมากหรือพนักงานจำนวนเท่าเดิมแต่ต้องดูแลจำนวนมิเตอร์ที่จะต้องอ่านเพิ่มมากขึ้นทำให้มีความสนใจในการศึกษาระบบการบันทึกอัตโนมัติเข้ามาใช้แทนเพื่อความสะดวก รวดเร็วและถูกต้อง

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษารูปแบบของเทคโนโลยีการวัดพลังงานแบบอัตโนมัติ ในการนำมาใช้กับผู้ไฟฟ้ารายใหญ่และผู้ไฟฟ้ารายย่อยในเขตนครหลวง
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีการเดิมและวิธีการใหม่ที่มีการนำระบบการวัดพลังงานแบบอัตโนมัติมาใช้

1.4 ขอบเขตการศึกษา

โครงการศึกษากรณีพิเศษนี้จะศึกษาถึงการนำระบบการบันทึกการใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติมาใช้กับผู้ไฟฟ้าทั้งรายย่อยและรายใหญ่ โดยการศึกษาจะยกเอาพื้นที่ในเขตคลองเตย ของการไฟฟ้านครหลวง มาพิจารณา โดยจะแบ่งแนวทางการศึกษาดังต่อไปนี้

- 1.3.1 ศึกษาระบบการบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้า ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
- 1.3.2 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบปัจจุบัน ที่ใช้พนักงานไปบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.3.3 ศึกษาเทคโนโลยีของระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายย่อยและระบบอ่านค่าพลังงานอัตโนมัติ (Automatic Meter Reading) สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่
- 1.3.4 ศึกษาข้อดีของระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) และระบบอ่านค่าพลังงานอัตโนมัติ (Automatic Meter Reading) ในการที่จะนำไปใช้แทนระบบเดิม รวมถึงข้อเสียของระบบทั้งสอง
- 1.3.5 ศึกษาทางเลือกของการใช้เทคโนโลยีของระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) และระบบอ่านค่าพลังงานอัตโนมัติ (Automatic Meter Reading)

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- 1.4.1 เพื่อทราบถึงลักษณะเทคโนโลยีการอ่านค่าพลังงานแบบอัตโนมัติของระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) และระบบอ่านค่าพลังงานอัตโนมัติ (Automatic Meter Reading) ว่าเป็นอย่างไร
- 1.4.2 เพื่อทราบถึงประโยชน์และความเปลี่ยนแปลงที่องค์กร(การไฟฟ้า) และผู้ใช้ไฟฟ้า(ผู้บริโภค) จะได้รับเมื่อมีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวเข้ามาใช้
- 1.4.3 เพื่อทราบถึงความเป็นไปได้ในการนำระบบทั้งสองนี้มาใช้

บทที่ 2

ระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า(Prepayment System)

ระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) เป็นระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้า โดยการชำระค่าไฟฟ้าล่วงหน้าและจำกัดการใช้พลังงานไฟฟ้าตามจำนวนยอดที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้ชำระเงินไว้แล้ว นอกจากนี้ยังช่วยลดการกระดากการติดตามหนี้ค้างชำระค่าไฟฟ้าของผู้ขายไฟฟ้า (องค์กรไฟฟ้า) อีกด้วย

2.1 ลักษณะทั่วไปของระบบ

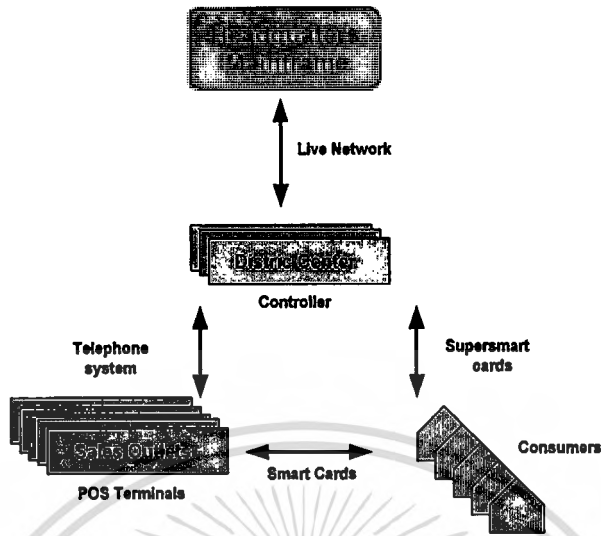
ระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) เป็นระบบที่ผู้ใช้ไฟฟ้าใช้บัตร Smart Card ติดตั้งเข้ากับตัวมิเตอร์เพื่อที่จะสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้ เปรียบเสมือนการใช้บัตรโทรศัพท์ในการโทรศัพท์ โดยระบบนี้จะมาแทนข้อจำกัดของการใช้มิเตอร์ไฟฟ้าแบบดั้งเดิม (Manually-Read Electricity Meter) ที่เป็นแบบงานหมุน ซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถควบคุมพลังงานไฟฟ้าที่ตนเองใช้ได้ แต่ระบบ Prepayment System นี้ผู้ใช้สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าตามวงเงินของบัตรที่มีอยู่ อีกประการหนึ่งระบบนี้ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้พนักงานไฟฟ้าออกไปจดค่าไฟ เนื่องจากว่าจะมีจุดขายบัตร (Point Of Sale Outlet : POS) เป็นตัวกลางในการถ่ายเทข้อมูลระหว่างผู้ใช้ไฟฟ้า (ลูกค้า) กับองค์กรที่ขายไฟฟ้า โดยจุดเด่นของเทคโนโลยีของบัตร Smart Card สามารถทำหน้าที่ต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

- ทำหน้าที่เหมือนบัตร Debit Card ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่สามารถใช้ได้จะขึ้นกับจำนวนยอดของวงเงินที่มีอยู่ในบัตรดังกล่าว
- สามารถโปรแกรมอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าแต่ละประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าให้กับมิเตอร์ของระบบนี้เพื่อให้มิเตอร์ดังกล่าวทำงานอย่างถูกต้องตามจำนวนการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภท
- สามารถบันทึกและอ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า (Electricity Consumption) ที่มีมิเตอร์อ่านได้ รวมถึงบันทึกความผิดปกติที่เกิดขึ้นจากมิเตอร์

จากคุณสมบัติหลายประการนี้เองทำให้มิเตอร์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามโครงสร้างค่าไฟฟ้าที่กำหนดโดยองค์กรขายไฟฟ้าในขณะนั้นๆรวมทั้งยังลดความต้องการในการใช้พนักงานออกไปจดค่าไฟฟ้าและลดการออกใบแจ้งหนี้ขององค์กรไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า

ระบบนี้ผู้ใช้ไฟฟ้าหรือผู้ใช้ไฟฟ้าจะเป็นผู้ซื้อบัตร Smart Card ซึ่งจะเรียกว่า Customer Card จำนวนที่จะซื้อหรือเครดิตจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของมิเตอร์ (ตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า) ที่ใช้อยู่ บัตรดังกล่าวจะซื้อตามจุดขายบัตร (Point-Of-Sale Outlet : POS) เปรียบเสมือนกับร้าน 7-Eleven หรือ Am-Pm ที่ POS นี้ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องขอซื้อวงเงินที่จะใช้ ซึ่ง POS จะถ่ายเทข้อมูลเข้าสู่ตัวบัตร Smart Card ได้แก่ยอดเงิน (Credit) รายละเอียดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบัน และเมื่อผู้ใช้ไฟฟ้านำบัตรไปติดตั้งเข้ากับมิเตอร์ข้อมูลในบัตรจะถ่ายเข้าสู่ตัวมิเตอร์ทันทีขณะที่บัตรอยู่ในตัวมิเตอร์นั้นตัวบัตรเองก็จะรับค่าพลังงานไฟฟ้าที่มิเตอร์ใช้ไป และค่าแสดงสถานะความผิดปกติ (Fault Status) ที่เกิดขึ้นของมิเตอร์ในขณะนั้น ซึ่งค่าต่างๆเหล่านี้จะถูกบันทึกที่ Point of Sale Outlet เมื่อมีการนำบัตรไปเติมวงเงินเครดิตครั้งต่อไป

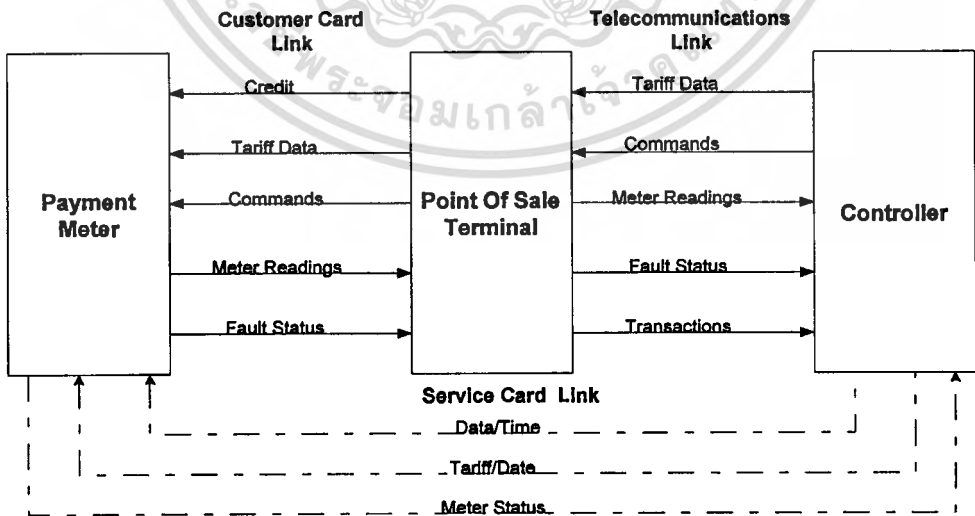
ที่ Point of Sale Outlet นี้รายละเอียดของ Transaction จากตัวมิเตอร์จะถูกส่งผ่านสายโทรศัพท์ในระบบโทรศัพท์จาก POS ไปยังศูนย์คอมพิวเตอร์ที่กระจายอยู่ตามเขตต่างๆ โดยจะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า Controller ซึ่งอยู่ตามเขตขององค์กรขายไฟฟ้านั้น ทำหน้าที่เป็นตัวสร้างรายงาน (Report) และเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น สถิติการใช้ข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายไว้ นอกจากนี้ตัว Controller เองยังถูกใช้ในการโปรแกรมสำหรับบัตรพิเศษที่เรียกว่า Super Smart Card ซึ่งจะเรียกว่า Service Card ใช้สำหรับวิศวกร หรือช่างเทคนิค ในการออกไปตรวจสอบมิเตอร์ผู้ใช้ไฟฟ้าเมื่อมีปัญหาหรือตอนที่ก่อนจะติดตั้งใช้งาน (Commissioning) เพื่อบันทึกค่าต่างๆ ได้แก่ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าพารามิเตอร์ต่างๆของตัวมิเตอร์ในขณะนั้นรวมถึงข้อมูลต่างๆของการให้บริการที่ช่างเทคนิคปฏิบัติต่อมิเตอร์



รูปที่ 2.1 แสดงถึงลักษณะของระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System)

2.2 รูปแบบของระบบ (The System Configuration)

ระบบ Prepayment System มีลักษณะเป็น Two-Way Transfer ของข้อมูล (Data) อัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้า (Tariff Tables) ค่าที่มิเตอร์อ่าน (Meter Readings) คำสั่ง (Command Messages) และสถานะความผิดปกติ (Fault Information) ระหว่างจุดขายบัตร (Point of Sale Outlet) กับศูนย์กลางการควบคุม (Controller) ขององค์กรขายไฟ



รูปที่ 2.2 ลักษณะ two-way transfer ของระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System)

➤ ทำให้ Cash Flow ดีขึ้นเนื่องจาก

- มีการชำระเงินล่วงหน้าในการซื้อ Customer Card
 - เชื่อใจได้ว่าหนี้สูญเนื่องจากการไม่ชำระค่าไฟจะไม่เกิดขึ้น
 - ถ้ามีการใช้พลังงานมากจะได้จำนวนเงินมาหมุนเวียนมากขึ้น
- สามารถชดเชยหนี้สูญต่างๆที่เคยเกิดขึ้นเนื่องจากนำเงินที่ได้มามาหมุนเวียน
- เสียค่าใช้จ่ายน้อยในการจัดการกับระบบ
- ยอดขาย Customer Card จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากผู้บริโภคจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้า

➤ ปรับปรุงประสิทธิภาพการเก็บข้อมูล

- ค่าพลังงานไฟฟ้าจะมีการบันทึกอย่างสม่ำเสมอเมื่อมีการจำหน่าย Customer Card ทำให้สามารถพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าได้
- ทำให้ทราบถึงความผิดปกติของมิเตอร์หรือการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่ถูกต้อง
- ทำให้ทราบถึงสถานะของตัวมิเตอร์อย่างอัตโนมัติจากรายงานที่ POS
- ตัดปัญหาเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่จะให้พนักงานออกไปจด

➤ การบำรุงรักษาต่ำ

- เนื่องจากเป็นระบบ Two-Way Communication ไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานออกไปจดค่าไฟฟ้า ข้อมูลต่างๆจากผู้ใช้งานจะถูกส่งจาก POS ไปยังศูนย์กลางการควบคุม (Controller)
- ตัดปัญหาเนื่องจากไม่จำเป็นต้องตรวจสอบมิเตอร์บ่อยๆ
- ปัญหาจากการที่ต้องตัดไฟเนื่องจากการค้างชำระค่าไฟจะไม่เกิดขึ้น
- ตัดปัญหาเรื่องการออกใบแจ้งหนี้เพราะว่าการชำระเงินสิ้นสุดลงเมื่อมีการซื้อ Customer Card ที่ POS

2.3 การเชื่อมต่อกับผู้ใช้ไฟฟ้า (Customer Interface)

การเชื่อมต่อของผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) ประกอบไปด้วย มิเตอร์ไฟฟ้า (ที่ฝังผู้ใช้ไฟฟ้า) Smart Card และ Point of Sale Outlet ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้ไฟฟ้ากับศูนย์กลาง (องค์กรขายไฟฟ้า) การสื่อสารระหว่าง POS

กับองค์กรขายไฟฟ้าเป็นการสื่อสาร 2ทาง (Two Way Transfer) ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยรายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

2.3.1 Smart Card ลักษณะเหมือนบัตรเครดิตภายในบรรจุไมโครโปรเซสเซอร์เป็นชนิดนำกลับมาใช้งานได้ใหม่ (Reusable) ซึ่งมีระบบความจำเป็นแบบ Non-Volatile Memory นั่นคือไม่จำเป็นต้องมีไฟเลี้ยง นอกจากนี้ยังบรรจุซอฟต์แวร์เพื่อความปลอดภัยของข้อมูลและสำหรับสื่อสารอยู่ในบัตรด้วยเช่นกัน

Smart Card ที่ใช้อยู่มีอยู่ 2 ชนิดคือ

- Customer Card
- Service Card

2.3.1.1 Customer Card

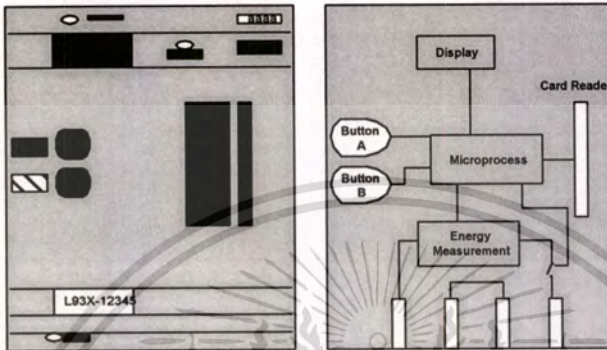
บัตรนี้จะอยู่ในความครอบครองของผู้ใช้ไฟฟ้า ตัวบัตรนี้จะทำหน้าที่ถ่ายเทข้อมูลจากมิเตอร์ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าและขณะเดียวกันก็ถ่ายเทข้อมูลต่างๆจากบัตรลงสู่มิเตอร์ นอกจากนี้ตัวบัตรจะสามารถถ่ายเทข้อมูลไปกลับระหว่างคอมพิวเตอร์ที่จุดขายบัตร (Point of Sale Outlet) บัตรนี้จะถูกโปรแกรมด้วยตัวเลขอ้างอิงที่บัตรเพื่อที่จะไม่ให้ซ้ำกันระหว่างผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละราย ซึ่งผู้ใช้บัตรจะต้องจำตัวเลขรหัสผ่านของบัตรให้ได้ เมื่อผู้ใช้กรหัสผ่านถูกต้องตอนที่เสียบบัตรเข้ากับมิเตอร์มิเตอร์ก็จะเริ่มทำงาน และสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ โดยบัตร 1 บัตรจะใช้ได้กับมิเตอร์ 1 เครื่องเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามตัวมิเตอร์สามารถตั้งให้ใช้ได้กับบัตรผู้ใช้ไฟฟ้าจำนวน 2 บัตรได้

2.3.1.2 Service Card

บัตรนี้จะอยู่ในความครอบครองของผู้ปฏิบัติงานขององค์กรขายไฟฟ้าสำหรับทดสอบมิเตอร์ก่อนใช้งานจริง (Commissioning) รวมถึงใช้สำหรับบริการตรวจสอบมิเตอร์เมื่อมีปัญหา ตัวบัตรจะถ่ายเทข้อมูลระหว่างมิเตอร์ผู้ใช้ไฟฟ้าหลายๆเครื่องกับศูนย์กลางการควบคุม (Controller) ที่ศูนย์กลางหลักถ้าเปรียบก็เหมือนที่เขตกារไฟฟ้า ที่บัตรนี้จะมีแบตเตอรี่คอยสำรอง (Back Up) อยู่เพื่อสร้างเวลามาตรฐาน (Real Time Clock) และสนับสนุนการใช้ฟังก์ชันต่างๆของบัตรเช่นการตรวจสอบสถานะมิเตอร์ของผู้ใช้ไฟฟ้า

2.3.2 มิเตอร์ไฟฟ้า มิเตอร์เป็นลักษณะ 1 ยก (Single Phase) ต่อตรงกับสายไฟฟ้ากำลัง ลักษณะของมิเตอร์เป็นไปตาม British Standard หรือ DIN ภายในมิเตอร์ประกอบไปด้วย ตัวอ่านบัตร (Card Reader) แมคเนติกคอนแทคเตอร์ บรรจุอยู่ในโครงสร้างที่แข็งแรง จอแสดงตัวเลขจะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น Liquid Crystal Dot Matrix ตัวปุ่มสำหรับกดรหัสผ่านจะเป็นปุ่มที่สว่างเพื่อให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามองเห็นได้ชัดเจนนอกจากนี้ยังมีออด (Buzzer) ช่องเสียบบัตร (Card Entry) ถูกจัดวางให้ต่อสะดวก การเสียบบัตรเข้ากับตัวมิเตอร์



ก) ลักษณะหน้าเครื่อง

ข) ลักษณะการเชื่อมต่อภายในเครื่อง

รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของมิเตอร์ที่ใช้ในระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System)

หลังจากที่ผู้ใช้เสียบบัตรเข้าที่มิเตอร์ มิเตอร์ก็จะทำการแปลงค่าของจำนวนวงเงินเครดิตที่อยู่ในบัตร ไปเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าตามอัตราโครงสร้างค่าไฟในขณะนั้น ซึ่งค่าที่มิเตอร์แปลงนี้จะ เป็นค่าที่เกิดจากการถ่ายเทข้อมูลจากจุดขายบัตร (Point of Sale Outlet : POS) ลงสู่บัตรที่ผู้ใช้ไปทำการเติมจำนวนมูลค่าของบัตร ที่ POS เมื่อเสียบบัตรเข้ากับมิเตอร์ข้อมูลที่ถูกถ่ายเทจะประกอบไปด้วย

จากบัตร ไปสู่มิเตอร์

- ยอดที่ซื้อจาก POS
- อัตราโครงสร้างค่าไฟในขณะนั้น
- ข้อมูลเกี่ยวกับคำสั่งต่างๆ

จากมิเตอร์ ไปสู่บัตร

- สถานะปัจจุบัน (ค่าพลังงานไฟฟ้าที่มิเตอร์อ่านได้และยอดคงเหลือ)
- สถานะความผิดปกติที่เกิดขึ้น

ค่าที่แสดงบนหน้ามิเตอร์จะแสดงจำนวนเครดิตที่ยังเหลืออยู่ว่าเป็นจำนวนเงินเท่าไร นอกจากนี้รายละเอียด เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป อัตราค่าไฟฟ้าในขณะนั้น พลังงานที่ยังใช้ได้ต่อ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปอีกสามารถเรียกดูได้โดยกดปุ่ม (Button) ที่หน้าเครื่องมิเตอร์ โดยกด 1 ครั้งจะแสดงค่าที่ต้องการอ่าน 1 ค่า ในช่วง 10 วินาทีถ้าไม่มีการกดปุ่มใดๆ ค่าที่หน้าจอจะกลับไปแสดงจำนวนเครดิตที่ยังเหลืออยู่

2.3.2.1 การเริ่มใช้งานมิเตอร์ (Meter Commissioning)

มิเตอร์ก่อนที่จะใช้งานจะอยู่ในสถานะที่แมกเนติกคอนแทกเตอร์เปิดอยู่ ฟังก์ชันต่างๆ รวมถึงการคิดอัตราค่าไฟฟ้ายังใช้ไม่ได้ ต่อเมื่อทำการติดตั้งตัวมิเตอร์เข้ากับแหล่งจ่ายไฟของผู้ใช้ไฟฟ้า และผู้ให้บริการเสียบ Service Card เข้ากับตัวมิเตอร์ จากนั้นคำแนะนำ (Instruction) จะปรากฏขึ้นบนจอ จึงใส่ค่าต่างๆ ลงไปยังตัวมิเตอร์ประกอบไปด้วยโค้ดอัตราค่าไฟ (Tariff Code Number) และหมายเลขอ้างอิงผู้ใช้ไฟฟ้า (Customer Reference Number) ทำให้มิเตอร์รับทราบว่าผู้ใช้เป็นใครและประเภทการใช้ไฟฟ้าเป็นแบบไหน โดยตัวพารามิเตอร์ต่างๆของมิเตอร์จะถูกบันทึกลง Service Card เพื่อที่จะนำไปบันทึกลง Controller ที่ศูนย์กลาง

เมื่อผู้ใช้ไฟฟ้าจะเริ่มใช้ไฟฟ้าก็ทำการเสียบบัตร Customer Card เข้าที่ตัวมิเตอร์ก็จะสามารถใช้ไฟฟ้าได้แต่บัตรนี้จะนำไปใช้กับมิเตอร์ตัวอื่นไม่ได้

2.3.2.2 การทำงานของมิเตอร์ (Meter Operation)

ระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) นี้ขณะที่มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า ยอดในบัตร Customer Card จะลดลงไปเรื่อยๆยอดดังกล่าวจะถูกถ่ายกลับเข้าสู่มิเตอร์อยู่ตลอดเวลา อัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้จะขึ้นกับประเภทผู้ใช้ไฟและโครงสร้างค่าไฟขณะนั้น เมื่อยอดเงินในบัตรหมด มิเตอร์จะทำการตัดพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าออกไปทันที พลังงานไฟฟ้าจะกลับมาใช้ได้เหมือนเดิมก็ต่อเมื่อผู้ใช้ไฟฟ้านำบัตรที่บรรจุยอดเงินใหม่มาเสียบเข้ากับตัวมิเตอร์ บางครั้งก็เป็นไปได้ที่ผู้ใช้ไฟฟ้าลืมนำบัตรไปซื้อยอดเครดิตเพิ่มเติมไว้ทันทีซึ่งในกรณีนี้ตัวมิเตอร์สามารถถูกโปรแกรมให้ใช้งานในลักษณะ “Emergency Credit” หรือยอดวงเงินฉุกเฉินได้ขณะที่บัตร Customer Card ถ่ายเทข้อมูลวงเงินเครดิตลงสู่มิเตอร์ ตัวบัตรเองก็สามารถถ่ายข้อมูลเกี่ยวกับวงเงินฉุกเฉินนั้นก็คือ

- Emergency Credit Threshold ซึ่งเป็นจุดที่วงเงินฉุกเฉินเริ่มใช้งานได้
- Emergency Credit Limit เป็นค่าที่มากที่สุดของวงเงินฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั้ง 2 ฟังก์ชันข้างต้นสามารถที่จะกำหนดได้โดยผ่านคำสั่งพิเศษที่จะกล่าวในหัวข้อ 2.3.2.3 โดยคำสั่งประเภทนี้จัดอยู่ในส่วนของข้อมูลทั่วไป (Global Data) เช่นเดียวกับอัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้า

ข้อดีของ “Emergency Credit” นั่นคือจะสามารถกำหนดขอยอดคงที่ได้ค่าหนึ่งที่จะยังคงใช้ต่อไปได้เมื่อวงเงินในเครดิตเดิมหรือพลังงานที่คงเหลือมีค่าเป็นศูนย์ เช่นเดียวกันเมื่อยอดที่กำหนดไว้ใน “Emergency Credit” หมดมิเตอร์ก็จะทำการตัดพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าออกไปทันที ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องนำบัตรที่เดิมเครดิตแล้วมาเสียบเข้ากับมิเตอร์ใหม่ แต่ทั้งนี้ขอยอดวงเงินในบัตรจะต้องเพียงพอกับวงเงินฉุกเฉินจึงจะสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้ และขอยอดวงเงินฉุกเฉินนี้ก็จะสามารถใช้ต่อไปได้ในครั้งหน้าเมื่อเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวขึ้นอีก

นอกจากนี้ตัวมิเตอร์ยังมีฟังก์ชันอีกอย่างที่สามารถโปรแกรมไม่ให้แมคเนติกคอนแทคเตอร์ตัดภาระทางไฟฟ้า (Load) ออกจากแหล่งจ่ายไฟในช่วงกลางคืนซึ่งถือเป็นช่วง “No Switch Off” โดยที่เวลาดังกล่าวเป็นเวลาที่เป็นเวลาปิดทำการซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถจะนำบัตรไปเติมวงเงินได้ทันและขอยอดเงินใกล้จะหมดซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวผู้ใช้ไฟฟ้ายังสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้อีก แต่เมื่อเลยจากช่วงนี้ไปแล้วถ้าขอยอดการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินจากขอยอดวงเงินฉุกเฉิน มิเตอร์ก็จะทำการตัดพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าออกไปทันที ถ้าต้องการจะใช้พลังงานไฟฟ้ากลับมาใช้ได้เหมือนเดิมก็จะต้องนำบัตรไปเติมวงเงินที่ POS ก่อนถึงจะใช้ได้

นอกจากนี้ในระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) ตัวมิเตอร์ไฟฟ้ายังสามารถโปรแกรมโหมดเพิ่มเติมได้อีกโดยเลือกจาก 1 ใน 3 โหมดเพื่อเสนอทางเลือกสำหรับการคิดค่าไฟฟ้า โดยโหมดต่าง ๆ ประกอบไปด้วย

1. *Credit Limit Mode* ลักษณะใกล้เคียงกับการ Prepayment แต่จะยอมให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถใช้ไฟฟ้าได้เกินจนถึงค่าที่ตกลงกันไว้ก่อนที่แมคเนติกคอนแทคเตอร์จะตัดระบบออกไป โดยค่านี้จะมากกว่าวงเงินฉุกเฉินที่กล่าวข้างต้น

2. *Weekly Payment* เป็นลักษณะกำหนดการใช้สัปดาห์ต่อสัปดาห์ ซึ่งจะกำหนดตัวเลขการใช้ในแต่ละสัปดาห์ที่แน่นอน รูปแบบนี้ทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีการจ่ายเงินอย่างสม่ำเสมอและระบบจะถูกตัดเมื่อขอยอดเงินใช้จ่ายของสัปดาห์ใดๆ มีค่าเกินกว่าหกเท่าของค่าใช้จ่ายที่กำหนดให้ในแต่ละสัปดาห์

3. *Credit Mode* ลักษณะนี้จะไม่เกี่ยวข้องกับการตัดยอดในบัตร Customer Card แต่จะทำหน้าที่เหมือนกับมิเตอร์ที่ให้เครดิตการใช้กับผู้ใช้ไฟฟ้า พลังงานที่ใช้จะถูกวัดและแสดงผลบนจอ LCD ขณะเดียวกันค่าของการอ่านมิเตอร์จะถูกถ่ายสู่บัตร Customer Card หรือ Service Card เพื่อนำไปปิดค่านี้อีกครั้งหนึ่งซึ่งต้องดูเครดิตของผู้ใช้ไฟในแต่ละรายไป

2.3.2.3 ฟังก์ชันการใช้งานทั่วไปของมิเตอร์

ฟังก์ชันพื้นฐานของมิเตอร์ประกอบไปด้วย

◆ *Tariffication* มิเตอร์สามารถตั้งค่าอัตราการคิดค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาและพลังงานที่ใช้ เนื่องจากการใช้พลังงานในแต่ละช่วงเวลาจะคิดค่าไฟในอัตราที่ต่างกัน ถ้าใช้ในช่วง Peak Load ค่าไฟฟ้าจะคิดในอัตราที่แพงกว่าช่วงปกติ จากคุณสมบัตินี้เองของมิเตอร์ ทำให้การคิดค่าพลังงานไฟฟ้ามีความเที่ยงตรงและถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากว่าการคิดค่าพลังงานไฟฟ้านอกจากจะคิดค่าพลังงานไฟฟ้าตามปริมาณที่ใช้และยังคิดถึงช่วงเวลาด้วยว่าใช้ในช่วงเวลาไหน ทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าตระหนักถึงการใช้งพลังงานอย่างมีคุณค่า

ในช่วงระหว่างการติดตั้งตัวมิเตอร์นั้น อัตราค่าไฟฟ้าและ โฉดของผู้ใช้ไฟฟ้าจะถูกโปรแกรมเข้าที่ตัวมิเตอร์โดยผ่าน ทางService Card ขณะเดียวกันเมื่อมีการซื้อวงเงินเครดิตที่ POS terminal ข้อมูลทั่วไปของอัตราค่าไฟจะถูกถ่ายลงบัตรCustomer Card ซึ่งประกอบไปด้วย โครงสร้างของอัตราค่าไฟ ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า วงเงินฉุกเฉิน (emergency credit) และวงเงินคงค้าง(Credit limit mode)ที่สามารถใช้เกินได้ เมื่อบัตรCustomer Cardถูกติดตั้งเข้ากับมิเตอร์ข้อมูลต่างๆ ในบัตรจะถูกตรวจสอบว่าตรงกับข้อมูลที่ตัวมิเตอร์หรือไม่ถ้าไม่ตรงกันก็จะทำการถ่ายเทข้อมูลล่าสุด (update) ในบัตรCustomer Cardลงสู่หน่วยความจำของมิเตอร์

◆ *Command Massages* คำสั่งต่างๆที่ผู้ใช้ไฟฟ้าใช้นั้นจะถูกส่งจาก Controller ที่เขตผ่านมายัง POS Terminal เมื่อผู้ใช้ไฟฟ้าไปซื้อวงเงินเครดิตข้อมูลคำสั่งจะถ่ายลงสู่บัตร Customer Card เมื่อติดตั้งบัตรเข้าสู่มิเตอร์ข้อมูลก็จะถูกถ่ายเทลงสู่มิเตอร์ คำสั่งเหล่านี้ประกอบด้วย

- *New Customer* กำหนดข้อมูลเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าใหม่ และทำการ .Reset มิเตอร์ไปใช้ค่าเริ่มต้น (Default Settings)
- *Replacement Card* กำหนดข้อมูลต่าง ๆ สำหรับบัตรใหม่
- *Change Tariff* เปลี่ยนแปลงอัตราโครงสร้างค่าไฟ
- *Change Mode* เปลี่ยนแปลงโหมดของมิเตอร์
- *Fixed change* ค่าไฟฟ้าที่ขึ้นอยู่กับช่วงเวลา ที่ใช้ โดยจะมีช่วงเวลาที่เป็นฐาน (time base) ในการคิดราคา
- *Clear Debit* เคลียร์ยอดคงค้างทั้งหมด
- *Adjust Credit* ปรับยอดเครดิตบนตัวมิเตอร์ไฟฟ้า
- *Take Snapshot* แสดงค่าพลังงานที่มิเตอร์อ่านและสถานะของเครดิตในช่วงเวลาที่กำหนด

- ◆ **Fault/Tamper Information** ค่าสถานะความผิดปกติจะถูกบันทึกอยู่ในมิเตอร์และจะถูกบันทึกลงในบัตร Customer Card สำหรับถ่ายข้อมูลสู่ POS ข้อมูลที่อยู่ในบัตรจะถูกบันทึกเป็น “Security Event Report”

Fault/Tamper ที่ถูกบันทึกประกอบไปด้วย

- Reverse Energy => เมื่อพลังงานที่ใช้มีค่าน้อยกว่าปกติ
- Clock Adjustment => เมื่อมีการปรับตั้งเวลา
- Loss of Power => กรณีเกิดไฟฟ้าดับ

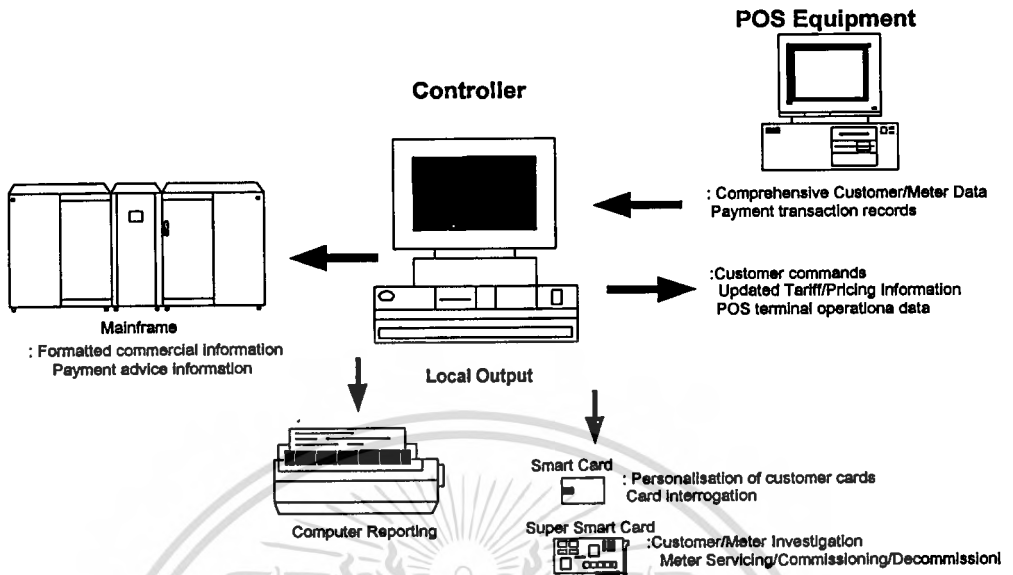
2.3.3 จุดขายบัตร (Point of Sale Outlet : POS) POS Terminal เปรียบเสมือนเป็นตัวกลางในการถ่ายเทข้อมูลต่างๆของผู้ใช้ไฟฟ้าไปยังเขต(การไฟฟ้า)โดยผ่าน Telecommunication Link ซึ่งในที่นี้คือสายโทรศัพท์ เมื่อผู้ใช้ไฟฟ้าต้องการจะซื้อวงเงินเครดิต บัตร Customer Card ของผู้ใช้ไฟฟ้าจะถูกตรวจสอบยอดเงินที่ POS โดยจะอ้างถึงหมายเลขอ้างอิงของผู้ใช้ไฟฟ้า Customer Reference Number ถ้าถูกต้อง POS จะทำการอนุมัติบัตรหลังจากนั้นจะทำการถ่ายเทยอดวงเงินที่อนุมัติ,ข้อมูลต่างๆไปรวมถึงอัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้าล่าสุดลงสู่บัตร ช่วงนี้ค่ามิเตอร์อ่านล่าสุดรวมถึงรายงานสถานะความผิดปกติต่างๆของการใช้ไฟครั้งก่อนจะถูกเรียกจากบัตร Customer Card และถูกเก็บลงใน Transaction Report เพื่อที่จะส่งให้ศูนย์กลางการควบคุม (Controller) ที่เขตต่อไปเมื่อกระบวนการต่างๆเรียบร้อยก็จะออกใบเสร็จรับเงินให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าตามจำนวนยอดวงเงินเครดิตที่ซื้อ

ที่ POS จะมีการตรวจสอบรายละเอียด/ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ไฟฟ้าที่เข้ามาซื้อวงเงินเครดิต 1 ครั้งต่อวัน โดยทั่ว ๆ ไปจะทำในเวลากลางวัน การตรวจสอบรายละเอียดของการ transaction นั้นจะทำการตรวจสอบยอดครั้งก่อนด้วยข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งกลับไปยังศูนย์กลางการควบคุม (Controller) ที่เขตขององค์กรขายไฟ ในตอนนี้ Controller จะทำการเก็บข้อมูลไว้เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวต่อไปนอกจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ไฟฟ้าที่จะทำการส่งให้ Controller แล้ว ข้อมูลเกี่ยวกับยอดวงเงินทั้งหมดที่จำหน่ายได้ในแต่ละวันก็จะทำการส่งไปให้ Controller ด้วย โดยก่อนที่จะทำการส่งไปให้ Controller ก็จะมีการพริ้นท์ (Print Out) รายละเอียดของ Transaction ออกมา เพื่อเป็นการยืนยันว่าข้อมูลที่ POS กับข้อมูลที่ Controller ได้รับนั้นมีค่าตรงกัน

2.4 การเชื่อมต่อกับศูนย์กลาง(การไฟฟ้า)

การเชื่อมต่อจะประกอบไปด้วย คอมพิวเตอร์เมนเฟรม POS Terminal และ Service Card โดยมีศูนย์กลางการเชื่อมต่ออยู่ศูนย์กลางการควบคุม (Controller)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ลักษณะการเชื่อมต่อกับศูนย์กลางการควบคุม

2.4.1 ศูนย์กลางการควบคุม (Controller) ทำหน้าที่เป็นตัวสร้างคำสั่งที่จะกำหนดให้กับบัตรของผู้ใช้ไฟฟ้า ข้อมูลทั่วไป เช่น อัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้า ยอดวงเงินฉุกเฉิน รวมถึงการตรวจสอบการ Transaction ที่ POS ควบคุมรักษาฐานข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้า และจัดทำรายงานข้อมูลทางสถิติของผู้ใช้ไฟฟ้า ข้อกำหนดอย่างต่ำของ Controller จะประกอบไปด้วย คอมพิวเตอร์ที่มี CPU รุ่น 486 Modem 28.8 kbps Card Reader และซอฟต์แวร์ทั้งทางด้านสื่อสาร ฐานข้อมูล และแอปพลิเคชัน

โดยซอฟต์แวร์ทางด้านสื่อสารนี้จะเป็นตัวทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะการทำงานและการ Transaction ของแต่ละ POS โดยข้อมูลที่จะทำการถ่ายเทระหว่าง Controller และ POS จะประกอบด้วย

- ข้อมูลทั่วไป (อัตราโครงสร้างค่าไฟ, ยอดวงเงินฉุกเฉิน)
- คำสั่งต่างๆที่จะใช้กับบัตรของผู้ใช้ไฟฟ้า (Customer Card)
- สถานะของมิเตอร์ (ความบกพร่อง, ความผิดปกติ)

ส่วนซอฟต์แวร์ของฐานข้อมูลทำหน้าที่เก็บและรักษาข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้ายรวมถึงสร้างข้อมูลทางสถิติต่างๆขณะที่ซอฟต์แวร์แอปพลิเคชันทำหน้าที่สร้างรายงานเพื่อแสดงรายละเอียดให้ผู้ปฏิบัติงานรับทราบ

นอกจากนี้ยังมีตัวจัดการข้อมูลซึ่งจะทำงานร่วมกับ service card เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานจะสามารถใช้ Service Card ในการปฏิบัติงานกับมิเตอร์ที่ฝังผู้ใช้ไฟฟ้าตามฟังก์ชันต่อไปนี้

- ปรับสัญญาณนาฬิกาที่ตัวมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เกลียวสถานะผิดปกติที่เกิดขึ้น
- จัดหาข้อมูลต่างๆ ไป (อัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้า วงเงินฉุกเฉิน)
- รวบรวมสถานะต่าง ๆ ของตัวมิเตอร์ (ค่าที่มิเตอร์อ่าน รายงานเกี่ยวกับความปลอดภัย)

หลังจากปฏิบัติงานกับมิเตอร์แล้วเสร็จข้อมูลต่างๆที่เก็บบันทึกไว้ใน Service Card สามารถเรียกดูได้จากตัวจัดการข้อมูล (Data Manager) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เหตุการณ์ต่างๆต่อไป

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าเทคโนโลยีแบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) เป็นระบบที่อำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ไฟฟ้าและองค์กรไฟฟ้า นั่นคือผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าของตนเองได้ตามยอดวงเงินในบัตร (Smart Card) ส่วนองค์กรไฟฟ้าก็ได้วงเงินมาหมุนเวียนใช้จ่ายก่อน ทำให้มีสภาพคล่องมากขึ้น ทั้งยังตัดปัญหาเรื่องการค้างชำระค่าไฟ และไม่จำเป็นต้องส่งพนักงานออกไปบันทึกค่าไฟตามที่เคยปฏิบัติมา เว้นเสียแต่เกิดปัญหาที่ตัวมิเตอร์ เช่นเดียวกันองค์กรไฟฟ้าก็สามารถพยากรณ์การใช้ไฟฟ้า (Load Forecasting) จากยอดเงินที่มีการซื้อผ่านจุดขายบัตร (Point of Sale Outlet)

บทที่ 3

ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Telemetrying

Automatic Meter Reading เป็นระบบอ่านค่าพลังงานพลังงานอัตโนมัติระยะไกลระหว่างองค์กรไฟฟ้ากับผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งให้ความสะดวกกับองค์กรไฟฟ้า โดยที่ไม่ต้องใช้พนักงานออกไปจดค่าไฟฟ้า ข้อมูลทุกอย่างจากมิเตอร์ไฟฟ้า จะถูกแสดงผลที่ศูนย์กลางการควบคุม ทำให้ทราบถึงจำนวนการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละราย

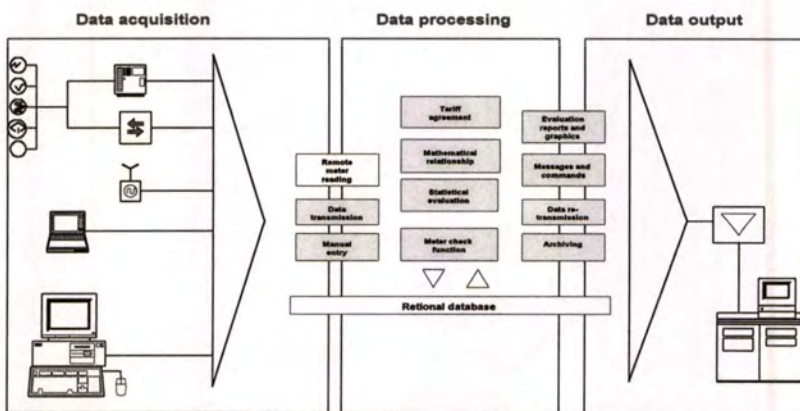
3.1 ลักษณะทั่วไปของระบบกรณีอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

ระบบ Automatic Meter Reading จะพิจารณาใช้กับผู้ใช้ไฟรายใหญ่คือผู้ใช้ไฟตั้งแต่ประเภทที่ 3 เป็นต้นไป โดยระบบนี้จะประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนคือ

- ◆ ศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller)
- ◆ อุปกรณ์อ่านค่าพลังงานระยะไกล (Remote Meter Reading)

3.1.1 ศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller) ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นศูนย์กลางการควบคุมการอ่านค่าพลังงาน โดยจะอยู่ในส่วนกลางหรือเขตของการไฟฟ้า ซึ่งในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยโมดูลต่างๆที่ทำงานประสานกันดังนี้

- Data Acquisition
- Data Processing
- Data Output



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.1 Data Acquisition เป็นส่วนที่ต่อเชื่อม(interface)กับมิเตอร์ของผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งในส่วนนี้ทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

➤ *Acquired meter readings* ทำหน้าที่รับค่าพลังงานไฟฟ้าที่อ่านได้จากตัวมิเตอร์ซึ่งติดอยู่ที่ฝั่งของผู้ใช้ไฟฟ้า โดยการส่งสัญญาณนี้จะเป็นลักษณะอนุกรม (Serial Transmission) นอกจากการรับค่าพลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่ในขณะนั้นแล้วยังรับค่ารูปแบบ (Pattern) ของภาระทางไฟฟ้า (Load Profile) ค่าใช้จ่ายของค่าไฟฟ้าเมื่อคราวที่แล้วโดยส่งสัญญาณนี้ผ่านทางสายโทรศัพท์ (Public Telephone or Leased Line) หรือผ่านทางสายส่งกำลังที่มีอยู่แล้วโดยใช้กระบวนการส่งสัญญาณแบบ DLC (Distribution Line Carrier) โดยโปรโตคอลที่ใช้จะเป็นไปตาม SCTM (Serial Coded TeleMetering) และตามมาตรฐาน IEC 870-5

➤ *Data Transmission* ทำหน้าที่ส่งค่าพลังงานไฟฟ้าที่อ่านได้ไปยังส่วน Data Processing นอกจากนี้ในกรณีที่ใช้สายโทรศัพท์หรือสายส่งกำลัง ที่ใช้ส่งสัญญาณจากมิเตอร์ไฟฟ้าเกิดความเสียหายก็สามารถอ่านข้อมูลทั้งรูปแบบตัวอักษร (Text Format) หรือรูปแบบ L&G จากคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook Computer) ที่ไปเก็บข้อมูลมาจากตัวมิเตอร์นั้นๆ โดยตรงและส่งข้อมูลไปยังส่วน Data Processing โดยที่ข้อมูลมีความถูกต้องเช่นเดียวกับที่ได้รับจากมิเตอร์โดยตรง

➤ *Manual Entries* นอกจากที่จะอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าโดยอัตโนมัติแล้วระบบนี้ผู้ปฏิบัติการยังสามารถที่จะใส่ค่าต่างๆเช่นค่าพลังงานไฟฟ้า, ค่ารูปแบบ (Pattern) ของภาระทางไฟฟ้าผ่านทางแป้นพิมพ์ (Keyboard) ที่อยู่หน้าเครื่องที่ศูนย์กลางการควบคุม โดยมี GUI (Graphic User Interface) ช่วยทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น

➤ *Synchronization* ทำหน้าที่ให้สัญญาณเวลามาตรฐานเพื่อความถูกต้องแม่นยำในการคิดค่าพลังงานไฟฟ้า ซึ่งอุปกรณ์ทุกตัวที่ต่ออยู่จะใช้เวลามาตรฐานเดียวกัน โดยจะรับสัญญาณเวลามาตรฐานนี้มาจากระบบ GPS(Global Positioning System)ของดาวเทียม

3.1.1.2 Data Processing เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ประมวลผลซึ่งรับข้อมูลมาจากส่วนของ Data Acquisition โดยทำหน้าที่ต่างๆดังต่อไปนี้

➤ *Meter Check Function* ในกรณีที่สายส่งกำลังที่จ่ายเข้ามิเตอร์ไฟฟ้าเกิดความเสียหายหรือ ตัวมิเตอร์เองเกิดทำงานผิดพลาดระบบนี้ก็จะสามารถแจ้งให้ผู้ปฏิบัติงานอยู่ที่ศูนย์รับทราบเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยค่าต่างๆก่อนที่จะเกิดความผิดพลาดของระบบจะถูกสำเนาลงที่ศูนย์ควบคุมซึ่งจะสามารถเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่างๆกับตัวมิเตอร์ที่ฝั่งผู้ใช้ไฟฟ้าได้

➤ *Tariff Agreement* สามารถบันทึกรูปแบบของอัตราโครงสร้างไฟฟ้าประเภทต่างๆในขณะนั้น ระบบนี้ผู้ปฏิบัติงานที่ศูนย์จะสามารถตรวจสอบพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าในแต่ละรายหรือแต่ละประเภทของการใช้ไฟฟ้าได้ ทำให้ทราบลักษณะรูปแบบของการใช้พลังงานไฟฟ้า (Load Profile) ของผู้ใช้ไฟฟ้าในแต่ละประเภทนั้นๆ

➤ *Mathematical Relationship and Statistical Evaluation* ระบบนี้สามารถทำหน้าที่ในการคำนวณและประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งค่าพลังงานไฟฟ้านอกจากขึ้นอยู่กับพลังงานที่ใช้แล้วยังขึ้นกับช่วงเวลาที่ใช้รวมถึงความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Demand) ในช่วงเวลาที่กำหนดด้วยซึ่งการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า จะสามารถแยกคิดได้โดยอัตโนมัติ สำหรับผู้ใช้ไฟในแต่ละประเภท นอกจากหน้าที่นี้แล้วยังมีหน้าที่อื่นๆที่ระบบนี้สามารถทำได้คือ

- สามารถบันทึกอัตราการแลกเปลี่ยนพลังงานในกรณีที่ต้องมีการซื้อไฟฟ้าจากองค์กรภายนอก
- สามารถวิเคราะห์รูปแบบของภาระทางไฟฟ้า (Load Profile) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โมเดลของอัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้า, สถิติของการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมถึงการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า (Load Forecasting)

➤ *Standardized Database Interface* ระบบนี้จะมีฐานข้อมูล (Relational Database) ซึ่งผู้ปฏิบัติงานจะสามารถเรียกดูข้อมูลต่างๆไปได้โดยใช้เครื่องมือ (Tool) ที่เป็นภาษา SQL (Structured Query Language) หรือ ภาษา C

3.1.1.3 Data Output ในส่วนนี้จะดำเนินการต่อจากส่วน Data Processing จะทำหน้าที่ต่างๆดังต่อไปนี้

➤ *Evaluation Reports and Graphic* ผลิตรายงาน (Report) การใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้แต่ละรายหรือการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทได้ นอกจากจะพิมพ์รายงานออกมาเป็นตารางแล้วยังสามารถพิมพ์กราฟของภาระทางไฟฟ้า (Load Curve) ออกมาได้เช่นกัน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถมองเห็นความเปลี่ยนแปลงของภาระทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ง่าย

➤ *Data Re-transmission* ทำหน้าที่ส่งผ่านค่าที่ได้รับจากมิเตอร์เพื่อพิมพ์ค่าออกมาโดยตรง

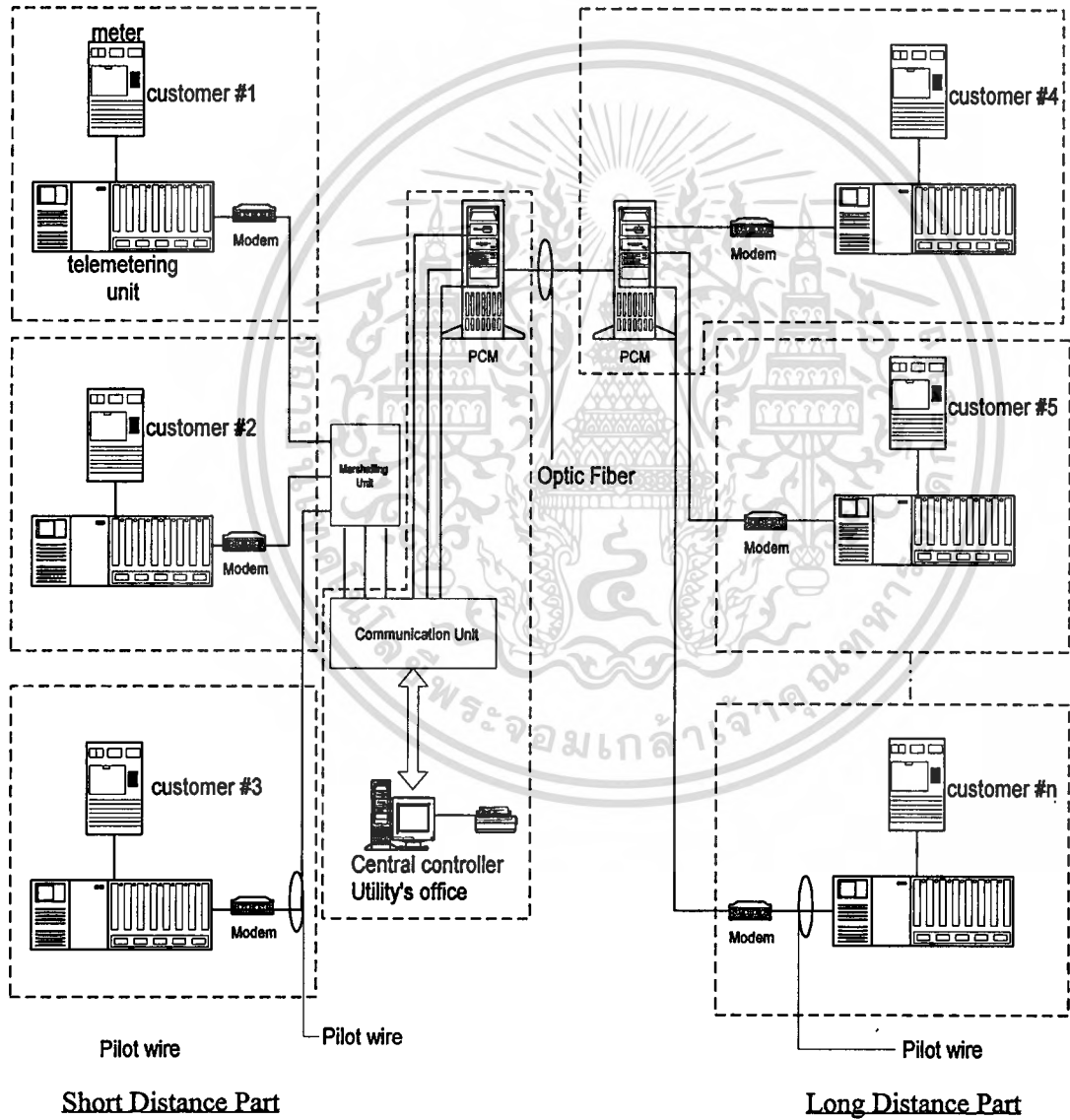
➤ *Archiving* ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆบนหน่วยความจำสำรองซึ่งสามารถถอดออกได้ ทำให้ผู้ปฏิบัติการสามารถที่จะเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องบ่อยครั้งไว้เป็นข้อมูลสำรองสำหรับการวิเคราะห์ครั้งต่อไป

➤ *Messages and Commands* คำสั่งหรือสถานะต่างๆของตัวมิเตอร์ที่เราตั้งค่าเอาไว้เช่นการเปลี่ยนอัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้าสามารถแสดงออกมาเป็นรายงาน(report) ในขณะที่กำลังอ่านค่าจากตัวมิเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 อุปกรณ์อ่านค่าพลังงานระยะไกล (Remote Meter Reading) เป็นมิเตอร์ไฟฟ้าที่อยู่ในฝั่งผู้ใช้ไฟรายใหญ่ซึ่งจะต่อเชื่อมกับส่วนที่เป็นศูนย์กลางการควบคุม ผ่านสื่อที่ใช้ในการสื่อสารเช่นสายโทรศัพท์ (Public Telephone or Leased Line) สายส่งกำลัง ค่าที่มิเตอร์อ่านได้จะมีทั้งค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาที (Maximum 15 Minutes Demand) ค่ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Reactive Power)

โดยที่รูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบนี้จะเห็นไปดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การเชื่อมต่อของระบบ Automatic Meter Reading แบบ Telemetry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนดังต่อไปนี้

- Remote Meter Reading part
- Transmission Media

3.1.2.1 ส่วนของอุปกรณ์อ่านค่าพลังงานระยะไกล (Remote Meter Reading Part) ส่วนนี้อยู่ที่ฝั่งลูกค้าหรือผู้ใช้ไฟฟ้าซึ่งจะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังต่อไปนี้

3.1.2.1.1 มิเตอร์ไฟฟ้า (Remote Meter) เป็นมิเตอร์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติดังนี้

- อ่านค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (Active Energy) และพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Reactive Energy) ทั้งค่าบวกและลบด้วยความเที่ยงตรง (Accuracy Class) คลาส 0.2 และ 0.5 สำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงและคลาส 1.0 สำหรับพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟตามมาตรฐาน IEC 687
- สามารถต่อได้กับระบบไฟฟ้า 3 ยก 3 สาย (3 Phase 3 Wire) 3 ยก 4 สาย (3 Phase 4 Wire) 1 ยก 2 สาย (1 Phase 2 Wire)
- สามารถใช้งานได้นานโดยไม่ต้องบำรุงรักษา (Maintenance-Free)
- เอาพุท (Output) ที่ออกมาจะมีลักษณะเป็นสัญญาณพัลส์ทางไฟฟ้า

⇒ การแสดงผลของตัวมิเตอร์จะมีลักษณะดังนี้

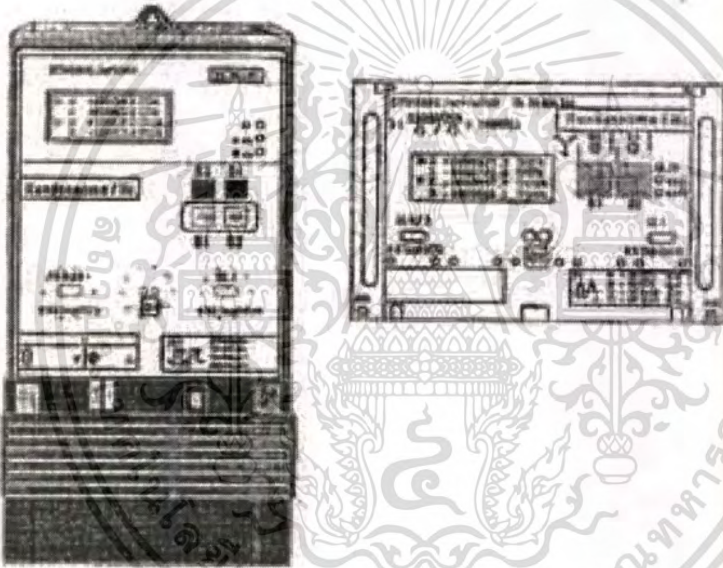
- แสดงค่าพลังงานที่อ่านได้ซึ่งมี 4 แฉวประกอบด้วยค่าพลังงานไฟฟ้าจริงค่าบวก (+kWh) ค่าพลังงานไฟฟ้าจริงค่าลบ (-kWh) ค่าพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟค่าบวก (-kVarh) ค่าพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟค่าลบ (-kVarh)
- มี LED ที่จะแสดงค่าของช่วงการวัดและข้อความเตือน (Alarm Messages) เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น
- ในขั้นตอนการทดสอบ (Test) หรือตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ บนตัวมิเตอร์จะมี LED ที่จะแสดงค่าความถี่ของพัลส์ทางไฟฟ้าว่าสม่ำเสมอหรือไม่
- การตั้งค่าข้อมูลเบื้องต้นต่างๆ รวมถึงค่าคงที่ของมิเตอร์และค่าพัลส์ทางไฟฟ้าจะทำผ่านเซอร์วิสโปรแกรม (Service Program) ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows
- สามารถเลือกค่าตำแหน่งของทศนิยมที่ต้องการจะวัดว่าต้องการกี่ตำแหน่ง
- เลือกชนิดของค่าพลังงานที่จะวัดว่าจะเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าจริงหรือค่าพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ
- สามารถตั้งค่าอัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้าและการเชื่อมต่อทางด้านการสื่อสาร (Communication Interface) รวมถึงความปลอดภัยของข้อมูลบนมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าที่มิเตอร์อ่านได้จะถูกเก็บอยู่ใน EEPROM ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้พลังงานแบตเตอรี่สำรอง (No Batteries Backup Required)

⇒ ลักษณะการติดตั้ง

- สามารถติดตั้งในลักษณะ Panel-Mounted Housing คือติดตั้งแน่นกับตู้ไฟฟ้าการเข้าสายไฟฟ้าจะต้องใช้เทอร์มินัลต่อสายยึดกับตัวมิเตอร์
- สามารถติดตั้งในลักษณะ Plug-in housing คือสามารถถอดตัวมิเตอร์เข้าออกได้ง่ายตามที่ต้องการแต่ทั้งนี้ตัวมิเตอร์ควรจะติดตั้งอยู่ในตู้ไฟฟ้าเช่นกัน



รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะมิเตอร์ไฟฟ้าในระบบ Telemetry

⇒ ปุ่ม (Push Button) ที่หน้าเครื่อง S1-S4 จะทำหน้าที่ต่างๆดังต่อไปนี้

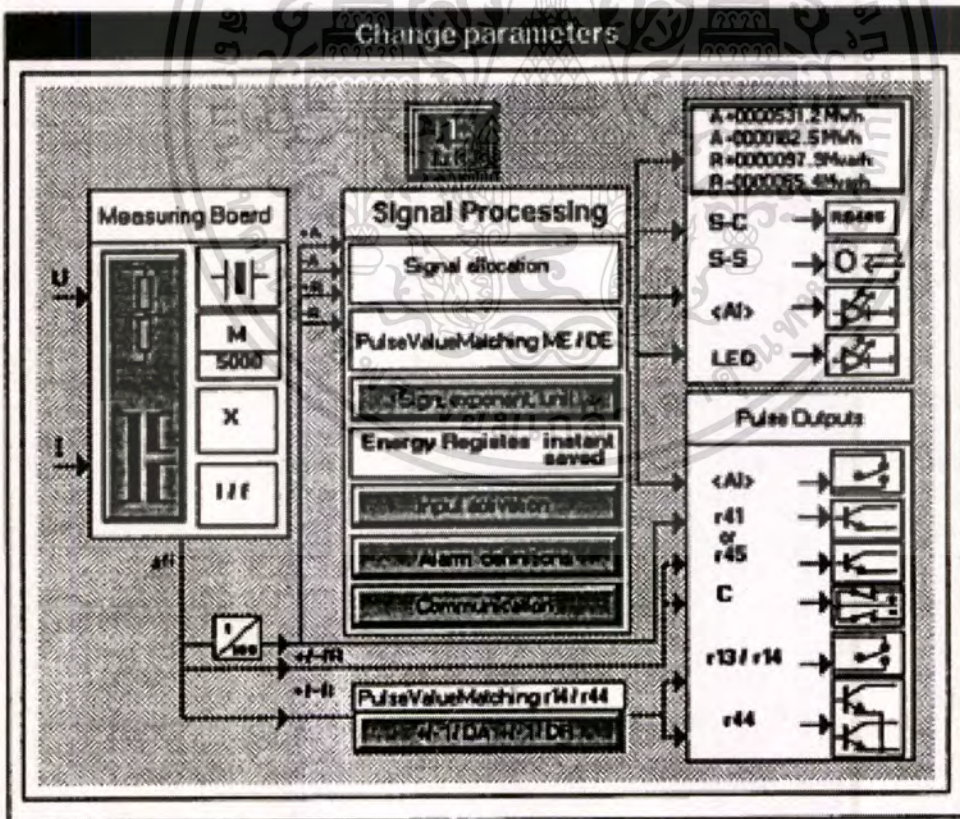
- S1 กดเมื่อต้องการดูค่าพลังงานค่าต่อไป ถ้ากดอีกครั้งจะแสดงค่าสถานะและพารามิเตอร์ต่างๆของเครื่อง
- S2 กดเมื่อต้องการดูค่าพลังงานที่เครื่องเก็บไว้ก่อนหน้านี้ โดยค่าพลังงานล่าสุดที่ขึ้นมาจะปรากฏเครื่องหมาย “ * ” อยู่ข้างหน้า
- เมื่อกด S1 และ S2 พร้อมกัน จะทำให้มิเตอร์ทดสอบตัวเองอัตโนมัติ (Self-Test) แต่จะไม่มีผลถ้ามิเตอร์กำลังทำงานอยู่
- S3 กดเมื่อต้องการรีเซต (Reset) ค่าสัญญาณเตือน (Alarm) ต่างๆที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- S4 กดเมื่อต้องการรีเซตค่าทางสถิติต่างๆเช่นค่าที่มิเตอร์อ่านได้ครั้งก่อน
- โดยที่ปุ่ม S3 และ S4 จะถูกปิดผนึกอยู่ในฝาครอบซึ่งจะไม่ให้ผู้อื่นเข้าถึงได้ง่ายยกเว้นผู้ปฏิบัติงานเท่านั้น

⇒ การตั้งค่าพารามิเตอร์ของมิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของตัวมิเตอร์สามารถตั้งค่าและเรียกดูได้โดยผ่านอุปกรณ์ Optical Service Interface ซึ่งจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่ตั้งค่าพร้อมกับเซอร์วิส โปรแกรม (Service Program) และ อุปกรณ์ Interface Converter สำหรับตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆของตัวมิเตอร์ ที่จะตั้งโดยเซอร์วิส โปรแกรมจะทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows เมื่อใส่ค่าต่างๆ ของมิเตอร์ที่คอมพิวเตอร์เซอร์วิส โปรแกรมก็จะทำการคำนวณค่าต่างๆ นี้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งพารามิเตอร์ทั้งหลายเหล่านี้จะเก็บอยู่ภายใต้ฐานข้อมูลโดยจะระบุหมายเลขของมิเตอร์ (Device Number) นั้น ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้จะถูกถ่ายทอดคอมพิวเตอร์จากกล่องตู้มิเตอร์และเช่นเดียวกันค่าพารามิเตอร์เดิมของมิเตอร์ก็จะสามารถถ่ายทอดลงสู่คอมพิวเตอร์ได้เช่นกัน

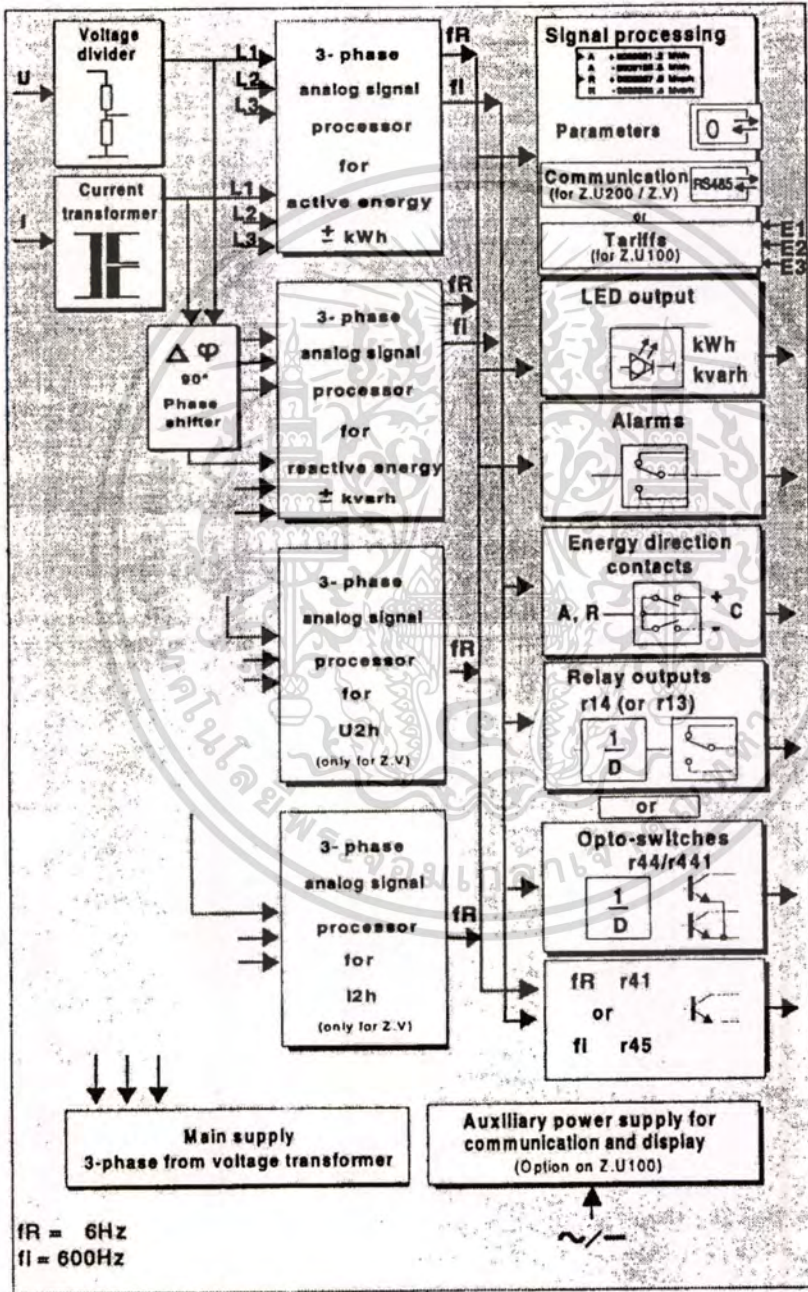


รูปที่ 3.4 แสดงกราฟฟีกเมนูเมื่อมีการตั้งค่าพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

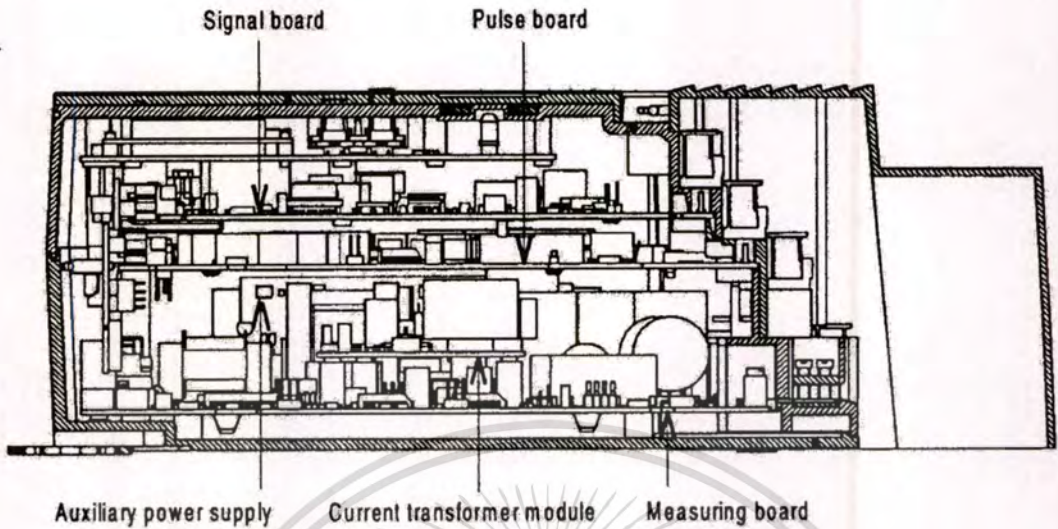
⇒ การเตือนเมื่อมีความผิดปกติ

เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นที่ตัวมิเตอร์ หน้าจอของมิเตอร์จะแสดงข้อความผิดปกตินั้น หลอดLED สีแดงก็จะกระพริบเพื่อเตือนให้ผู้ใช้งานทราบ เมื่อผู้ใช้งานรับทราบถึงความผิดปกตินั้นก็เพียงแต่กดปุ่มรับทราบ (Acknowledges) สัญญาณเตือนความผิดปกติก็จะหายไป



รูปที่ 3.5 แสดงฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมของมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงภาพตัดขวางของมิเตอร์

⇒ โครงสร้างภายในมิเตอร์

- บอร์ดสำหรับการวัด (Measuring Board) (ดูรูปที่ 3.6)

แหล่งจ่ายไฟ (Supply) จะมาจากโวลเตจดีไวเดอร์ (Voltage Divider) ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงแรงดันของระบบไฟฟ้าที่ใช้มาเป็นแรงดันต่ำเพื่อที่จะสามารถจ่ายเข้าที่มิเตอร์ให้กับบอร์ดสำหรับการวัด โดยที่ช่วงแรงดันขาเข้าโวลเตจดีไวเดอร์คือ 240 VAC ส่วนแรงดันขาออกเป็น 1 Vrms โดยที่เทคโนโลยีของฟิล์มแบบหนา (Thick Film Technology) นั้นทำให้ค่าที่ได้มีความเที่ยงตรงสูงและสามารถใช้ได้ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง

การป้องกันมิเตอร์ มิเตอร์จะมีวงจรฟิลเตอร์ (Filter Circuit) ซึ่งสามารถป้องกันสัญญาณรบกวน (Interference) ที่มาจากภายนอก รวมถึงสัญญาณรบกวนที่เกิดจากสัญญาณพัลส์ภายใน สัญญาณความถี่มาตรฐาน (Reference Frequency) ที่ใช้สำหรับบอร์ดการวัดนี้จะถูกสร้างจากออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) ด้วยความถี่ 4.19 MHz

เมื่อมิเตอร์ทำงานในสภาวะปกติหลอด LED สีเขียวทั้งหลอด $\triangleleft A$ และหลอด $\triangleleft R$ จะสว่างแต่เมื่อใดก็ตามภาระทางไฟฟ้าเกินกว่าที่กำหนด (Overload Condition) หลอดดังกล่าวก็จะดับ มิเตอร์จะหยุดการสร้างสัญญาณพัลส์ไฟฟ้า

- บอร์ดสร้างสัญญาณพัลส์ไฟฟ้า (Pulse Board)

พัลส์ที่กำเนิดขึ้นนี้จะถูกโปรแกรมจากเซอร์วิสโปรแกรมเมื่อตอนใส่ค่าพารามิเตอร์ให้กับเครื่อง ความกว้างของสัญญาณพัลส์ (Pulse Width) จะอยู่ระหว่าง 10 ถึง 20 ms (Milliseconds) ข

อยู่กับว่าสัญญาณพัลส์กำเนิดจาก Relay Card หรือ Optical Card (ดูจากรูปที่ 3.5) ข้อดีของการใช้ Optical Card นั้นคือปราศจากการรบกวนทางไฟฟ้า

- บอร์ดประมวลผล (Signal board) ทำหน้าที่ดังต่อไปนี้
 - ▶ ประมวลผลสัญญาณพัลส์ที่เกิดขึ้น
 - ▶ แสดงผลค่าพลังงานที่มิเตอร์อ่านได้ออกทางหน้าจอ
 - ▶ เป็น Optical Service Interface ที่จะรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ มาจากคอมพิวเตอร์ขณะผู้ปฏิบัติการใส่ค่าพารามิเตอร์
 - ▶ ทำหน้าที่คำนวณวิเคราะห์อัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้า
 - ▶ เป็นตัวกลางในการรับส่งสถานะของตัวมิเตอร์เพื่อแสดงออกทางหน้าจอ
 - ▶ ทำหน้าที่เก็บค่าที่อ่านได้ครั้งสุดท้ายไว้ในหน่วยความจำก่อนที่จะแหล่งจ่ายไฟจะหายไป
 - ▶ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของบอร์ดสำหรับการวัดและบอร์ดสำหรับสร้างสัญญาณพัลส์

⇒ ป้ายแสดงข้อกำหนดของมิเตอร์จะแสดงบนหน้าและหลังมิเตอร์ประกอบด้วย

- คลาสความเที่ยงตรง
- แรงดัน กระแส ความถี่
- หมายเลขเครื่องและปีที่ผลิต
- ค่าคงที่ต่างๆ ของมิเตอร์ (Meter Constants)
- สัดส่วน (Ratio) ของหม้อแปลงกระแสและแรงดัน
- ค่าของพัลส์เอาพุทที่มิเตอร์สามารถสร้างได้

รายละเอียด	ค่าที่ใช้
สัดส่วนหม้อแปลงกระแส (Current Transformer Ratio)	1000: 5 A
สัดส่วนหม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer Ratio)	$3 \times 24,000 \text{V} / \sqrt{3} : 3 \times 100 \text{V} / \sqrt{3}$
พิกัดของภาระทางไฟฟ้า (Loading Capacity)	120%
ความถี่ (Frequency)	50 Hz
แหล่งจ่ายไฟสำรอง (Auxiliary Power Supply)	220 VAC
แรงดันควบคุมอัตราโครงสร้างค่าไฟ (Tariff Control Voltage)	100 VAC
พัลส์เอาพุท (Transmitting Pulse)	20 kWh/imp
ค่าที่อ่านได้สูงสุด (Maximum Reading)	12345.67 kWh

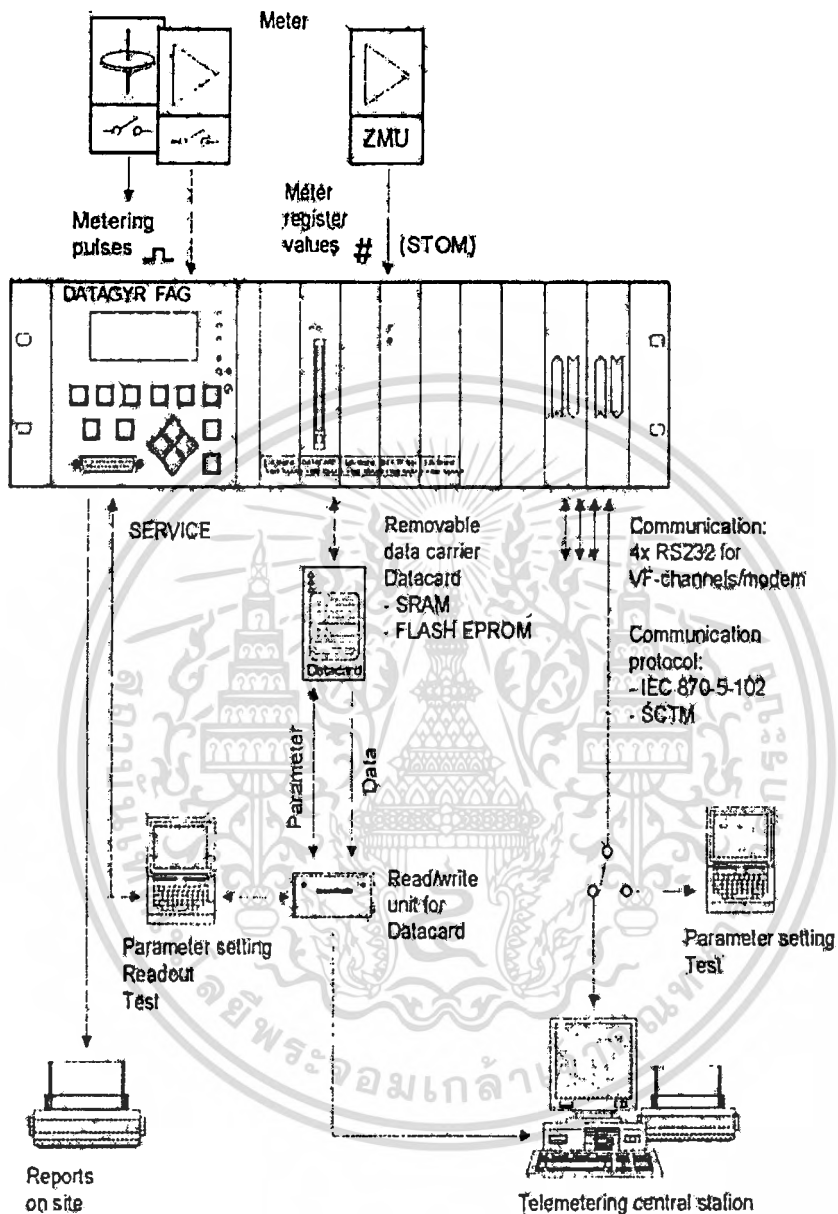
ตารางที่ 3.1 แสดงข้อกำหนดของมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.1.2 หน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit) เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างมิเตอร์ไฟฟ้ากับศูนย์กลางควบคุม โดยจะติดตั้งอยู่ที่ฝั่งของผู้ใช้ไฟฟ้า มีลักษณะดังต่อไปนี้

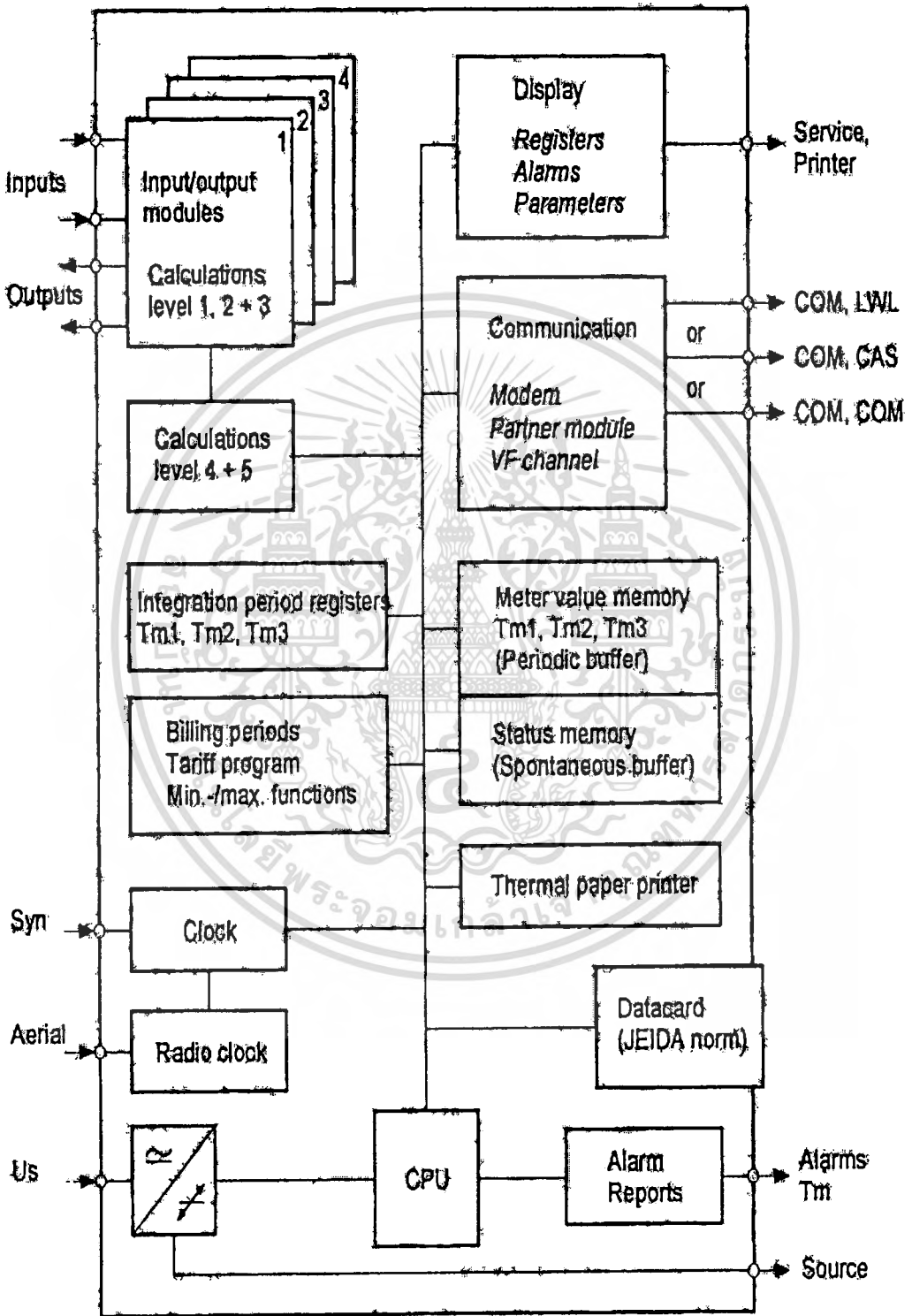
- รับค่าอินพุตพัลส์จากมิเตอร์และส่งค่าเอาพุตพัลส์ที่มีเสถียรภาพออกไปยังศูนย์กลางการควบคุมการอ่านค่าพลังงาน
- สามารถอ่านและบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าของมิเตอร์ที่ต่ออยู่
- สามารถบันทึกอัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้าแต่ละประเภทโดยเครื่องจะคำนวณค่าให้อัตโนมัติตามประเภทผู้ใช้ไฟ
- มีหน่วยความจำมากพอขนาด 4 Mbytes สามารถบันทึกค่าเหตุการณ์ต่างๆขณะเกิดผิดปกติรวมถึงเก็บค่าเหตุการณ์และค่าพลังงานไฟฟ้าที่เคยใช้มา
- มีหน่วยความจำสำรองลักษณะเป็น Datarcard ที่สามารถถอดเก็บได้มีประโยชน์สำหรับการเก็บข้อมูลสำรอง
- มีหน่วยความจำส่วนหนึ่งที่สามารถบันทึกวันและเวลาที่เกิดความผิดปกติ
- สามารถรับสัญญาณเวลามาตรฐานจาก 3 แหล่งคือสัญญาณนาฬิกาจากซอฟต์แวร์ภายใน, จากหน่วยความจำที่อยู่ในฮาร์ดแวร์ซึ่งจะมีโมดูลของสัญญาณนาฬิกาอยู่, และจาก GPS
- แสดงผลทางหน้าจอเป็น LCD (Liquid Crystal Display) 4 แถว สามารถบันทึกได้แถวละ 20 ตัวอักษร
- สามารถต่อโดยตรงกับคอมพิวเตอร์ซึ่งจะสามารถแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์หน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit) รวมถึงสามารถต่อโดยตรงกับเครื่องพิมพ์เพื่อพิมพ์เหตุการณ์ต่างๆที่ผ่านมาได้
- มี LED แสดงสถานะการทำงานและเตือนเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น
- มีโมเด็มภายในสำหรับติดต่อกับศูนย์กลางการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้า (Central Controller)
- มีส่วนต่อเชื่อมสำหรับการสื่อสาร (Communication Interface) ได้ถึง 4 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



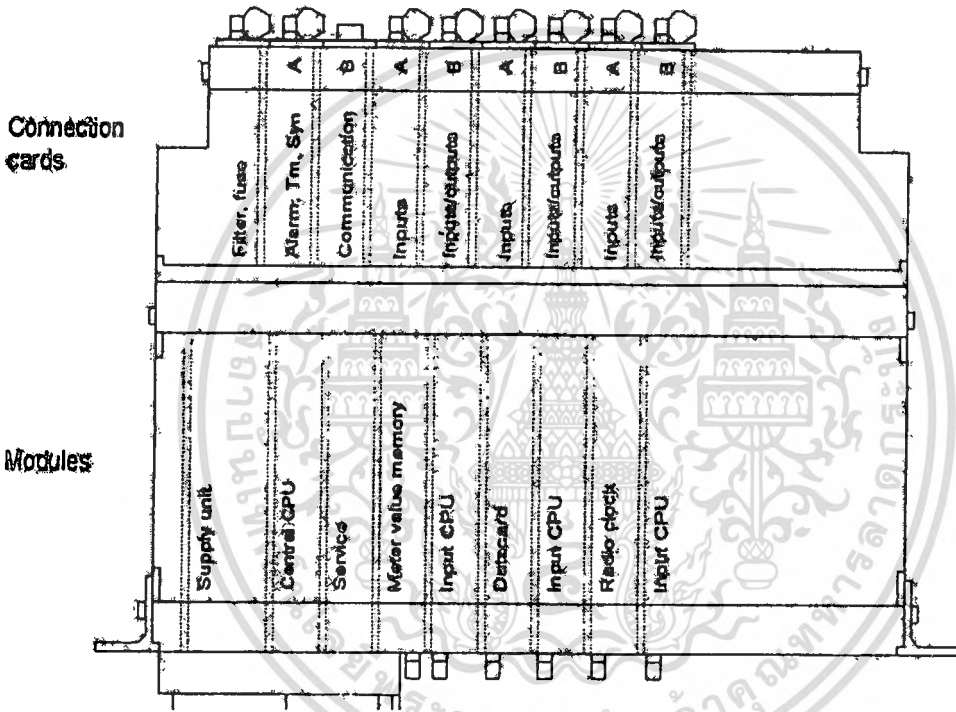
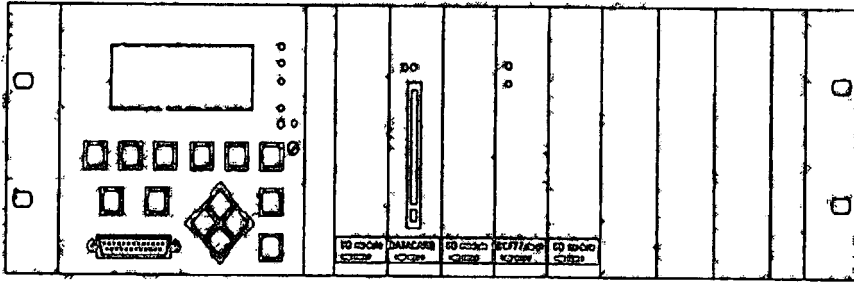
รูปที่ 3.7 แสดงการใช้งานของหน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ หน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การสงวนเพื่อสิทธิของเจ้าของลิขสิทธิ์ โดยผู้จัดทำมีนโยบายเปิดเผยข้อมูลด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

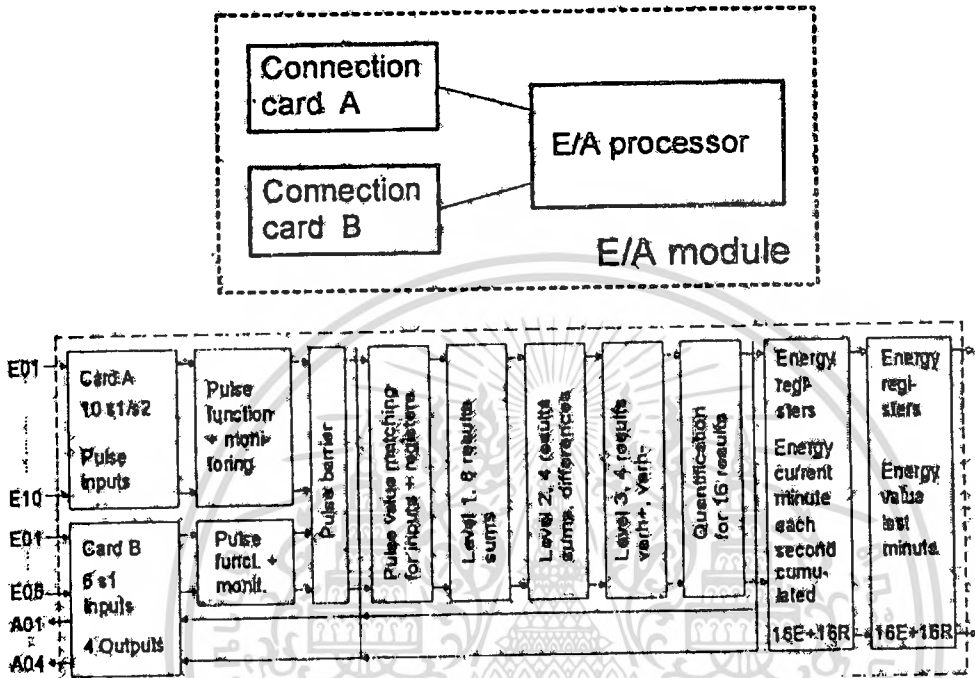


รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะโครงสร้างภายนอกของหน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit)

นอกจากนี้แล้วหน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit) ยังประกอบด้วยอุปกรณ์ส่วนต่างๆ ดังนี้

1. อินพุทโมดูล (Input Modules) อินพุทโมดูลจะประกอบด้วยการ์ดเชื่อมต่อ (Connection Card) จำนวน 2 การ์ดและหน่วยประมวลผล (CPU) จำนวน 1 หน่วย ภายในการ์ดเชื่อมต่อจะมีวงจรสวิทซ์ซิง (Switching Circuits) สำหรับรับและส่งสัญญาณพัลส์ส่วนหน่วยประมวลผลทำหน้าที่ส่งให้การ์ดเชื่อมต่อส่งสัญญาณพัลส์มาให้และทำการประมวลผลสัญญาณพัลส์เหล่านี้

โดยที่หน่วยประมวลผลจะทำการนับสัญญาณพัลส์ที่ส่งเข้ามาและประมวลผล พัลส์ที่ผ่านการประมวลผลจะถูกแสดงผลทางหน้าจอส่วนพัลส์ที่มีความผิดปกติ (Error) จะถูกเก็บบันทึกไว้



รูปที่ 3.10 แสดงการเชื่อมต่อของการ์ดเชื่อมต่อกับหน่วยประมวลผล

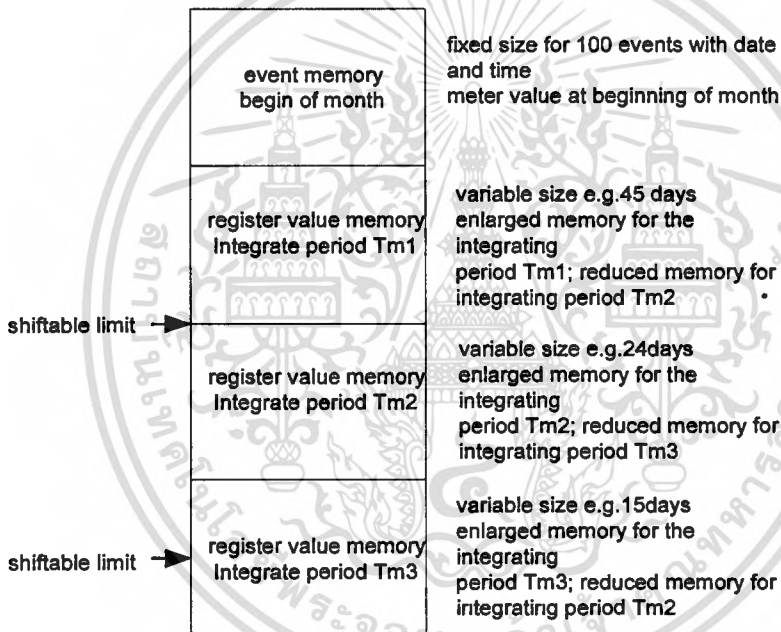
2. หน้าเครื่องของ Telemetering Unit(Console) ประกอบด้วยจอLCD(Liquid Crystal Display)ซึ่งแสดงค่าได้ 4 แถวๆละ 20 ตัวอักษร และปุ่มกด 14 ปุ่ม ซึ่งปุ่มทั้งหลายเหล่านี้ไว้ใช้สำหรับอ่านค่าข้อมูลและพารามิเตอร์ต่างๆรวมทั้งสามารถใช้โปรแกรมฟังก์ชันต่างๆแทนการ โปรแกรมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยที่หลอดLEDต่างๆบนหน้าเครื่องแสดงสถานะต่างๆดังนี้

หลอด	สี	สถานะการทำงาน
Run	เขียว	อุปกรณ์กำลังทำงาน
AL0	แดง	สัญญาณเตือนความผิดปกติระดับ 0
AL1	แดง	สัญญาณเตือนความผิดปกติระดับ 1
AL2	แดง	สัญญาณเตือนความผิดปกติระดับ 2

ตารางที่ 3.2 แสดงสถานะของหลอด LEDบนหน้าเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หน่วยศูนย์กลาง(Central Unit) ทำหน้าที่ควบคุมเวลามาตรฐาน (Real Time Clock) จัดการเกี่ยวกับหน่วยความจำและโมดูลของการ์ดหน่วยความจำสำรอง (Datacard)
4. โมดูลของการ์ดหน่วยความจำสำรอง (Datacard Module) สามารถถอดเข้าออกได้หน่วยความจำเป็นแบบ SRAM หรือ FLASH EPROM ลักษณะเหมือนบัตรเครดิต ทำหน้าที่เก็บข้อมูลสำรอง(Back -Up) ของพารามิเตอร์ต่างๆ ขนาดหน่วยความจำมีขนาดตั้งแต่ 256 kByte ถึง 4 MByte โดยจะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 4 ส่วน โดยส่วนแรกเก็บค่าเหตุการณ์ต่างๆอีก 3 ส่วนที่เหลือ เก็บค่าพลังงานเฉลี่ยในช่วงเวลาต่างๆ เช่น 15 นาที 30 นาทีหรือ 45 นาทีขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่เครื่อง



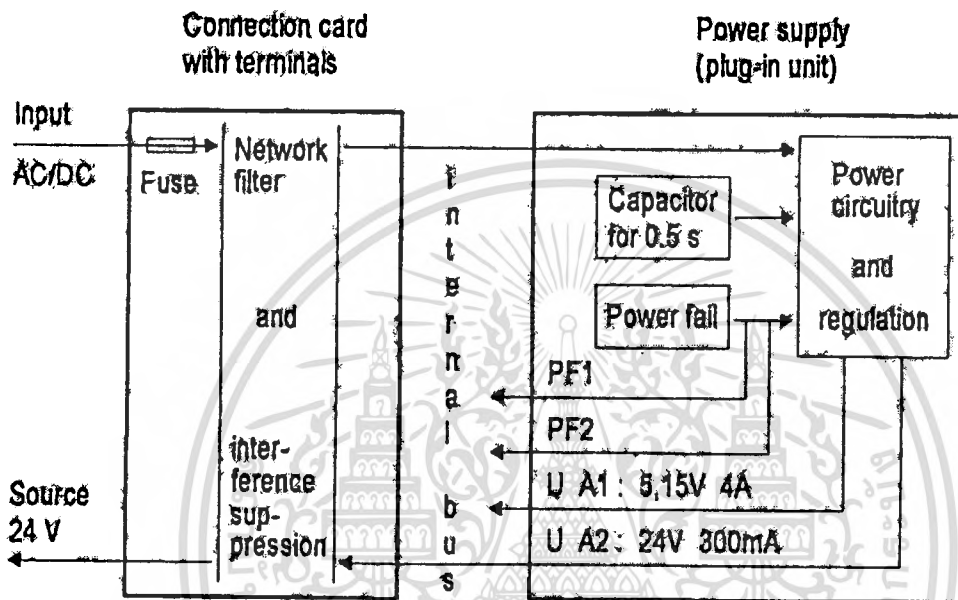
รูปที่ 3.11 แสดงการแบ่งหน่วยความจำของ Datacard

5. โมดูลช่วยเหลือ (Service Module) ทำหน้าที่ช่วยการทำงานของหน่วยศูนย์กลาง (Central Unit) ควบคุมการทำงานของหน้าจอและการทำงานของอุปกรณ์เชื่อมต่อการสื่อสาร (Communication Interfaces) นอกจากนี้ยังมีแบตเตอรี่สำรองสำหรับสัญญาณเวลามาตรฐานถ้าไฟในแบตเตอรี่ต่ำมากจะส่งสัญญาณเตือน
6. โมดูลสัญญาณนาฬิกา (Radio Clock Module) รับสัญญาณวันและเวลามาตรฐานจาก DCF77 ของยุโรปและสัญญาณจาก GPS (Global Positioning System) โดยจะทำการประสมสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Synchronize) กับสัญญาณนาฬิกาภายใน ปกติการประสมสัญญาณจะเกิดขึ้นทุกๆ นาที่ กรณีรับสัญญาณมาตรฐานไม่ได้ก็จะแสดงความผิดปกติออกมา

7. แหล่งจ่ายไฟ (Supply) ที่จะจ่ายให้กับหน่วยการสื่อสารระยะไกลจะประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ การ์ดเชื่อมต่อ และ แหล่งจ่ายไฟที่ถอดเข้าออกได้ (Plug-in Unit) ดังรูป 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะแหล่งจ่ายไฟ

3.1.2.2 สื่อกลางการส่งสัญญาณ (Transmission Media) สื่อกลางที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์จะประกอบไปด้วย

- สายโทรศัพท์
- สายไฟฟ้ากำลัง
- สายชนิด STP (Shield Twisted Pair)
- สาย Optical Fiber กรณีที่มีการเชื่อมต่อเป็นระยะทางไกลแต่ปกติจะใช้คู่กับโมเด็ม (Modem) และอุปกรณ์ที่แปลงสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นสัญญาณแสง

3.1.3 ลักษณะการทำงานของระบบ

ที่ศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller) จะมีฐานข้อมูล (Database) ซึ่งจะเก็บหมายเลขประจำ หน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetry Unit) เมื่อถึงคราวครบรอบชำระค่าไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ารายใด ที่ศูนย์กลางควบคุม (Central Controller) จะเรียกข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้ารายนั้นๆ ที่ครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบขึ้นมา โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า หมายเลขประจํามิเตอร์ หมายเลขหน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit) วันเดือนปีที่บันทึกค่าพลังงานครั้งที่แล้ว ยอดบันทึกพลังงานครั้งก่อน ยอดค้างชำระ เป็นต้น และที่สำคัญก็คือหมายเลขโทรศัพท์ที่จะติดต่อไปยังหน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit) จากนั้นที่ศูนย์กลางการควบคุมจะทำการต่อโทรศัพท์โดยอัตโนมัติไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายตามเบอร์โทรศัพท์ของผู้ใช้ไฟฟ้านั้นๆ (Customer # 1 ถึง Customer # n) ดังรูปที่3.2 โดยที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเหล่านี้ถึงรอบที่จะชำระค่าไฟฟ้า ลักษณะการต่อโทรศัพท์จะต่อผ่าน โมเด็มที่ศูนย์ไปยังโมเด็มปลายทางของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายซึ่งโมเด็มปลายทางจะถูกติดตั้งภายใน หน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit) โดยสัญญาณจากศูนย์กลางการควบคุมจะถูกส่งผ่าน หน่วยช่องทางการสื่อสาร (Communication Unit) ซึ่งจะเลือกเส้นทางว่าสัญญาณที่ออกจากศูนย์กลางการควบคุมจะวิ่งไปยัง หน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit) ชุดใด ตัวอย่างเช่น หมายเลขที่ศูนย์กลางการควบคุมโทรออกเป็นหมายเลขของ Customer#1 เมื่อศูนย์กลางการควบคุมโทรศัพท์ออกเพื่อที่จะอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าของ Customer#1 สัญญาณที่โทรออกจากศูนย์กลางการควบคุม จะถูกส่งผ่านโมเด็มที่ศูนย์ไปยังหน่วยช่องทางการสื่อสาร (Communication Unit) ณ จุดนี้จะทำการเลือกเส้นทางเพื่อไปยัง Customer#1

ปกติที่หน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit) จะมีหน่วยความจำมากเพียงพขนาด 4 Mbytes ซึ่งสามารถบันทึกค่าเหตุการณ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าจริงหรือพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ ที่ผู้ใช้ไฟฟ้าใช้ไปโดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกถ่ายเทจากมิเตอร์ไฟฟ้าลงสู่ หน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit) ตลอดเวลา เมื่อโมเด็มที่อยู่ในหน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit) ได้รับสัญญาณเรียกอ่านค่าพลังงานจากศูนย์กลาง สัญญาณดังกล่าวก็จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อที่จะส่งให้อินพุทโมดูล (Input Module) ภายใน หน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetering Unit) เรียกค่าพลังงานรวมถึงพารามิเตอร์อื่นๆในหน่วยความจำที่เก็บไว้ ออกมาจากนั้นก็ทำการส่งข้อมูลดังกล่าวผ่านโมเด็มภายใน เพื่อแปลงสัญญาณดิจิทัล เป็นสัญญาณอนาล็อกและส่งกลับมายังศูนย์กลางการควบคุมตามเส้นทางเดิม ค่าต่างๆที่อ่านได้จะถูกแสดงออกทางหน้าจอ (Monitor) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรับทราบค่าต่างๆของผู้ใช้ไฟฟ้า Customer#1 ขณะเดียวกันก็จะบันทึกค่าพลังงานและพารามิเตอร์ต่างๆลงในฐานข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้าสำหรับโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสาร (Transmission Protocol) จะใช้การส่งลักษณะ 8 บิต (Bits) พร้อมกับ พาริตีบิต (Parity Bit) โปรโตคอลที่ใช้ก็คือ SCTM (Serial Coded TeleMetering) ตามมาตรฐาน IEC 870-5

ที่ศูนย์กลางการควบคุมจะสามารถตั้งให้เครื่องพิมพ์พิมพ์ค่าพลังงานที่อ่านได้ของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายโดยอัตโนมัติ หรือจะให้ผู้ปฏิบัติงานสั่งที่หน้าเครื่องให้พิมพ์ได้เช่นกัน เพื่อที่จะนำรายงานที่พิมพ์ได้ออกมาไปทำใบเรียกเก็บเงินค่าพลังงานไฟฟ้าต่อไป

ระบบนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่ระยะทางพิจารณาตามรูปที่ 3.2 กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าอยู่ไม่ไกลจากศูนย์กลางการควบคุมมากนัก การเชื่อมต่อระหว่างฝั่งมิเตอร์ผู้ใช้ไฟฟ้ากับศูนย์กลางการควบคุม ก็จะเชื่อมต่อโดยใช้สายโทรศัพท์ สายไฟฟ้ายกกำลังหรือใช้สาย STP (Shielded Twisted Pair) เพื่อป้องกันการรบกวนทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในกรณีที่จะต้องเดินสายผ่านบริเวณที่มีการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้ามาก เช่น บริเวณใกล้สายไฟแรงสูง บริเวณสถานีไฟฟ้าแรงสูง เป็นต้น การใช้สายเหล่านี้ในระยะทางที่ใกล้ ก็ไม่ทำให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนมากนัก การลดทอนสัญญาณก็อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ โดยสายทั้งหมดจะมารวมอยู่ในกล่องต่อสาย (Marshalling Unit) ซึ่งจะติดตั้งอยู่ใกล้ๆกับศูนย์กลางการควบคุม ซึ่งจะต้องเดินสายมายังหน่วยช่องทางการสื่อสาร (Communication Unit) เพื่อต่อเข้ากับศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller) ต่อไป

ในกรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าอยู่ไกลจากศูนย์กลางการควบคุมมาก การใช้สายดังกล่าวอาจมีผลต่อความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากระยะทางไกล ซึ่งอาจเกิดการลดทอนของสัญญาณได้มาก ทำให้ค่าพลังงานหรือพารามิเตอร์ที่ส่งมายังศูนย์กลางการควบคุมเกิดการผิดพลาดขึ้นได้ ในกรณีนี้ จำเป็นที่จะต้องใช้สื่อชนิดอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นสายใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) เนื่องจากสายใยแก้วนำแสงไม่ถูกรบกวนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Disturbance) จากภายนอก อีกทั้งค่าการลดทอนของสัญญาณยังมีค่าต่ำอีกด้วย

การเชื่อมต่อระยะทางไกล จำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมประกอบด้วย PCM (Pulse Code Modulation) ซึ่งจะติดตั้งอยู่ที่ฝั่งของผู้ใช้ไฟฟ้า โดย PCM ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Interface) สำหรับการแปลงสัญญาณอนาลอกให้อยู่ในรูปของสัญญาณแสงประเภทมัลติโหมด (Multimode) แล้วส่งไปตามสายใยแก้วนำแสง ที่ปลายทางจะมีอุปกรณ์ PCM ติดตั้งอยู่ที่ศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller) โดยจะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Interface) สำหรับการแปลงสัญญาณแสง ให้อยู่ในรูปของสัญญาณอนาลอก เมื่อเข้าสู่ระบบประมวลผลที่คอมพิวเตอร์ ศูนย์กลางก็จะสามารถแสดงค่าพลังงานและพารามิเตอร์ต่างๆ ของผู้ใช้ไฟฟ้า ขณะเดียวกันก็จะบันทึกค่าพลังงานและพารามิเตอร์ต่างๆ ลงในฐานข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้า และสามารถพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ เพื่อที่จะทำใบเรียกเก็บเงินค่าพลังงานไฟฟ้าต่อไปเช่นเดียวกับกรณีที่ได้กล่าวไว้แล้ว

จากตัวอย่างของการไฟฟ้าในเขตคลองเตยซึ่งเป็นศูนย์กลางในการอ่านและบันทึกค่าพลังงาน โดยพิจารณาผู้ใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ประเภทที่ 3 ขึ้นไป ที่มีอยู่ 3,238 ราย กระจายอยู่รอบศูนย์กลางของเขต ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 27 ตารางกิโลเมตร โดยจุดที่อยู่ไกลที่สุดอยู่ห่างจากเขตประมาณ 10

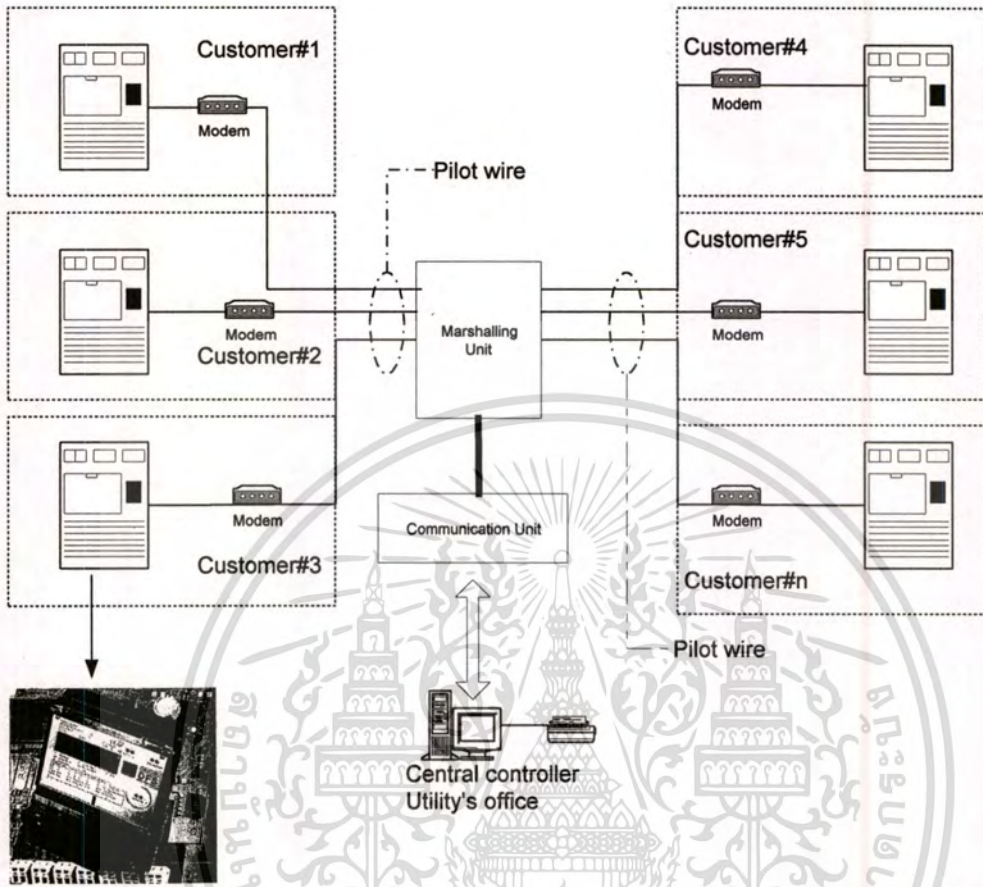
กิโลเมตร จุดที่อยู่ใกล้ศูนย์ ห่างจากศูนย์ไม่เกิน 3 กิโลเมตร จะมีการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.13 ส่วนจุดที่อยู่ห่างจากศูนย์ระยะทางเกิน 3 กิโลเมตรขึ้นไป เช่น จุดที่อยู่ไกลสุทธระยะทางประมาณ 10 กิโลเมตร จะมีการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.14 อย่างไรก็ตาม ระบบทั้งหมดจะต้องมารวมกันที่หน่วยช่องทางการสื่อสาร (Communication Unit) เพื่อต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ที่ ศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller) ต่อไป โดยทั่วไป PCM 1 ชุดจะสามารถรับสัญญาณจาก หน่วยการสื่อสารระยะไกล (Telemetry unit) ได้ถึง 50 Unit นั่นก็หมายความว่า ถ้ามีผู้ใช้ไฟฟ้ามากกว่า 50 ราย จำนวน PCM ต้องมีมากกว่า 1 ตัว แต่ในบางครั้ง เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่อำนวย เช่น ผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายอยู่ห่างไกลกันมาก การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของ PCM ควรจะอยู่ในย่านที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้ไฟฟ้ามาก ตำแหน่งอาจจะเลือกสถานที่สถานที่ที่ประกอบหรือผู้ใช้ไฟฟ้าจำนวนมากและมีห้องไฟฟ้าที่ปลอดภัยที่สามารถติดตั้ง PCM โดยไม่สามารถถูกรบกวนจากภายนอกได้ ซึ่งห้องดังกล่าว ผู้ที่สามารถเข้าไปได้จะต้องเป็นเจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้าที่ให้สถานที่สำหรับติดตั้ง PCM อาจจะได้สิทธิ เช่น ได้รับส่วนลดค่าไฟฟ้าตามความเหมาะสม หรืออาจจะได้รับค่าเช่าสถานที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว

3.2 ลักษณะทั่วไปของระบบกรณีอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

เช่นเดียวกับระบบ Automatic Meter Reading ดังหัวข้อ 3.1 ซึ่งจะพิจารณาใช้กับผู้ใช้ไฟรายใหญ่คือผู้ใช้ไฟตั้งแต่ประเภทที่ 3 เป็นต้นไป โดยระบบนี้จะประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญใกล้เคียงกับกรณีอุตสาหกรรมขนาดใหญ่คือ

- ศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller)
- อุปกรณ์อ่านค่าพลังงานระยะไกล (Remote Meter Reading)

ส่วนของอุปกรณ์อ่านค่าพลังงานระยะไกล (Remote Meter Reading) และศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller) จะเชื่อมต่อกันโดยผ่านสื่อที่ใช้ในการสื่อสารเช่นสายโทรศัพท์ (public telephone or leased line) หรือ สายส่งกำลัง ค่าที่มิเตอร์อ่านได้จะมีทั้งค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาที (maximum 15 minutes demand) ค่ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (reactive power) โดยรูปแบบการเชื่อมต่อจะเป็นไปดังรูป 3.13



รูปที่ 3.13 การเชื่อมต่อของมิเตอร์และลักษณะของมิเตอร์สำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

3.2.1 ศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller) ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นศูนย์กลางการควบคุมการอ่านค่าพลังงาน โดยจะอยู่ในส่วนกลาง เช่นเดียวกับกรณีอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบไปด้วย โมดูลต่างๆ ที่ทำงานประสานกันดังนี้

- *Data Acquisition*
- *Data Processing*
- *Data Output*

ซึ่งการทำงานของแต่ละ โมดูลจะเหมือนกับหัวข้อ 3.1.1

3.2.2 อุปกรณ์อ่านค่าพลังงานระยะไกล (Remote Meter Reading) เป็นมิเตอร์ไฟฟ้าที่อยู่ในฝั่งผู้ใช้ไฟรายใหญ่ซึ่งจะต่อเชื่อมกับส่วนที่เป็นศูนย์กลางการควบคุม ผ่านสื่อที่ใช้ในการสื่อสารเช่นสายโทรศัพท์ (Public Telephone or Leased Line) สายส่งกำลัง ค่าที่มิเตอร์อ่านได้จะมีทั้งค่าพลังงานไฟฟ้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาที (Maximum 15 Minutes Demand) ค่ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Reactive Power)

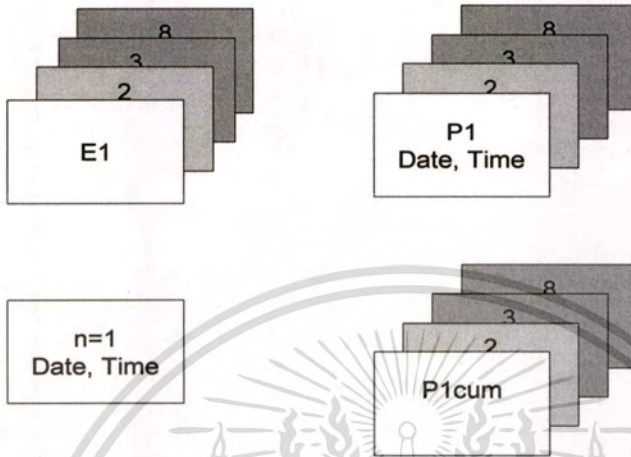
โดยจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนดังต่อไปนี้

- Remote Meter Reading part
- Transmission Media

3.2.2.1 มิเตอร์ไฟฟ้า (Remote Meter) มิเตอร์ไฟฟ้าชนิดนี้มีคุณสมบัติดังนี้

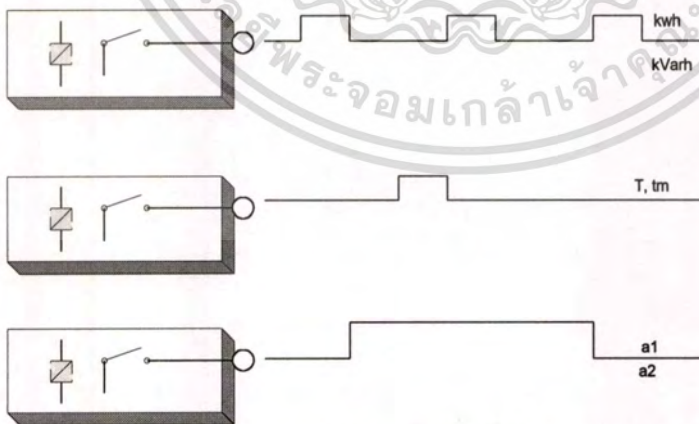
- อ่านค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง (Active Energy) และพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Reactive Energy) รวมทั้งสามารถคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ปรากฏ (Apparent Energy) ซึ่งเป็นผลจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงและพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ ด้วยความเที่ยงตรง (Accuracy Class) คลาส 0.5s และ 1 สำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงตามมาตรฐาน IEC 1036, คลาส 1 และ 2 สำหรับพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟตามมาตรฐาน IEC 1268
- สามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงภาระทางไฟฟ้าทั้งในช่วงระยะเวลาที่กว้างและช่วงแคบรวมทั้งกรณีที่มีกระแสตอนเดินเครื่องของภาระทางไฟฟ้าต่ำ (Low Starting Current)
- สามารถอ่านค่าตัวเลขได้ 8 หลัก สำหรับอัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้าทั่วไปและอัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้าสำหรับการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด
- สามารถปรับตั้งพารามิเตอร์ (Parameter Set-Up) สำหรับลูกค้าแต่ละรายได้ง่าย
- ค่าที่วัดได้ (kWh, kvarh, kVAh) และอัตราโครงสร้างค่าไฟ แยกเป็นอิสระจากกัน
- สามารถพิมพ์ค่าที่อ่านได้ออกมาอัตโนมัติและสามารถต่อเชื่อมเข้ากับศูนย์ได้โดยตรง
- สามารถต่อได้กับระบบไฟฟ้า 3ยก 3สาย (3 Phase 3 Wire) 3ยก 4 สาย (3 Phase 4 Wire) และ 1ยก 2 สาย (1 Phase 2 Wire)
- สามารถติดตั้งได้ง่ายและใช้งานได้นาน โดยไม่ต้องบำรุงรักษา (Maintenance Free) เป็นเวลา 20 ปี
- แบตเตอรี่สามารถถอดเข้าออกได้ง่าย (Removable Battery)
- สามารถเรียกดูค่าวันและเวลาที่บันทึกขณะนั้นได้
- สามารถเรียกดูค่าวันและเวลาที่บันทึกการใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด
- สามารถบันทึกรูปแบบการภาระทางไฟฟ้าได้ถึง 8 รูปแบบ (8 Load Profile) จากการที่สามารถบันทึกรูปแบบภาระทางไฟฟ้าทำให้ทราบสถิติของการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงค่าที่สามารถเก็บบันทึกได้ 8 รูปแบบ

- มีหน้าสัมผัส(Contact) 3 ถึง 6 ชุดซึ่งสามารถส่งค่าต่างๆเช่น พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง พลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ เวลาขณะนั้น เวลาที่ใช้พลังงานสูงสุด ออกไปตามหน้าสัมผัสเหล่านี้ดังรูปที่ 3.15ซึ่งสามารถนำไปเชื่อมต่อกับภายนอกได้

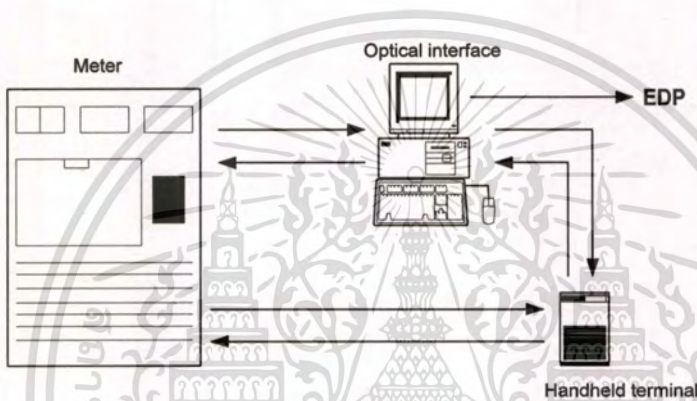


รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะหน้าสัมผัสหลายชุดของมิเตอร์

- มีเวลามาตรฐาน (Real Time Clock) ซึ่งสามารถใช้อ้างอิงกับการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในรอบเดือนนั้นๆ

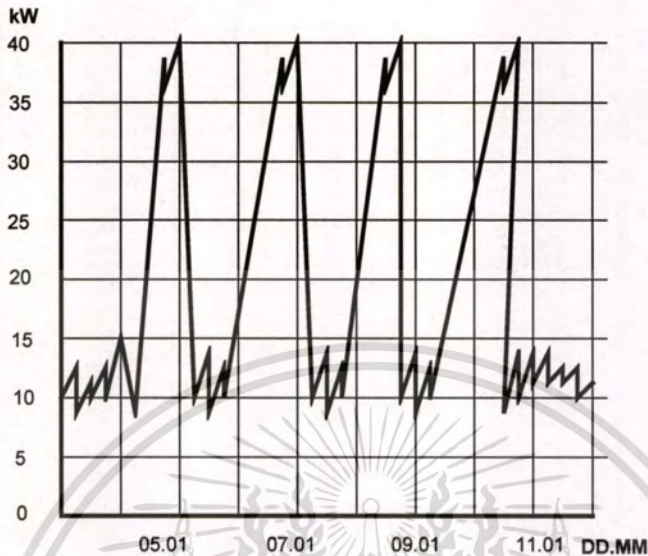
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การอ่านค่าจากมิเตอร์จะแสดงผลตัวเลขเป็นดิจิตอล (Seven Digit) โดยจะแสดงค่าต่างๆ เป็นลำดับที่ตั้งไว้เมื่อทำการกดปุ่ม (Push Button) 1 ครั้งก็จะแสดงค่าที่อ่าน 1 ค่า เช่น ค่าพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ ซึ่งค่าที่แสดงแต่ละค่าจะแสดงพร้อมๆกับค่าระดับแรงดันที่ใช้ (Line Voltage) ค่าที่เก็บไว้ในเครื่องสามารถอ่านออกมาได้โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Optical Interface) และคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Handheld Terminal) ดังรูปที่ 3.16 นอกจากนี้การเชื่อมต่อการสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Communication Interface) ทำให้มิเตอร์สามารถใช้งานเป็นลักษณะ Remote Meter Reading ได้



รูปที่ 3.16 การอ่านค่าจากมิเตอร์โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ

- การตั้งพารามิเตอร์ของมิเตอร์สามารถตั้งค่าผ่าน PC หรือ Handheld Terminal ตัวอย่างของพารามิเตอร์เช่นประเภทของอัตราโครงสร้างค่าไฟฟ้า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เก็บบันทึกในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ลำดับของค่าที่จะอ่าน ชื่อค่าต่างๆเหล่านี้สามารถโปรแกรมได้ ขณะเดียวกันค่าของเลขที่ของผู้ใช้ไฟฟ้า ลำดับการอ่าน วันและเวลาที่ใช้อ้างอิงในการอ่านสามารถตั้งได้ให้เหมาะกับมิเตอร์ไฟฟ้าประเภทนั้นๆได้เช่นกัน โดยผ่านรูปแบบคำสั่งมาตรฐาน IEC 1107
- นอกจากข้อมูลของรูปแบบภาระทางไฟฟ้าที่สามารถบันทึกแล้วค่าของเหตุการณ์ต่างๆเช่นการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์, การเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันของสายส่งกำลังก็สามารถถูกบันทึกไว้ใช้สำหรับอ้างอิงได้เช่นกัน ค่าต่างๆสามารถถูกอ่านได้ในเวลาที่กำหนดโดยผ่าน Handheld Terminal



รูปที่ 3.17 รูปแบบภาระทางไฟฟ้าที่สามารถบันทึกได้

- ตัวมิเตอร์มีระบบหน่วยความจำสำรองกรณีถ้าเกิดไฟฟ้าดับข้อมูลจะถูกถ่ายโอนไปเก็บในหน่วยความจำชนิด Non-Volatile Memory (EEPROM) ซึ่งมีเตอร์ชนิดนี้โดยทั่วๆ ไปถูกออกแบบมาใช้ในกรณีที่ถูกรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายนอกเป็นอย่างดีเช่นแรงดันเกิน (Overvoltage) แรงดันเกินในช่วงสั้น (Transient) การรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Disturbance)
- โมเด็ม (Modem) จะติดตั้งอยู่ที่หลังมิเตอร์ไฟฟ้าโดยมีคุณสมบัติที่สามารถเก็บค่าต่างๆคือค่าพลังงานที่ใช้ (kW, kvar, kVA) รูปแบบภาระทางไฟฟ้า (Load Profiles) ซึ่งค่าต่างๆเหล่านี้จะถูกถ่ายโอนมาจากตัวมิเตอร์มาเก็บไว้ที่โมเด็มและจะถูกส่งจากโมเด็มไปยังศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller) โดยจะสามารถติดตั้งโมเด็มพร้อมมิเตอร์ได้ทุกที่ที่เครือข่ายโทรศัพท์ (Public Telephone Network) เข้าถึง โดยจะใช้โปรโตคอล (Protocol) SCTM (Serial Coded TeleMetering) ตามมาตรฐาน IEC 870-5 สำหรับการสื่อสารโดยอัตราความเร็วของการสื่อสารอยู่ที่ 2,400 baud ซึ่งสามารถใช้แหล่งจ่ายไฟจากมิเตอร์ไฟฟ้ามาจ่ายให้กับโมเด็มได้ โดยจะใช้แรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วง 220V-240V 50Hz

3.2.2.2 สื่อกลางการส่งสัญญาณ (Transmission Media) สื่อกลางที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์จะประกอบไปด้วย

- สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สายไฟฟ้ากำลัง
- สายชนิด STP (Shield Twisted Pair)

3.2.3 ลักษณะการทำงานของระบบ

ที่ศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller) จะมีฐานข้อมูล (Database) ซึ่งจะเก็บหมายเลขประจำมิเตอร์ไฟฟ้าเมื่อถึงคราวครบรอบชำระค่าไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ารายใด ที่ศูนย์กลางควบคุม (Central Controller) จะเรียกข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้านั้นๆ ที่ครบรอบขึ้นมา โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า หมายเลขประจำมิเตอร์ มิเตอร์ไฟฟ้าวันเดือนปีที่บันทึกค่าพลังงานครั้งที่แล้ว ยอดบันทึกพลังงานครั้งก่อน ยอดค้างชำระ เป็นต้น และที่สำคัญก็คือหมายเลขโทรศัพท์ที่จะติดต่อไปยัง มิเตอร์ไฟฟ้าจากนั้นที่ศูนย์กลางการควบคุมจะทำการต่อโทรศัพท์โดยอัตโนมัติไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายตามเบอร์โทรศัพท์ของผู้ใช้ไฟฟ้านั้นๆ (Customer#1 ถึง Customer#n) ดังรูปที่ 3.13 โดยที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเหล่านี้ถึงรอบที่จะชำระค่าไฟฟ้า ลักษณะการต่อโทรศัพท์จะต่อผ่านโมเด็มที่ศูนย์ไปยังโมเด็มปลายทางของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายซึ่งโมเด็มปลายทางจะถูกติดตั้งอยู่ที่มิเตอร์ไฟฟ้า โดยสัญญาณจากศูนย์กลางการควบคุมจะถูกส่งผ่าน หน่วยช่องทางการสื่อสาร (Communication Unit) ซึ่งจะเลือกเส้นทางว่าสัญญาณที่ออกจากศูนย์กลางการควบคุมจะวิ่งไปยังมิเตอร์ไฟฟ้าชุดใด ตัวอย่างเช่น หมายเลขที่ศูนย์กลางการควบคุมโทรออกเป็นหมายเลขของ Customer#1 เมื่อศูนย์กลางการควบคุมโทรศัพท์ออกเพื่อที่จะอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าของ Customer#1 สัญญาณที่โทรออกจากศูนย์กลางการควบคุม จะถูกส่งผ่านโมเด็มที่ศูนย์ไปยังหน่วยช่องทางการสื่อสาร (Communication Unit) ณ จุดนี้จะทำการเลือกเส้นทางเพื่อไปยัง Customer#1

ปกติที่โมเด็มจะบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าจริงหรือพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ ที่ผู้ใช้ไฟฟ้าใช้ไปโดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกถ่ายเทจากมิเตอร์ไฟฟ้าลงสู่โมเด็มตลอดเวลา เมื่อโมเด็มได้รับสัญญาณเรียกอ่านค่าพลังงานจากศูนย์กลาง ก็จะเรียกค่าพลังงานรวมในหน่วยความจำที่เก็บไว้ออกมาจากนั้นก็ทำการส่งข้อมูลดังกล่าวกลับมายังศูนย์กลางการควบคุมตามเส้นทางเดิม ค่าต่างๆที่อ่านได้จะถูกแสดงออกทางหน้าจอ (Monitor) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรับทราบค่าต่างๆของผู้ใช้ไฟฟ้า Customer#1 ขณะเดียวกันก็จะบันทึกค่าพลังงานและพารามิเตอร์ต่างๆ ลงในฐานข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้า

ที่ศูนย์กลางการควบคุมจะสามารถตั้งให้เครื่องพิมพ์พิมพ์ค่าพลังงานที่อ่านได้ของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายโดยอัตโนมัติ หรือจะให้ผู้ปฏิบัติงานสั่งที่หน้าเครื่องให้พิมพ์ได้เช่นกัน เพื่อที่จะนำรายงานที่พิมพ์ได้ออกมาทำใบเรียกเก็บเงินค่าพลังงานไฟฟ้าต่อไป

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีของ Automatic Meter Reading ดังกล่าวข้างต้น สามารถอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของผู้ใช้ไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องส่ง พนักงานออกไปจดค่าไฟฟ้าซึ่งทำให้สะดวกต่อการคิดค่าพลังงานไฟฟ้า อีกทั้งยังสามารถแก้ปัญหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากบุคคล (Human Error) ได้อีกด้วยทำให้ค่าที่อ่านได้มีความแม่นยำสูง



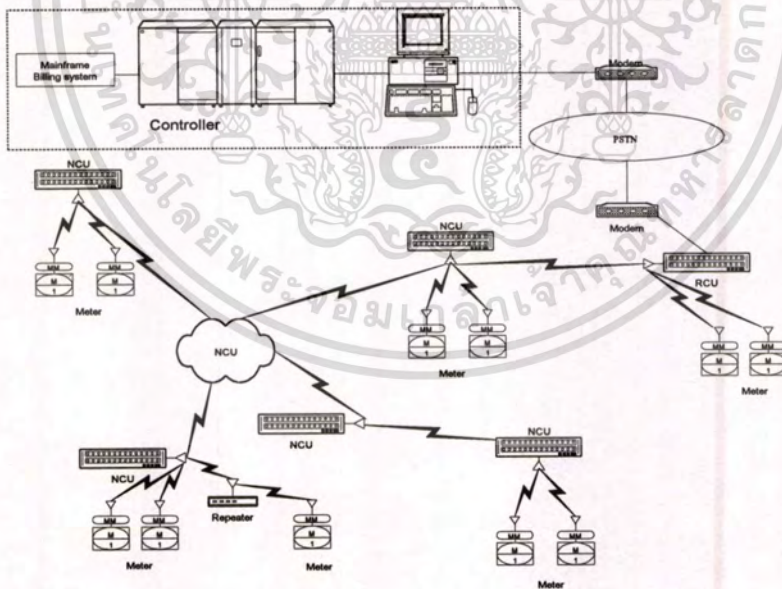
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Radio Based

ระบบนี้เป็นเทคโนโลยีแบบ Automatic Meter Reading ชนิดหนึ่งซึ่งมีจุดเด่นคือการใช้เทคโนโลยีแบบ Wireless ในการสื่อสารระหว่างตัวมิเตอร์กับศูนย์กลางการควบคุมเช่นเดียวกับเทคโนโลยีแบบอื่นที่กล่าวมาแล้วคือไม่ต้องใช้พนักงานออกไปบันทึกค่าไฟฟ้าค่าพลังงานจะสามารถทราบได้ที่ศูนย์กลางการควบคุม

4.1 ลักษณะทั่วไปของระบบ Radio Based Automatic Meter Reading (RBAMR) ประกอบด้วยส่วนต่างๆคือมิเตอร์ไฟฟ้า มิเตอร์โมดูล สถานีทวนสัญญาณ(repeater) จุบรวมสัญญาณย่อย (Node Concentrator Unit, NCU) จุบรวมสัญญาณหลัก (Root Concentrator Unit : RCU) และคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Host Computer)



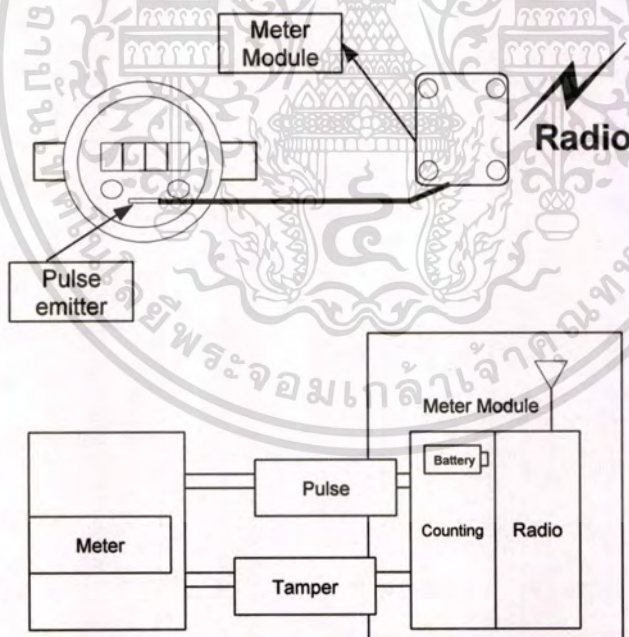
รูปที่ 4.1 แสดงการเชื่อมต่อของระบบ RBAMR

ระบบจะทำงาน โดยการถ่ายเทข้อมูลจากมิเตอร์ไฟฟ้าผ่านคลื่นวิทยุไปยังคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง โดยระบบนี้จะสามารถอ่านค่าของมิเตอร์โดยเฉลี่ยได้ถึง 800ค่า/วัน/มิเตอร์ และยังลดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการส่งพนักงานไปจดค่าไฟ เมื่อถึงกำหนดที่จะอ่านค่าไฟระบบ Billing System ของเมนเฟรมจะทำการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง คอมพิวเตอร์ศูนย์กลางจะส่งคำสั่งไปยังจุดรวมสัญญาณหลักผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ (Public System Telephone Network : PSTN) ซึ่งใน 1 เขตจะมีจุดรวมสัญญาณหลักเพียง 1 จุดเท่านั้น

จุดรวมสัญญาณหลักจะทำการสื่อสารกับจุดรวมสัญญาณย่อยที่ต่ออยู่และจุดรวมสัญญาณย่อยก็จะทำการติดต่อกับมิเตอร์โมดูลที่ต่ออยู่กับมิเตอร์ที่ต้องการอ่านค่าโดยการติดต่อสื่อสารตั้งแต่จุดรวมสัญญาณหลักมายังมิเตอร์จะใช้สื่อกลางเป็นความถี่คลื่นวิทยุ กรณีที่ระบบเกิดความขัดข้องสจะมีคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Handheld) ไปบันทึกค่าที่โมดูลของมิเตอร์ไฟฟ้าที่มีปัญหา ซึ่งจะสามารถกลับไปถ่ายข้อมูลลงที่คอมพิวเตอร์ศูนย์กลางได้

4.1.1 มิเตอร์โมดูล (Meter Module) จะเชื่อมต่อกับมิเตอร์ด้วยสัญญาณพัลส์ซึ่งจะถูกนับและส่งข้อมูลไปให้กับจุดรวมสัญญาณย่อยและจุดรวมสัญญาณหลักหรือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Handheld) มิเตอร์โมดูลนี้จะติดตั้งอยู่นอกตัวมิเตอร์แต่อยู่ในกล่องและจะเชื่อมต่อกับมิเตอร์ด้วยสายเคเบิลชนิดทองแดง (Copper Cable) โดยมีลักษณะการเชื่อมต่อดังรูป 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการเชื่อมต่อมิเตอร์ไฟฟ้ากับมิเตอร์โมดูล

ข้อมูลที่ส่งมาจากมิเตอร์จะถูกมิเตอร์โมดูลตรวจเช็คความผิดปกติและความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะส่งออกไปโดยมิเตอร์โมดูลจะประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลและพารามิเตอร์ต่างๆที่มาจากคลื่นวิทยุรวมถึงทำหน้าที่รับและประมวลผลสัญญาณพัลส์ที่มาจากมิเตอร์ไฟฟ้า โดย CPU ขนาดอย่างต่ำที่ใช้มีขนาด 8 bit
- หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของจำนวนสัญญาณพัลส์ที่ถูกนับ รวมถึงข้อความเตือนต่างๆเช่นระดับแบตเตอรี่ต่ำ สายสัญญาณจากมิเตอร์ไฟฟ้าถูกตัด
- แบตเตอรี่ เป็นชนิดลิเทียม (Lithium) ทำหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับมิเตอร์โมดูล ขนาดต่ำสุดที่ใช้คือ 2.5Ah
- ตัวรับ/ส่งคลื่นวิทยุ (Radio Transceiver) ทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณคลื่นวิทยุที่ถูกส่งมาจาก NCU และ RCU รวมถึงคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Handheld) มิเตอร์โมดูลสามารถใช้งานได้ในสภาพอุณหภูมิตั้งแต่ -10°C ถึง $+55^{\circ}\text{C}$, ความชื้นตั้งแต่ 0 ถึง 95% ตัวอย่างข้อกำหนดคลื่นวิทยุที่ใช้
- กำลังขาออก (Power Output) มีค่าต่ำกว่า 10mw
- ความถี่ของคลื่นพาหะ (Carrier Frequency) มีค่า 433.816 MHz และช่องของแบนด์วิธ (Channel Bandwidth) ที่ใช้มีค่า 50kHz มีช่วงกว้างออกจากความถี่ศูนย์กลาง (Central Frequency) ± 6 kHz
- ความไว (Sensibility) มีค่ามากกว่า -115 dBm
- ระยะทางจะอยู่ในช่วงไม่เกิน 300 เมตร ถึง NCU ที่ควบคุม
- ความเร็วในการส่งมีค่า 2400 bauds ที่ช่องของแบนด์วิธ 50 kHz
- ลักษณะการส่งข้อมูลเป็นชนิด Semi-Duplex Mode

4.1.2 จุดรวมสัญญาณย่อย (Node Concentrator Unit : NCU) จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายคลื่นวิทยุ (Radio Network) โดยจะทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณจากฝั่งผู้ใช้ไฟฟ้าที่อุปกรณ์มิเตอร์โมดูล อุปกรณ์ทวนสัญญาณ (Repeater) กับฝั่งศูนย์กลางการควบคุมที่อุปกรณ์ RCU เพื่อที่จะสามารถส่งค่าที่มิเตอร์ไฟฟ้าอ่านได้ไปยังศูนย์กลางการควบคุม NCU สามารถติดตั้งได้ที่สถานะแวดล้อมเช่นเดียวกับมิเตอร์ไฟฟ้าคือช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -10°C ถึง $+55^{\circ}\text{C}$ และความชื้นตั้งแต่ 0 ถึง 95%

NCU จะประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ประกอบไปด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีขนาดเพียงพอกับการควบคุมเครือข่าย รวมถึงประมวลผลข้อมูลที่มีเตอร์อ่านได้
- NCU ใช้คลื่นวิทยุลักษณะเดียวกับมิเตอร์โมดูลซึ่งสามารถสื่อสารได้ทั้งกับมิเตอร์โมดูลและ

เอกสารนี้เป็น NCU ตัวอื่นๆ รวมถึง RCU การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แหล่งจ่ายไฟจะใช้แบตเตอรี่เช่นเดียวกับมิเตอร์โมดูล

4.1.3 **จุดรวมสัญญาณหลัก (Root Concentrator Unit : RCU)** ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Host Computer) ผ่านทางโมเด็มและเชื่อมต่อกับ NCU ผ่านทางเครือข่ายวิทยุ (Radio Network) ในพื้นที่หนึ่งๆ จะใช้ RCU เพียงหนึ่งตัวเพื่อสื่อสารระหว่างมิเตอร์ที่อยู่ในการควบคุมกับคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง โดยที่ RCU แต่ละตัวแต่ละพื้นที่สามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางแยกจากกัน การสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ (Public System Telephone Network) จะเริ่มจากการที่ RCU รับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางให้ส่งข้อมูลต่างๆเช่นค่าที่มิเตอร์ไฟฟ้าอ่านได้ ความผิดปกติต่างๆ หลังจากนั้น RCU จึงส่งข้อมูลดังกล่าวไปให้

โดยทั่วไป RCU แต่ละตัวสามารถเชื่อมต่อกับ NCU ได้ประมาณ 100 ตัว

4.1.4 **คอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Host Computer)** จะทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Window95/NT CPU ที่ใช้ขั้นต่ำคือ Pentium 230MHz เป็นต้นไป ฮาร์ดดิสก์ที่ใช้มีขนาด 250MB สำหรับฐานข้อมูลของมิเตอร์ไม่เกิน 50,000 ราย

หน้าที่ของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางมีดังนี้

- เรียกข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เมนเฟรมในระบบ Billing System
- จัดลำดับมิเตอร์ที่ต้องการอ่าน
- ทำหน้าที่รับและถ่ายเทข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Handheld) กรณีที่เกิดความขัดข้องในการสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุ
- ทำหน้าที่ถ่ายเทข้อมูลที่ได้จาก RCU ไปยังเครื่องเมนเฟรม
- สรุปรายงานของกิจกรรม (Activity) ที่เกิดขึ้น
- จัดการระบบฐานข้อมูลของมิเตอร์

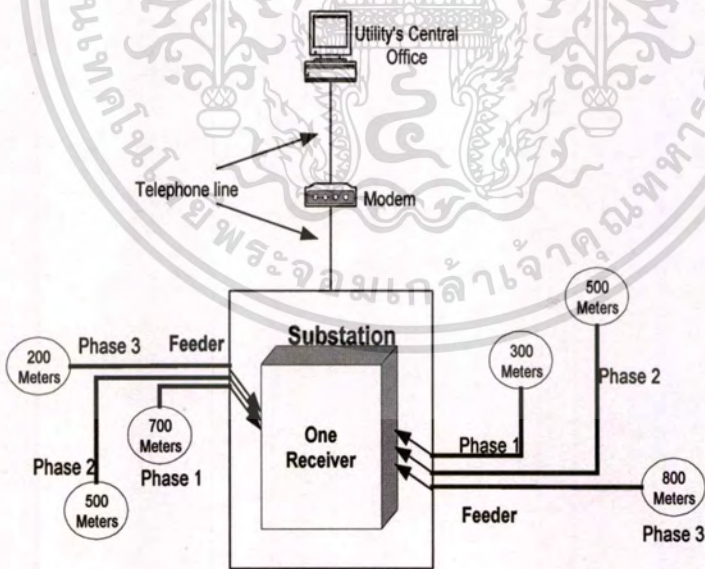
จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นว่าเทคโนโลยีของ Automatic Meter Reading ชนิด Radio Based มีลักษณะการทำงานโดยการส่งคลื่นวิทยุ จากมิเตอร์เข้าหาศูนย์ โดยไม่ต้องใช้สายเชื่อมต่อในการสื่อสาร (wireless) ทำให้องค์กรไฟฟ้าสามารถรับทราบค่าพลังงานไฟฟ้าได้อย่างอัตโนมัติโดยไม่ต้องใช้พนักงานออกไปบันทึกค่าไฟฟ้าแต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องสิ่งกีดขวางและสภาพภูมิอากาศซึ่งอาจจะมีผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้บ้าง

บทที่ 5

ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Power Line Carrier

เป็นเทคโนโลยี Automatic Meter Reading ชนิดหนึ่ง แต่ใช้การส่งสัญญาณที่มีความถี่สูงวิ่งไปบนสายส่งกำลังที่มีอยู่แล้ว จากมิเตอร์ไปยังศูนย์กลางการควบคุม และในทางกลับกันจากศูนย์กลางการควบคุมไปยังมิเตอร์ซึ่งก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้พนักงานออกไปบันทึกค่าไฟฟ้าเพราะค่าพลังงานจะสามารถทราบได้ที่ศูนย์กลางการควบคุม

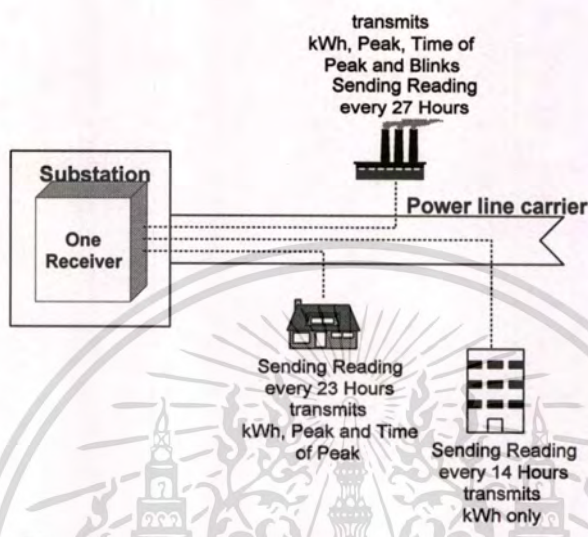
5.1 ลักษณะทั่วไปของระบบ Power Line Carrier เป็นการใช้สัญญาณไฟฟ้าความถี่ต่ำแต่สูงกว่าความถี่ปกติคือ 50 Hz แทนข้อมูลที่มีมิเตอร์อ่านได้หรือคำสั่งจากศูนย์มายังมิเตอร์โดยวิ่งไปบนสายไฟฟ้ากำลัง ซึ่งจะมีตัวรับสัญญาณ (Receiver) อยู่ที่สถานีจ่ายไฟ (Substation) หรือศูนย์กลางการจ่ายไฟ



รูปที่ 5.1 แสดงภาพโดยรวมของระบบ Power Line Carrier

ส่วนการเชื่อมต่อระหว่างสถานีย่อยกับศูนย์กลางการคิดค่าไฟจะเชื่อมต่อโดยสายโทรศัพท์ธรรมดา ซึ่งในระบบนี้ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ทวนสัญญาณ(Repeater) ข้อมูลที่อ่านได้จะอยู่ในรูปของรหัส เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASCII ซึ่งจะสามารถนำเข้าสู่ระบบคิดค่าไฟ (Billing System) ได้ง่าย มิเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวจะใช้ช่อง การสื่อสารไม่ซ้ำกันทำให้สามารถที่จะส่งข้อมูลพร้อมๆกันได้ โดยที่ข้อมูลจะถูกส่งเข้าสู่ศูนย์กลาง อย่างสม่ำเสมอดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงลักษณะข้อมูลที่ส่งและช่วงระยะเวลาในการส่ง

จากรูปที่ 5.2 จะเห็นได้ว่ามิเตอร์แต่ละชนิดจะส่งข้อมูลที่ต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทผู้ใช้ไฟ ข้อมูลที่ส่งจะประกอบไปด้วยค่าพลังงานไฟฟ้า(kWh) ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand and Time of Peak) รวมถึงจำนวนครั้งที่กำลังไฟฟ้าเกิดความผิดปกติ โดยเฉพาะความผิดปกติของกำลังไฟฟ้าจะถูกรายงานทุกๆ 20 นาที

5.1.1 อุปกรณ์อ่านค่าพลังงานไฟฟ้า (Meter Reader) เป็นแผ่นวงจร (Circuit Board) ติดอยู่ที่ตัวมิเตอร์ได้งานหมุน (Rotating Disc) มีลักษณะเป็น “Photo Eye” การทำงานจะใช้แสงตรวจจับการหมุนของจานหมุน ทุกๆ ครั้งที่จานหมุน 1 รอบ จะทำการนับและแปลงเป็นค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh) เมื่อกำลังไฟฟ้าเกิดความผิดปกติหรือหายไป EEPROM จะเก็บค่า kWh ครั้งสุดท้ายไว้ ต่อเมื่อกำลังไฟฟ้ากลับมาใหม่และจานเริ่มหมุน “Photo Eye” ก็จะทำการนับจำนวนรอบใหม่แล้วกลับไปรวมกับค่าเดิมก่อนที่กำลังไฟฟ้าจะหายไป

นอกจากการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าปกติแล้วยังอ่านค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดได้อีกด้วย โดยทุกๆ ช่วงเวลาเฉลี่ย 15 นาที จะทำการบันทึกค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่สูงสุด ถ้ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยช่วงต่อไปมีค่าสูงกว่าครั้งก่อนก็จะทำการบันทึกค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยค่าใหม่แทนค่าเก่า นั้น แต่ถ้ามีค่าต่ำกว่าค่าเก่าก็จะเก็บค่าเก่าเอาไว้ ซึ่งค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดจะถูกส่งเข้าหา Receiver ตามเวลาที่ตั้งเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 อุปกรณ์รับค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์ (Receiver) จะประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ Receiver Card และสายโทรศัพท์โดยจะติดตั้งอยู่ที่สถานีจ่ายไฟ (Substation) อุปกรณ์ดังกล่าวจะอยู่ในกล่องไฟฟ้า ตามมาตรฐาน Nema 12 ส่วนการ์ด (Card) จะถอดเข้าออกได้โดยจำนวนการ์ดจะสัมพันธ์กับจำนวน เฟสที่จ่ายให้กับมิเตอร์ โดยทั่วไปจะมีเป็นจำนวนเท่าของ 3 (ในระบบไฟฟ้า 3 เฟส) การ์ด 1 การ์ด จะสามารถรับและแสดงค่าของพลังงานไฟฟ้าที่มิเตอร์เหล่านั้นต่ออยู่เช่น การ์ดเฟส A ก็แสดงค่า พลังงานไฟฟ้าที่มิเตอร์ต่ออยู่ในเฟส A แต่ละการ์ดจะต่อมิเตอร์ได้ถึง 2,000 มิเตอร์ ถ้ามีจำนวน มิเตอร์ที่มากกว่าก็เพิ่มจำนวนการ์ดเข้าไป หน่วยความจำของReceiverมีค่ามากพอที่จะเก็บค่าที่อ่าน ได้จากมิเตอร์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ หรือ 1 เดือน

ที่ศูนย์กลางการคิดค่าไฟสามารถเรียกข้อมูลจาก Receiver เพื่อดูค่าต่างๆที่เก็บไว้หรือตั้งค่า อัตโนมัติเพื่อความน่าโหลด (Download) ค่าต่างๆ ตามเวลาที่ตั้งไว้จาก Receiver ไปยังคอมพิวเตอร์ ศูนย์กลาง ข้อมูลจาก Receiver จะอยู่ในรูปแบบของรหัส ASCII โดยปกติอัตราเร็วในการถ่ายเทข้อมูลจะอยู่ระหว่าง 100เมตร/วินาที ข้อดีของรูปแบบรหัส ASCII คือ สามารถนำไปใช้ได้กับระบบคิด ค่าใช้จ่าย (Billing System) รวมถึงใช้ได้กับซอฟต์แวร์ต่างๆ เมื่อกำลังไฟฟ้าเกิดความผิดปกติ ตัว Receiver จะตรวจจับความต่อเนื่องของกระแสข้อมูล (Data Stream) ว่ายังต่อเนื่องอยู่หรือไม่ ถ้าเกิด หายไปแสดงว่าเกิดความผิดปกติ ตัว Receiver จะสามารถตรวจจับได้ว่ามิเตอร์ตัวใดเกิดความผิด ปกติ เวลาที่เกิดความผิดปกติกับเวลาที่ Receiver ส่งสัญญาณเตือน (Alarm) จะอยู่ในช่วงประมาณ 25 นาที สัญญาณเตือนนี้จะส่งไปยังคอมพิวเตอร์ที่ศูนย์กลางควบคุมการคิดค่าไฟ เมื่อผู้ปฏิบัติการทราบก็ จะส่งข้อความกลับมาที่ Receiver เพื่อให้ Receiver หยุดการส่งสัญญาณเตือน

5.1.3 คอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Host Computer) ทำหน้าที่แสดงผลค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์ ซึ่ง ซอฟต์แวร์ที่ใช้จะมีลักษณะ “User Friendly” รวมถึงทำการเรียกให้ Receiver ทำการส่งค่าของ มิเตอร์ที่ต้องการอ่านมาให้

Meter #	kWh	Time of kWh	Date of kWh	Peak	Time of Peak	Date of Peak	Phase	Status of Reading
80001	2110	16:56	94/09/01	1.313	09:56	94/09/01	2	Good
80002	293	18:19	94/09/01	2.510	08:20	94/08/30	2	Good
80003	5163	16:40	94/09/01	1.625	21:10	94/709/01	1	Good
80004	1028	01:11	94/09/01	1.375	11:26	94/09/01	3	Good
80005	311	01:16	94/09/01	2.000	14:01	94/09/01	3	Good
80006	0	01:22	94/09/01	0.000	01:22	94/09/01	2	Good
80007	121	01:36	94/09/01	1.255	01:36	94/09/01	2	Good

* Meter number 80006 is new meter for a vacation home presently not using power

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรภายในเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่ไปยังบุคคลภายนอก การคัดลอกหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ตารางที่ 5.1 แสดงผลลัพธ์ของค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์จำนวน 7 มิเตอร์ที่คอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Meter #	kWh	kWh Time	kWh Date	Peak	Peak Time	Peak Date
80003	5962	2:00	27-Sep-94	1.5	15:30	24-Sep-94
80003	6033	0:52	28-Sep-94	1.5	7:37	27-Sep-94
80003	6105	23:35	28-Sep-94	1.375	15:50	28-Sep-94
80003	6343	19:53	01-Oct-94	1.563	16:38	01-Oct-94
80003	6404	18:34	02-Oct-94	1.563	16:34	01-Oct-94
80003	6559	16:06	04-Oct-94	1.563	8:21	04-Oct-94
80003	6627	15:01	05-Oct-94	1.313	13:10	05-Oct-94
80003	6700	13:50	06-Oct-94	1.375	11:35	06-Oct-94

ตารางที่ 5.2 แสดงผลลัพธ์ของค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์จำนวน 1 มิเตอร์

ตัวอย่างข้อกำหนดของอุปกรณ์ในระบบ Power Line Carrier

Standard Transmitter

Size	1 in. wide x 1 in. high x 4 in. long. (Mounts inside most meter)
Weight	2 oz.
Sensor Type	Automatic Adjusting Reflective Opto Sensor.
Power Requirement	240 volts AC, 2 watts. (2 mfd capacitive load)
Communication Method	Ultra Narrow Bandwidth power line carrier
Frequency	Below 120 Hz.
Power	Approximately .01 watt
Bit Rate	Variable from .01 to .001 bits per second.
Transmission Time	14 hours to 27 hours

Option

Electronic Meter Reading

3 Phase Electronic Meters

3 Phase Mechanical Meters

Size Varies by meter brand

Weight Varies by meter brand

Power Variable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sensor Type Optical pickup or pulse

Standard Receiver

Size 14 in. wide x 16 in. long x 8 in. deep. (Steel box, Nema 12)

Weight 26 lbs

Power Requirement 110 volts AC 60 Hz, approximately 18 watts.

Memory Records a minimum of 30 readings per meter.

Capacitor backup

Connection

To Receiver Connects with current probe (1 per phase) to secondary current metering circuits

From Receiver RS 232, 3 wire. (1,200-14,400 baud rates)

Meter Monitoring Capacity 3 to 6 receiver boards per receiver. Each board monitors up to approximately 480 meters. Maximum 3,000 per feed.

Computer

minimum Pentium 233 MHz

Monitoring & Programming software pre-loaded

Internal Modem

อายุการใช้งานของระบบนี้จะขึ้นอยู่กับส่วนที่ชำรุดได้ง่ายที่สุด (Weakest Part) โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 20 ถึง 30 ปี ข้อดีของระบบนี้คือใช้แบนด์วิทและกำลังน้อยกว่าการส่งด้วยสื่อแบบอื่นๆ

Transmission Device	Band width	Power
Television	6,000 kHz	200,000 watts
Radio Broadcast	60 kHz	2,000 watts
Voice Radio	3 kHz	100 watts
Power Line Carrier	0-0.000001 kHz	0.003 watts

ตารางที่ 5.3 แสดงการเปรียบเทียบการส่งข้อมูลโดยใช้สื่อแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ตัวอย่างการใช้งานในนานาประเทศ

● ประเทศญี่ปุ่น

Tokyo Electric Company (TEPCO) เป็นบริษัทผลิตไฟฟ้าที่ใหญ่ในประเทศญี่ปุ่น มีลูกค้าประมาณ 25.3 ล้านคนในเมืองโตเกียว มียอดจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า 2.6 GW/ปี และมีกำลังผลิตถึง 57,960 MW ได้มีการนำ “Remote Metering” เข้ามาใช้ เนื่องจากปริมาณลูกค้าที่เพิ่มมากขึ้นตลอดเวลา และบริษัทต้องการที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์กร

ในการนำ Remote Metering เข้ามาใช้แทน Manual Meter นั้น เบื้องต้น บริษัทจะใช้กับลูกค้าที่ใช้ไฟเกิน 500 kW ก่อน หลังจากนั้น จึงนำมาใช้กับลูกค้ารายย่อยที่ใช้ไฟต่ำกว่า 500 kW โดยทาง TEPCO มองถึงความคุ้มค่าในระยะยาว จากเดิมในการเรียกเก็บค่าไฟฟ้านั้น จะใช้พนักงานออกไปจดปริมาณการใช้ แล้วออกใบเรียกเก็บเงินเป็นรายเดือน ซึ่งในบางครั้งจะเกิดความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยประมาณ 5% ทำให้ลูกค้าเกิดความสับสนและไม่พอใจ จึงทำให้ TEPCO เกิดความคิดว่า หากนำ Remote Metering เข้ามาใช้ ก็จะสามารถช่วยแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นได้ อีกทั้งยังทำให้ขนาดขององค์กรลดลง เนื่องจากไม่ต้องมีพนักงานจดปริมาณการใช้ไฟฟ้า

TEPCO วางแผนไว้ว่า ในปี 2000 จะสามารถเปลี่ยนระบบเดิมให้เป็น Remote Metering ได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตาม Cost ของการทำ Remote Metering ในช่วงแรกยังคงสูง ดังนั้น การที่จะทำให้ Cost Effectiveness เพิ่มขึ้น จะต้องลด Cost ของการจัดซื้อและการติดตั้ง Remote Metering ลง TEPCO เชื่อว่าภายในระยะเวลา 5 ปี จะถึงจุดคุ้มทุน

สื่อ (Media) ที่ TEPCO ใช้สื่อสารระหว่างตัว Meter กับศูนย์ก็คือสายโทรศัพท์ เนื่องจากเป็นสื่อที่มีการติดตั้งอยู่ก่อนแล้ว นอกจากนี้ ยังใช้การเชื่อมต่อ Meter เข้ากับ Data Transmission Network ในบริษัทที่เป็นลูกค้าหรือใช้ Leased Circuit ที่เชื่อมต่อเข้ากับ Meter ที่บ้าน

การเชื่อมต่อในระยะทางที่ไกลมาก TEPCO จะใช้ Microwave เป็นสื่อกลางเนื่องจากมี Reliable และ Cost Effective มากกว่า รวมทั้งมีการใช้ Dual Optical Fiber เป็นสื่อในการเชื่อมโยงระหว่างศูนย์หลัก ที่อยู่ตามจุดต่างๆ โดยจะเดินสายไปพร้อมๆ กับสาย Power Cable ซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการลงทุนลดลง เนื่องจากลงทุนเพียงครั้งเดียวแต่ติดตั้งได้ทั้งสาย Power Cable และ Optical Fiber จากการติดตั้ง Optical Fiber ดังกล่าว TEPCO ไม่เพียงแต่สามารถใช้เป็น Backbone สำหรับการติดต่อระหว่างศูนย์ต่างๆ เพื่อบันทึกค่าตัวเลขพลังงานที่ใช้เท่านั้น แต่ยังสามารถใช้เป็น Communication Network สำหรับระบบต่างๆ โดยอาศัยข้อได้เปรียบของ Optical Fiber ที่มี Transmission Capacity สูงกว่าสายชนิดอื่นๆ

นอกจากนี้ TEPCO ยังมีแผนที่จะเพิ่ม Value Added ให้กับระบบ Remote Metering โดยการแสดงผล Print Out รายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวันของลูกค้า ทำให้ลูกค้าสามารถเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทราบค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตนเองใช้ในแต่ละวันผ่านทาง Monitor ที่ลูกค้าติดตั้งเพิ่มเติมได้ ช่วยให้ลูกค้าสามารถวางแผนจัดการการใช้พลังงานของตนเองได้โดยพิจารณาจาก Load Curve อีกทั้งยังสามารถควบคุม Peak Load ของลูกค้าที่ใช้ไฟจำนวนมากได้อีกด้วย

นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น TEPCO ยังให้บริการที่เรียกว่า DSAC (Demand, Supply Adjustment Contract) ซึ่งเป็นข้อตกลงระหว่าง TEPCO และลูกค้าในการที่จะเพิ่ม ลด หรือหยุดกำลังไฟฟ้าที่ใช้เมื่อใดก็ได้ เมื่อใช้กำลังไฟฟ้าเกินจากที่กำหนดไว้ ซึ่งหากเป็นระบบเดิมที่ไม่ได้ใช้ Remote Metering ทาง TEPCO จะต้องส่งพนักงานไปจดค่าที่ Meter นั้นครั้งสุดท้าย และไปจดค่าอีกครั้งเมื่อต้องการใช้ไฟฟ้า ที่ทำเช่นนี้ก็เพื่อดูว่า ในช่วงระหว่างที่ยกเลิกการใช้ไฟฟ้านั้น ลูกค้ามีการลักลอบใช้ไฟฟ้าหรือไม่ ซึ่งหากมีระบบ Remote Metering ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องส่งพนักงานออกไปจดค่า Meter และ TEPCO เองก็ทราบได้ว่าลูกค้ามีการละเมิดข้อตกลง DSAC หรือไม่ นอกจากนี้หากลูกค้าใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่าที่ตกลงกันไว้ในแต่ละวัน ก็ยังสามารถโทรศัพท์แจ้งลูกค้าได้ทันทีว่าลูกค้าได้ใช้ไฟเกินกว่าที่ตั้งเอาไว้ ซึ่งลูกค้าก็จะปลด Load ที่ไม่จำเป็นออกไป เพื่อรักษาค่าพลังงานไฟฟ้าให้คงที่

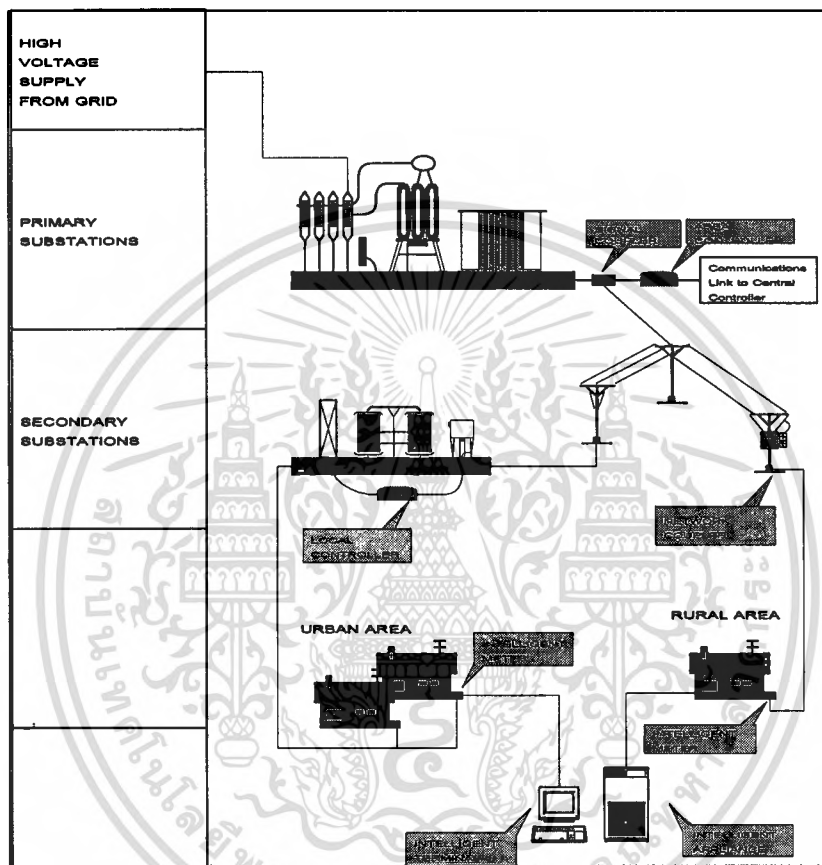
Meter ไฟฟ้าในระบบ Remote Metering ที่ TEPCO นำมาใช้กับลูกค้านั้นจะเป็น Digital Meter ซึ่งมีความสามารถในการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปทุกๆ 30 นาที รวมถึงสามารถเก็บข้อมูลจำนวนพลังงานที่ลูกค้าใช้ล่าสุดได้เช่นกัน จากการศึกษาาระบบดังกล่าวของ TEPCO นั้นสรุปได้ว่าการใช้ Remote Metering System นั้นมี Flexibility สูงดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นและในระยะยาวจะมีราคาที่ถูกลง

● ประเทศเยอรมัน

เนื่องจากประเทศเยอรมันนี้เป็นประเทศที่มีการขยายตัวทางอุตสาหกรรมมาก การใช้ Remote Metering จะช่วยให้ผู้บริโภคสามารถจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าของตนเองได้ การติดต่อระหว่างตัว Meter กับศูนย์จะใช้การสื่อสารผ่านสายส่ง (Transmission Line) ที่มีอยู่เดิม ในลักษณะ Power Line Communication (PLC) Meter ทุกตัวจะเชื่อมต่อซึ่งกันและกันและเชื่อมต่อกับศูนย์โดยใช้ Transmission Line เป็นเครือข่าย Powernet ระบบ PLC ที่ใช้จะมีพลังงานต่ำ ส่ง Carrier Signal ที่มีความถี่สูงผ่าน ไปบนสายส่งที่มีความถี่ต่ำ ซึ่งการสื่อสารลักษณะนี้จะเป็นแบบ Two-Way Communication

อุปกรณ์ที่เป็น Intelligence Equipment จะถูกกระจายตามจุดต่างๆ ออกจาก Central Controller ที่ Network นั้นๆ ผ่านไป ส่วนตัว Local Controller จะอยู่ที่ Primary และ Secondary ของหม้อแปลงบน Network ซึ่งจะเชื่อมต่อกับ Meter ที่ฝั่งลูกค้า (ดังรูป) ระบบนี้ นอกจากจะสามารถอ่านค่า Meter เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แล้ว ยังสามารถควบคุมการใช้ Load ได้อีกด้วย ความเร็วในการถ่ายเทข้อมูลจะอยู่ที่ 19,200 bit/sec แต่การส่งข้อมูลจะเป็นลักษณะ Packets ไม่ใช่ลักษณะ Stream โดยแต่ละ Packet จะมีขนาด 32 Byte และสามารถตรวจสอบ Integrity และ Acknowledge ได้



รูปที่ 5.3 แสดงการใช้สายส่งในการสื่อสารระหว่าง Meter กับ Controller

จะเห็นได้ว่าระบบ Automatic Meter Reading แบบ Power Line Carrier สามารถอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยไม่จำเป็นต้องส่งพนักงานออกไปจดค่าไฟฟ้าเช่นกัน ระบบนี้ก็ยังมิใช่ใช้สายส่งกำลังที่มีอยู่แล้ว ไว้สำหรับส่งสัญญาณความถี่สูงวิ่งไปบนสัญญาณความถี่ปกติ ของสัญญาณไฟฟ้าจากมิเตอร์ไปยังศูนย์กลางการควบคุม ซึ่งไม่จำเป็นจะต้องสร้างสื่อกลางสำหรับส่งสัญญาณเพิ่มเติม

บทที่ 6

สภาพปัจจุบันและปัญหา

การไฟฟ้านครหลวงได้จำแนกผู้ใช้ไฟฟ้าออกเป็นประเภทต่างๆหลายประเภทซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะและปริมาณการใช้ไฟฟ้าซึ่งในที่นี้จะอ้างอิงกับการไฟฟ้านครหลวงเขตคลองเตยเป็นหลัก

6.1 ประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้า

ปัจจุบัน การไฟฟ้านครหลวงแบ่งประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

ลักษณะการใช้ สำหรับการไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่างๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

จำนวนผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตคลองเตย

1.1 ไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน	8,918 ราย*
1.2 เกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน	37,192 ราย*

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

ลักษณะการใช้ สำหรับการไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

จำนวนผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตคลองเตย 30,863 ราย*

ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

ลักษณะการใช้ สำหรับการไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 - 1,999 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 355,000 หน่วยต่อเดือน รวมถึงส่วนราชการที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 250,000 ถึง 355,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

จำนวนผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตคลองเตย 1,695 ราย*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการและหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที ที่สูงสุดตั้งแต่ 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 355,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

จำนวนผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตคลองเตย 77 ราย*

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการ โรงแรมและกิจการให้เช่าพักอาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

จำนวนผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตคลองเตย 273 ราย*

ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าของส่วนราชการหน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน และองค์กรที่ไม่ใช่ส่วนราชการแต่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทน รวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่รวมถึงหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการขององค์กรระหว่างประเทศ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

จำนวนผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตคลองเตย 1,193 ราย*

ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของส่วนราชการ กลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการรับรองหรือสหกรณ์เพื่อการเกษตร โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

จำนวนผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าในเขตคลองเตย ไม่มีผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทนี้

ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าในเขตคลองเตย	จำนวน(ราย)
ประเภทที่ 1	8,918
ประเภทที่ 2	30,863
ประเภทที่ 3	1,695
ประเภทที่ 4	77
ประเภทที่ 5	273
ประเภทที่ 6	1,193
ประเภทที่ 7	-
ยอดรวม	80,426

(*) ข้อมูลของเดือนกันยายน 2541

ตารางที่ 6.1 แสดงประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในเขตคลองเตย

ในการศึกษาโครงการนี้จะพิจารณาผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 เป็นผู้ใช้ไฟฟ้ารายย่อย ส่วนประเภทที่ 3 เป็นต้นไปถือเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าย่อยใหญ่

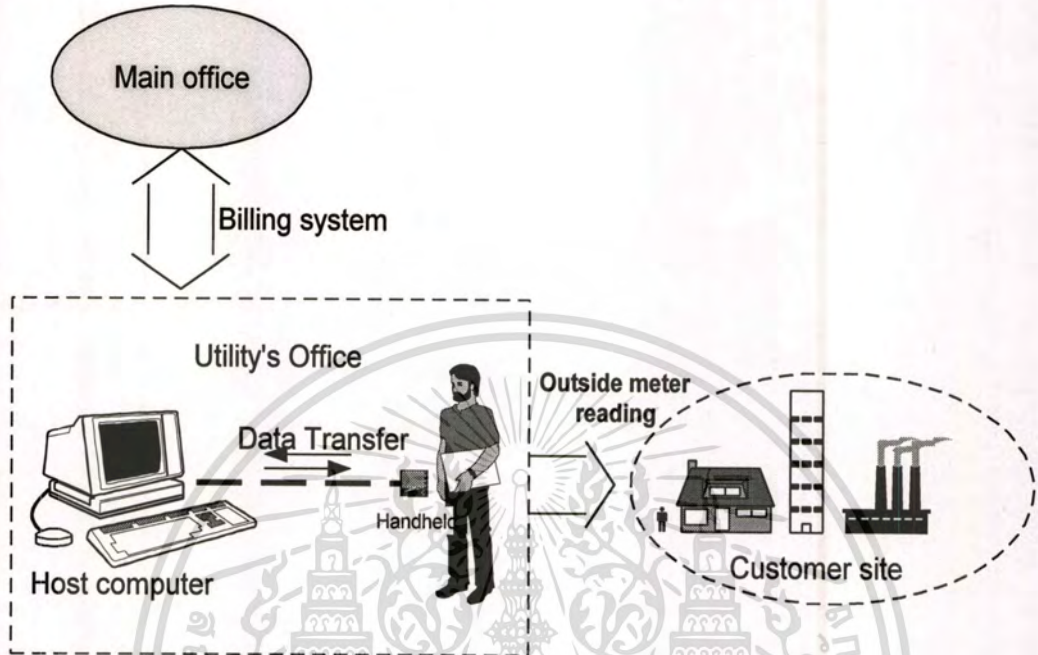
6.2 การบันทึกค่าไฟฟ้าในปัจจุบัน

ปัจจุบันการจดบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าในเขตคลองเตยซึ่งมีลูกค้ารวมทั้งสิ้น 80,426 รายจะใช้พนักงานการไฟฟ้าซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 15 คนออกไปจดบันทึกในแต่ละพื้นที่ โดยจะแบ่งพื้นที่การทำงานออกเป็นโซน (Zone) โดยพนักงานแต่ละคนมีหน้าที่รับผิดชอบในการจดค่าพลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ที่ตนรับผิดชอบ โดยปฏิบัติตาม SOPs (Standard Operating Systems) ที่วางไว้ ดังต่อไปนี้

6.2.1 เมื่อถึงรอบที่จะเก็บค่าไฟฟ้าในช่วงเช้าก่อนออกปฏิบัติงานพนักงานแต่ละคนจะต้องนำอุปกรณ์ Handheld ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์มือถือขนาดเล็กมาถ่ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์ในเขตจะมีการสร้างประวัติข้อมูลของลูกค้าในเขตนั้นๆ เช่น หมายเลขเครื่องวัด ฐานเลขครั้งก่อน ชื่อ-สกุล บ้านเลขที่ เป็นต้น โดยข้อมูลที่ถ่ายลงอุปกรณ์ Handheld นั้น จะมีการจัดเรียงลำดับข้อมูลไว้เหมาะสมตามเลขที่บ้าน เพื่อความสะดวกในการจัดเส้นทาง (Route) ของการจดค่าพลังงานไฟฟ้าที่มิเตอร์ของลูกค้า

6.2.2 เมื่อได้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการแล้ว พนักงานจะนำเอาข้อมูลที่เก็บอยู่ใน Handheld ถ่ายกลับเข้าไปสู่คอมพิวเตอร์ที่แผนกประมวลผลข้อมูลเขตคลองเตย

6.2.3 ที่เขตคลองเตยคอมพิวเตอร์จะทำการ online ข้อมูลที่ได้รับจาก Handheld ส่งไปให้คอมพิวเตอร์ศูนย์กลางที่ แผนกสารสนเทศ การไฟฟ้าเขตวัฒนาเพื่อออกใบแจ้งหนี้แก่ลูกค้า

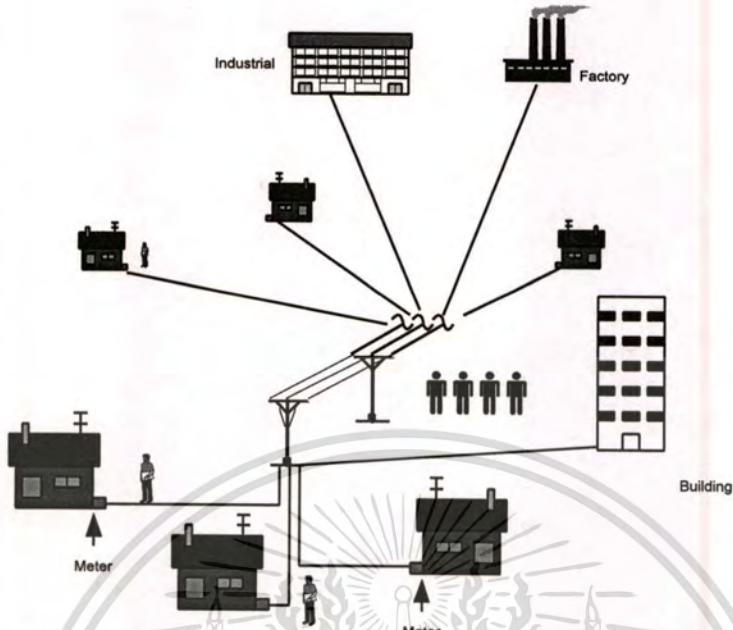


รูปที่ 6.1 แสดงขั้นตอนปฏิบัติในการเก็บค่าไฟฟ้า

6.2.4 โดยปกติถ้าไม่มีปัญหาใดๆเกิดขึ้น วันถัดไปฝ่ายสารสนเทศที่เขตวัฒนาจะจัดการส่งใบแจ้งหนี้ของลูกค้ามายังแผนกประมวลผลข้อมูลเขตคลองเตยโดยใช้เวลาไม่เกิน 1 วันนับจากที่ได้รับข้อมูล online มาจากแผนกประมวลผลข้อมูลเขตคลองเตย

6.2.5 จากนั้นเขตคลองเตยจะทำการส่งใบแจ้งหนี้ไปยังลูกค้า

6.2.6 แต่ในบางกรณี ที่มีปัญหาเช่น ค่าพลังงานไฟฟ้าที่อ่านได้มีค่าสูงหรือต่ำเกิน 400% ($\pm 400\%$) ของฐานครั้งที่แล้ว ก็จะมีการติดค่า Comment ที่ระบุใบแจ้งหนี้ของผู้ใช้ไฟฟ้ารายนั้นๆ โดยจะมีการตรวจสอบภายหลัง ในส่วนนี้หน้าที่การออกใบแจ้งหนี้จะเป็นหน้าที่ของเขตคลองเตย ทำให้การออกใบแจ้งหนี้สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายที่มีปัญหานั้นล่าช้าออกไป



รูปที่ 6.2 แสดงการใช้พนักงานจำนวนมากในการจดค่าไฟเมื่อใช้มิเตอร์ระบบเดิม

6.3 ปัญหาที่มีอยู่ของการบันทึกค่าไฟฟ้าในปัจจุบัน

ปัญหาที่เกิดขึ้นกรณีที่ใช้พนักงานเป็นผู้ออกไปจดค่าพลังงานไฟฟ้ามีดังนี้

- พื้นที่ที่เข้าไปจดข้อมูลนั้นเข้าถึงได้ยาก เช่นบริเวณที่มีคูคลอง, อยู่ในที่อับ, ในปล่อง(Shaft) หรือมีสิ่งของวางกีดขวางอยู่ ทำให้ไม่สามารถอ่านมิเตอร์ได้สะดวก
- สถานที่บางแห่งเป็นตึกสูง เช่น คอนโดมิเนียมหรือแฟลต ที่มีความสูงมาก และมิเตอร์จะติดตั้งในแต่ละชั้น บางครั้งจำนวนผู้อยู่อาศัยในแต่ละชั้นมีน้อยเกินไป ทำให้เจ้าของอาคารไม่เปิดบริการลิฟท์ขนส่งระหว่างชั้น นั่นก็หมายถึง พนักงานต้องเดินขึ้นลงตามชั้นต่างๆ เพื่อจดค่ามิเตอร์ดังกล่าว ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลงเนื่องจากเกิดความเหนื่อยล้า ส่งผลให้แผนการจดค่ามิเตอร์ตามจำนวนที่กำหนดคนนั้นไม่เป็นไปตามเป้าหมาย หรือได้ค่าที่คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง
- สถานที่บางแห่งมีแสงสว่างไม่พอเพียง ทำให้พนักงานอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าได้ไม่ชัดเจน ทั้งนี้ รวมถึงที่ที่มีแสงสว่างจ้าเกินไป ลูกค้ายรายใหญ่ที่ใช้มิเตอร์ชนิดแสดงตัวเลขแบบดิจิทัล (Digital) ทำให้เกิดการสะท้อนแสง ไม่สามารถอ่านค่าได้อย่างชัดเจน ตัวเลขบางตัว เช่น 8,3,5 หรือ 1,7,2 อาจมองคลาดคล้ายกัน ทำให้พนักงานที่เข้าไปจดบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าจดบันทึกค่าของรอบนั้นๆ คลาดเคลื่อนได้
- ปัญหาการจราจรที่ติดขัดอย่างมาก ทำให้การจดบันทึกค่าไฟฟ้าเป็นไปอย่างล่าช้า หรือบางแห่งไม่สามารถจดรถได้ ยิ่งส่งผลให้ใช้เวลาในการจดบันทึกมากยิ่งขึ้น พนักงานต้องเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเฉพาะเท่านั้น มิได้อยู่ที่เผยแพร่หรือใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานให้เสร็จทันเวลา อาจทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ค่าที่อ่านอาจเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้

- ความเชื่อมั่นในตัวพนักงาน ค่าที่ได้จะขึ้นอยู่กับตัวเลขที่พนักงานจด นั่นคือจะถูกหรือผิดก็ขึ้นอยู่กับตัวพนักงานเอง ต้องมีการฝึกอบรมให้พนักงานรู้จักความรับผิดชอบ เนื่องจากพนักงานส่วนใหญ่มีระดับความรู้ไม่สูงนัก อาจไม่ตระหนักถึงปัญหาที่จะตามมา นอกจากนี้แล้วยังมีเหตุผลอื่น เช่น พนักงานบางคนมีอายุใกล้เคียงเกษียณ ประสิทธิภาพการทำงานก็อาจไม่เท่าคนที่อายุน้อยกว่า
- ผู้ใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกวันทั้งรายใหญ่และรายย่อย แต่พนักงานจดค่าไฟฟ้ามีจำนวนเท่าเดิมทำให้จำนวนมิเตอร์ต่อพนักงานมากขึ้นตามไปด้วยอาจส่งผลทำให้ค่าที่จดมาคลาดเคลื่อนมากกว่าเดิม

ปัญหาอื่นๆนอกเหนือจากการที่ใช้พนักงานเป็นผู้ออกไปจดค่าพลังงานไฟฟ้ายังประกอบไปด้วย

- ปัญหาการโกงค่าไฟ โดยเฉพาะผู้ใช้ไฟรายย่อย บางครั้งผู้ใช้ไฟจะทำการ Bypass ที่ตัวมิเตอร์ ทำให้กระแสไฟที่ผ่านขดกระแส (Current Coil) มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง ส่งผลให้รอบของมิเตอร์ไฟฟ้าหมุนช้าลง ค่าที่อ่านได้จะไม่ตรงกับความเป็นจริงเมื่อการไฟฟ้าทำการตรวจสอบอย่างจริงจังปรากฏว่ามีหนี้ค่าไฟฟ้าเก็บย้อนหลังเป็นจำนวนมาก
- ความชำรุดเนื่องมาจากตัวมิเตอร์เองบางครั้งมิเตอร์ที่ใช้กลไกทางกล(Mechanic)จะเกิดปัญหา มากชำรุดได้ง่ายกว่าทำให้การอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าเกิดความคลาดเคลื่อนได้เช่นกัน
- ปัญหาหนี้เสีย โดยเฉพาะผู้ใช้ไฟรายย่อยในบางครั้งไม่มีการชำระค่าไฟฟ้าด้วยความตั้งใจที่จะไม่ชำระค่าไฟ ต้องส่งเรื่องฟ้องศาลทำให้เสียเวลาในการดำเนินการมาก บางครั้งไม่คุ้มกับจำนวนเงินที่จัดเก็บได้

จากปัญหาต่างๆนี้เอง ก่อให้เกิดความคิดที่จะศึกษาในการนำระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) และ ระบบอ่านค่าพลังงานอัตโนมัติ (Automatic Meter Reading) เข้ามาใช้ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวอันเกิดจากที่ใช้พนักงานเป็นผู้ออกไปจดค่าพลังงานไฟฟ้า โดยให้ความสำคัญกับปัญหาในส่วนนี้ก่อน

บทที่ 7

การวิเคราะห์ปัญหาและความเป็นไปได้

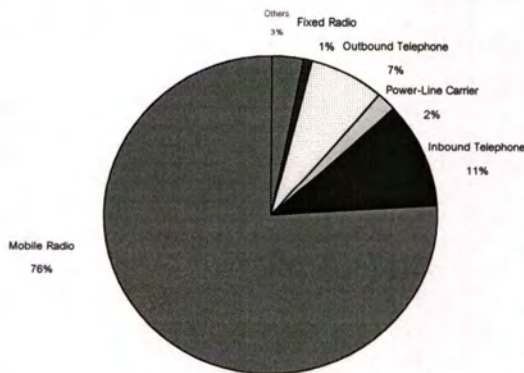
การนำเทคโนโลยีของระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) และระบบอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าอัตโนมัติ (Automatic Meter Reading) มาใช้นั้น มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องของหลายประการ ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีจะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน ในการพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยี จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำปัจจัยต่างๆ มาประกอบกันเพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในการที่จะนำเทคโนโลยีแต่ละประเภทมาใช้

7.1 เทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เทคโนโลยีที่ใช้ในการอ่านค่าพลังงานระยะไกล หรือแบบใช้มิเตอร์อัตโนมัติสรุปได้ดังตาราง 7.1

เทคโนโลยี	จำนวน(%)
FIXED RADIO	5.9%
TELEPHONE	13.6%
POWER LINE CARRIER	3.2%
MOBILE RADIO	76.2%
OTHERS	1.1%

ตารางที่ 7.1 แสดงเทคโนโลยีของการอ่านค่าพลังงานระยะไกล

AMR Installations by Technology



รูปที่ 7.1 แสดงสัดส่วนของเทคโนโลยีของการอ่านค่าพลังงานระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 ข้อจำกัดของการใช้เทคโนโลยีแต่ละชนิด

7.2.1 ระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System)

ระบบนี้จะพิจารณาใช้กับผู้ที่ใช้ไฟฟ้ารายย่อยประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปริมาณไม่มาก และต่อผ่านเครื่องวัด 1 ยก 1 สาย (1 Phase, 1 Wire) โดยจะเน้นไปที่บ้านพักอาศัยและกิจการขนาดเล็ก

ข้อดีและข้อเสียของระบบ มีดังนี้

ข้อดี

1. องค์กรไฟฟ้าได้ประโยชน์ เนื่องจากได้รายได้จากการซื้อบัตรของผู้ใช้ไฟฟ้ามาหมุนเวียนก่อน ทำให้มีสภาพคล่องมากขึ้น และหากมีผู้ใช้ไฟฟ้าซื้อบัตรมากขึ้น ก็จะได้เงินมาหมุนเวียนมากขึ้น ถ้าพิจารณาเฉพาะในเขตที่นำมาเป็นตัวอย่าง จะเห็นได้ว่ามีจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 รวมทั้งสิ้น 76,000 ราย หากผู้ใช้ไฟแต่ละรายซื้อบัตรเฉลี่ยรายละ 1,000 บาท ดังนั้น ใน 1 เดือนจะมีเงินหมุนเวียนประมาณ 76 ล้านบาท
2. ไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานออกไปบันทึกค่าไฟ เนื่องจากผู้ใช้ไฟต้องรับผิดชอบในการชำระยอด วงเงินก่อนที่จะนำบัตรมาใช้พลังงานไฟฟ้า
3. ลดปัญหาเรื่องหนี้เสียที่จะเกิดขึ้น
4. มีการบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ เมื่อมีการจำหน่ายบัตรที่ POS ทำให้องค์กรไฟฟ้าสามารถพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าได้
5. ค่าความผิดปกติหรือการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่ถูกต้อง รวมถึงสถานะของตัวมิเตอร์จะถูกรายงานจาก POS ไปยังศูนย์กลางการควบคุม (Central Controller) โดยอัตโนมัติ
6. ลดปัญหาที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ได้จากการส่งพนักงานออกไปบันทึกค่าไฟฟ้า
7. ลดปัญหาที่จะต้องส่งพนักงานออกไปรื้อออมมิเตอร์หรือติดตั้งกลับไปใหม่ เนื่องจากค้างชำระค่าไฟฟ้า เนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าจะเป็นผู้ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยตนเองผ่านบัตร Customer Card
8. ลดปัญหาการออกใบแจ้งหนี้ เนื่องจากการชำระเงินจะสิ้นสุดลงที่ POS พร้อมออกใบเสร็จรับเงิน รวมทั้งใช้ POS เป็นจุดศูนย์กลางในการใช้จ่ายพลังงานและลดการเดินทางของผู้ใช้ไฟฟ้าและปัญหาเนื่องจากการจราจร

ข้อเสีย

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าอาจไม่พึงพอใจ เนื่องจากต้องชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า ถ้าเป็นบ้านพักอาศัยที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามาก อาจจะได้รับความสะดวก ร้อนมากตามไปด้วย
2. กรณีผู้ใช้ไฟฟ้าทำบัตรหาย ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการซื้อบัตรใหม่ ทำให้ไม่คุ้มค่ากับพลังงานที่ใช้ไป
3. องค์กรไฟฟ้ายังไม่สามารถมั่นใจได้ว่าการโงงการใช้พลังงานไฟฟ้าจะไม่เกิดขึ้น
4. ราคาดมิเตอร์จะสูงกว่ามิเตอร์ปกติ อาจมีปัญหาในการพิจารณาว่าจะยกภาระนี้ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้ใช้หรือองค์กรไฟฟ้า
5. เป็นระบบใหม่ ผู้ใช้ไฟฟ้าอาจต้องปรับตัวในการใช้เทคโนโลยีใหม่ตั้งแต่การซื้อบัตร รวมถึงการใช้บัตรกับมิเตอร์
6. กรณีที่มีมิเตอร์เกิดความเสียหาย องค์กรไฟฟ้าจะได้รับความเสียหายมาก ยิ่งถ้าเสียหายโดยความจงใจของผู้ใช้ไฟฟ้า
7. องค์กรไม่สามารถทราบค่าพลังงานที่ผู้ใช้ไฟฟ้าใช้ไปจริงๆ ในขณะนั้น เนื่องจากระบบยังไม่เป็น Automatic Reading ต้องรอข้อมูลจาก POS ซึ่งอาจล่าช้า ในการนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์รูปแบบภาระทางไฟฟ้า (Load Profile) เพื่อจัดการพลังงาน (Energy Management)
8. มีความเสี่ยงต่อการถูกปลอมแปลงบัตร Customer Card
9. ผู้ใช้ไฟฟ้าอาจจะลืมซื้อบัตร Customer Card เพิ่ม ทำให้ถูกตัด (Disconnecting) ออกจากระบบ ทำให้เกิดความเดือดร้อนได้

ผลกระทบที่มีต่อองค์กรเดิม

- สามารถลดจำนวนพนักงานที่จะทำหน้าที่ออกไปบันทึกค่าไฟฟ้า ช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น เงินเดือนพนักงาน ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าพาหนะสำหรับการเดินทาง ทำให้องค์กรประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ เช่น ในเขตคลองเตย ใช้พนักงานสำหรับดูแลมิเตอร์ทั้งสิ้น 15 คน เงินเดือนเฉลี่ยประมาณ 20,000 บาทต่อคน รวมค่าใช้จ่ายเฉพาะเงินเดือนพนักงานก็ประมาณ 300,000 บาทต่อเดือน ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายส่วนนี้ลงไปได้
- ตัดปัญหาเรื่องการตัดต่อมิเตอร์กรณีค้างชำระค่าไฟฟ้า ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานออกไปตัดต่อมิเตอร์ ทำให้สามารถลดจำนวนพนักงานแผนกนี้ได้ ทำให้ขนาดขององค์กรลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลดขนาดของแผนกหรือฝ่ายงานที่เกี่ยวข้องกับการชำระค่าไฟฟ้าและออกใบเรียกเก็บเงิน เนื่องจากการชำระเงินและการออกใบเรียกเก็บเงินจะสิ้นสุดอยู่ที่ POS

ผลกระทบในแง่ของการลงทุน

- องค์กรไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้มิเตอร์แบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) ซึ่งมีราคาสูงแทนมิเตอร์แบบเก่า ซึ่งราคามิเตอร์แบบใหม่จะมีราคาประมาณ 6,000 บาท เมื่อเทียบกับมิเตอร์แบบธรรมดาซึ่งมีราคาประมาณ 3,500 บาท
- องค์กรไฟฟ้าต้องมีการร่วมลงทุนกับจุดขายบัตร POS (Point of Sale Outlet) ในการผลิตบัตร Customer Card เพื่อขายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า มีการแบ่งกำไรให้กับ POS ตามสัดส่วน
- องค์กรไฟฟ้าต้องลงทุนในเรื่องของการวางระบบเครือข่ายโทรศัพท์เชื่อมต่อระหว่างองค์กรไฟฟ้ากับ POS
- องค์กรไฟฟ้าต้องลงทุนติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Central Controller) ซึ่งจะเชื่อมต่อกับ POS เพื่อทราบปริมาณการขายบัตร ยอดการขายบัตร รวมถึงข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้า
- ผู้ใช้ไฟฟ้าอาจไม่ยอมรับในแง่ที่ต้องมีการชำระเงินก่อน และต้องเสียเวลาไปซื้อบัตร Customer Card เพื่อขอใช้พลังงานไฟฟ้า

ผลกระทบทางเทคนิค

- มิเตอร์เป็นระบบใหม่ ผู้ใช้อาจไม่คุ้นเคย ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการใช้ เช่น ต้องระวังยอดบัตรหมด และนำไปสู่การไม่ยอมรับในที่สุด
- องค์กรต้องมีการฝึกอบรม (Training) ให้กับพนักงาน เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานและข้อกำหนดต่างๆ ของมิเตอร์ชนิดนี้
- อาจเกิดการผิดพลาดในเรื่องของเทคนิคการผลิต Customer Card ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการทำงาน นอกจากนี้ อาจเกิดปัญหาในเรื่องของการปลอมแปลงบัตรได้

ความเป็นไปได้ในการนำมาใช้

เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่า หากนำระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) เข้ามาใช้ จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. มิเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งจะต้องเปลี่ยนแปลงจากมิเตอร์แบบเดิมเป็นแบบใหม่ทั้งหมด ซึ่งค่าใช้จ่ายเบื้องต้นเฉพาะค่ามิเตอร์อย่างเดียว ประมาณ 6,000 บาทต่อเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าอาจไม่ยอมรับ เนื่องจากว่าต้องมีการชำระเงินก่อน อาจเกิดการต่อต้านหรือไม่เห็นด้วย ในช่วงแรก แต่ถ้าเริ่มใช้ก่อนกับสถานที่ที่เข้าถึงได้ยากหรือมีปัญหาในการอ่านค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าก็เป็นไปได้ที่จะทำเช่นนั้น
3. ไม่จำเป็นต้องสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เพิ่ม เช่น สร้างสายเชื่อมต่อกับมิเตอร์เข้าหาศูนย์ ไม่ต้องสร้างอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างศูนย์กับมิเตอร์ เพียงแต่แทนมิเตอร์เก่าด้วยมิเตอร์แบบใหม่เท่านั้น

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โอกาสในการนำมิเตอร์ระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) มาใช้นั้นมีอยู่อย่างมาก ด้วยเหตุที่ว่า การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) มากนัก และความยุ่งยากของระบบก็มีไม่มาก รวมถึงช่วยลดจำนวนพนักงานที่ต้องออกไปจดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ตัดต่อมิเตอร์ รวมถึงลดขนาดของแผนกหรือฝ่ายงานที่ทำหน้าที่ออกใบเรียกเก็บเงินและใบเสร็จรับเงิน

7.2.2 ระบบ Automatic Meter Reading (AMI) Telemetry

ระบบนี้จะนำมาพิจารณาใช้กับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ตั้งแต่ประเภทที่ 3 ขึ้นไป ซึ่งมีการใช้ไฟฟ้าในปริมาณที่มาก และต่อผ่านเครื่องวัด 3 ขด 3 สาย (3 Phase, 3 Wire) หรือ 3 ขด 4 สาย (3 Phase, 4 Wire)

ข้อดีและข้อเสียของระบบ มีดังนี้

ข้อดี

1. องค์กรไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานออกไปบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากค่าต่างๆ จะถูกอ่านมายังศูนย์กลางการควบคุมโดยอัตโนมัติ
2. มีการบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าเก็บไว้ใน Telemetry Unit อยู่สม่ำเสมอ สามารถเรียกดูเมื่อใดก็ได้ตามที่ต้องการ ซึ่งทางองค์กรไฟฟ้าสามารถนำค่าเหล่านี้ไปวิเคราะห์ Load Profile หรือ Load Forecasting สำหรับการใช้งพลังงานไฟฟ้าได้
3. ลดปัญหาที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ได้จากการส่งพนักงานออกไปบันทึกค่าไฟฟ้า
4. การบันทึกค่าความผิดปกติหรือการใช้งพลังงานไฟฟ้าไม่ถูกต้อง รวมถึงสถานะของมิเตอร์ จะถูกกระทำโดยอัตโนมัติที่ Telemetry Unit ทำให้องค์กรไฟฟ้าสามารถทราบค่าความผิดปกติได้ทันทีเมื่อมีการเรียกดู

5. ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถรับทราบสถานะการใช้ไฟฟ้าได้โดยเชื่อมต่อบริษัทเข้ากับ PC เพื่อแสดงผลของการใช้พลังงานในขณะนั้น ทำให้สามารถควบคุมการใช้พลังงานให้อยู่ในขอบเขตที่ต้องการได้ โดยอาจจะต่อเข้ากับระบบควบคุมอัตโนมัติภายในหน่วยงาน เพื่อตัดภาระทางไฟฟ้า (Load) ที่ไม่จำเป็นออกได้
6. ทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ใช้ไฟฟ้าเมื่อมิเตอร์เกิดความผิดปกติ องค์กรไฟฟ้าสามารถตรวจสอบได้ว่าความเสียหายเกิดจากส่วนใด ก่อนที่จะส่งพนักงานออกไปตรวจสอบจริง
7. การโกงค่าไฟเนื่องจากการปรับแต่งตัวมิเตอร์อาจทำได้ยาก เนื่องจากว่าเทคโนโลยีที่ใช้แตกต่างกันไปจากเดิม
8. ระบบมีหน่วยความจำสำรอง แม้อุปกรณ์ไฟฟ้าดับหรือหายไป ก็ยังสามารถรับทราบค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำสำรองขณะนั้นได้

ข้อเสีย

1. ราคาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีราคาแพง การใช้อาจพิจารณาเฉพาะจุดที่จำเป็น หรือบริเวณที่มีการใช้ไฟฟ้าปริมาณมาก
2. ต้องมีการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เพิ่มเติม เช่น ต้องเดินสายเชื่อมต่อจากศูนย์กลางการควบคุมไปยังมิเตอร์
3. ในการที่จะทราบข้อมูลหรือพลังงานไฟฟ้าจากผู้ใช้ไฟฟ้า ต้องมีการต่อโทรศัพท์จากศูนย์ออกไปยังผู้ใช้ไฟฟ้านั้นๆ ถ้าผู้ใช้ไฟฟ้ามีจำนวนมากก็จะสิ้นเปลืองค่าโทรศัพท์ตามไปด้วย
4. ในจุดที่มีระยะไกล ต้องมีการเชื่อมต่อทางเส้นใยแก้วนำแสง (Optical Fibre) และติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างสัญญาณทางไฟฟ้ากับสัญญาณทางแสง ทำให้สิ้นเปลืองมาก เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวมีราคาค่อนข้างสูง
5. ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ศูนย์กลางการควบคุมเพิ่มเติม เช่น Communication Unit รวมถึงระบบคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผลพลังงานไฟฟ้าและพารามิเตอร์ต่างๆ
6. ไม่สามารถลดขนาดขององค์กรได้มาก เนื่องจากจำเป็นต้องมีแผนกจัดทำใบแจ้งหนี้และใบเสร็จรับเงินค่าไฟ เนื่องจากต้องมีการเรียกเก็บค่าใช้พลังงานไฟฟ้า
7. ภาระค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ที่ต้องติดตั้ง ซึ่งอาจมีราคาสูง อาจเกิดปัญหาในการพิจารณาว่าควรเป็นความรับผิดชอบของผู้ใช้ไฟฟ้าหรือองค์กรไฟฟ้า องค์กรไฟฟ้าจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิเคราะห์ในจุดนี้อย่างละเอียด
8. เสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการบำรุงรักษาหากอุปกรณ์ขัดข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ไม่สามารถลดปัญหานี้เสียที่เกิดขึ้นได้

ผลกระทบที่มีต่อองค์กรเดิม

- สามารถลดจำนวนพนักงานที่จะทำหน้าที่ออกไปบันทึกค่าไฟฟ้า ทำให้องค์กรสามารถลดค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น เงินเดือนพนักงาน ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าพาหนะสำหรับการเดินทาง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้
- ขนาดขององค์กรจะเล็กลงเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการบันทึกค่าไฟฟ้า แต่ในส่วนอื่น คาดว่าจะคงเดิม ซึ่งอาจจะให้พนักงานในส่วนนี้ย้ายไปทำงานยังแผนกอื่น ทำให้ไม่ต้องรับคนเพิ่ม

ผลกระทบในแง่การลงทุน

- องค์กรไฟฟ้าจำเป็นต้องสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เพื่อเชื่อมต่อระหว่างตัวมิเตอร์กับศูนย์กลางการควบคุม ถ้ายังบริเวณผู้ใช้ไฟฟ้าอยู่ไกลมาก ค่าใช้จ่ายจะยิ่งสูงตามไปด้วย นอกจากนี้ อาจเกี่ยวข้องกับงานส่วนอื่นๆ เช่น ต้องขุดถนนเพื่อฝังท่อวางสายเชื่อมต่อเพิ่มเติม
- องค์กรไฟฟ้าต้องมีการลงทุนในเรื่องของอุปกรณ์ ทั้งมิเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ที่ฝังผู้ใช้ไฟฟ้าและฝังขององค์กรไฟฟ้า ทำให้ค่าใช้จ่ายสูง
- องค์กรไฟฟ้าต้องมีการลงทุนติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Controller) เพื่อทราบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า รวมถึงสถานะอื่นๆของมิเตอร์ และข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้า

ผลกระทบทางเทคนิค

- องค์กรต้องมีการฝึกอบรม (Training) ให้กับพนักงาน เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานและข้อกำหนดต่างๆ ของมิเตอร์ระบบนี้
- มีความเสี่ยงสูงในกรณีที่ติดตั้งสายที่เชื่อมต่อระหว่างตัวมิเตอร์กับศูนย์กลางการควบคุม ในสถานที่ที่ไม่ปลอดภัย ถ้าสายขาด จะทำให้การสื่อสารล้มเหลว จำเป็นที่จะต้องส่งพนักงานออกไปอ่านค่าที่มิเตอร์ของผู้ใช้ไฟฟ้า
- การบำรุงรักษาทั้งระบบมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ต้องมีการดูแลเป็นพิเศษ เพราะไม่เพียงแต่อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ยังต้องรวมถึงสายเชื่อมต่อระหว่างมิเตอร์กับศูนย์กลางการควบคุมอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นไปได้ในการนำมาใช้

ในการนำระบบ Automatic Meter Reading แบบ Telemetering มาใช้กับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ จำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ตัวมิเตอร์ไฟฟ้าจะต้องเปลี่ยนแปลงจากเดิม มีอุปกรณ์เชื่อมต่อมากขึ้น เช่น Telemetering Units Modem รวมถึงอุปกรณ์ PCM (Pulse Code Modulation) องค์กรไฟฟ้าจำเป็นต้องมีความเข้าใจในอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี
2. จำเป็นที่จะต้องสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เพิ่ม นั่นคือ สร้างการเชื่อมต่อจากมิเตอร์เข้าสู่ศูนย์ ซึ่งต้องการการลงทุนค่อนข้างมาก เนื่องจากอาจจะต้องมีการฝังท่อร้อยสายใต้ดิน ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง
3. เนื่องจากราคามิเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีราคาสูงมาก ถ้าผลกระทบค่าอุปกรณ์ไปให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า ในรูปของเงินประกันมิเตอร์หรือค่าติดตั้ง อาจไม่ได้รับการยอมรับจากผู้ใช้ไฟฟ้า องค์กรไฟฟ้าจำเป็นต้องศึกษาวิเคราะห์ในจุดนี้อย่างละเอียด
4. เมื่อติดตั้งแล้วต้องมีการบำรุงรักษาทั้งระบบ ซึ่งจะมีความยุ่งยากมาก เนื่องจากมีส่วนประกอบของอุปกรณ์มาก ต้องใช้เจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ความชำนาญสูง

จากที่กล่าวมาแล้ว ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Telemetering อาจจะยังไม่สามารถนำมาใช้กับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ทุกรายได้ อาจจะทำเฉพาะรายที่ใช้ไฟฟ้าจำนวนมาก เนื่องจากเหตุผลในแง่ราคาของอุปกรณ์รวมถึงการสร้างโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งจะเชื่อมต่อกับระบบทั้งหมด โดยที่องค์กรไฟฟ้าจะต้องมีการวิเคราะห์ถึงจุดคุ้มทุนและอัตราความเสี่ยงโดยละเอียด

7.2.3 ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Radio Based

ระบบนี้จะนำมาพิจารณาใช้กับผู้ใช้ไฟฟ้าทุกประเภททั้งผู้ใช้ไฟรายย่อยและผู้ใช้ไฟรายใหญ่

ข้อดีและข้อเสียของระบบ มีดังนี้

ข้อดี

1. องค์กรไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานออกไปบันทึกค่าไฟฟ้า เนื่องจากว่าค่าต่างๆ จะถูกอ่านมาที่ศูนย์กลางการควบคุมโดยอัตโนมัติ
2. การใช้พลังงานไฟฟ้าจะมีการบันทึกอยู่เสมอที่ศูนย์กลางการควบคุม ทำให้สามารถทราบค่าพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายได้ และสามารถนำไปวิเคราะห์ Load Profile หรือ Load forecasting สำหรับการใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าได้

3. ลดปัญหาที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ได้จากการส่งพนักงานออกไปบันทึกค่าไฟฟ้า
4. ค่าความผิดปกติหรือการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่ถูกต้อง รวมถึงสถานะของตัวมิเตอร์จะถูกบันทึกอยู่ตลอดเวลา ทำให้องค์กรไฟฟ้าสามารถทราบค่าความผิดปกติได้ โดยไม่ต้องรอให้มีการแจ้งจากผู้ใช้ไฟฟ้า
5. การโกงค่าไฟฟ้าเนื่องจากการปรับแต่งตัวมิเตอร์อาจทำได้ยาก เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่แตกต่างไปจากระบบเดิม
6. ระบบมิโมดูล (Module) ถึงแม้กรณีไฟฟ้าดับหรือหายไป รวมถึงการส่งสัญญาณ Radio เกิดความผิดพลาด ก็สามารถรับทราบค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้โดยใช้คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (handheld) ไปบันทึกค่าที่โมดูลของมิเตอร์ไฟฟ้าที่มีปัญหา

ข้อเสีย

1. ราคาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีราคาแพง
2. ต้องมีการก่อสร้างสถานีรวมสัญญาณย่อยและสถานีรวมสัญญาณหลัก สำหรับเชื่อมต่อจากมิเตอร์เข้าสู่ศูนย์กลาง ซึ่งต้องมีการลงทุนสูง
3. ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ศูนย์กลางการควบคุม เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผลพลังงานไฟฟ้าและพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น
4. ยังไม่สามารถลดขนาดขององค์กรได้มากเนื่องจากจำเป็นต้องมีแผนกจัดทำใบแจ้งหนี้และใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้าจะถูกจัดเก็บในภายหลัง
5. ภาระค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ที่ต้องติดตั้ง ซึ่งอาจมีราคาสูง อาจเกิดปัญหาในการพิจารณาว่าควรเป็นความรับผิดชอบของผู้ใช้ไฟฟ้าหรือองค์กรไฟฟ้า
6. ต้องมีการจัดสรรย่านความถี่กับกรมไปรษณีย์โทรเลข ซึ่งอาจมีผลกระทบกับระบบอื่นๆ ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

ผลกระทบที่มีต่อองค์กรเดิม

- สามารถลดจำนวนพนักงานที่จะทำหน้าที่ออกไปบันทึกค่าไฟฟ้า ทำให้องค์กรสามารถลดค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น เงินเดือนพนักงาน ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าพาหนะสำหรับการเดินทาง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขนาดขององค์กรจะเล็กลงเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการบันทึกค่าไฟฟ้า แต่ในส่วนอื่นคาดว่าจะคงเดิม ซึ่งอาจจะให้พนักงานในส่วนนี้ย้ายไปทำงานยังแผนกอื่น ทำให้ไม่ต้องรับคนเพิ่ม

ผลกระทบในแง่การลงทุน

- องค์กรไฟฟ้าจำเป็นต้องก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์รับส่งสัญญาณความถี่วิทยุหลายจุด ในการเชื่อมต่อระหว่างมิเตอร์กับศูนย์กลางการควบคุม ต้องมีการลงทุนในจำนวนเงินที่สูงมาก
- องค์กรไฟฟ้าต้องมีการลงทุนในเรื่องของอุปกรณ์ ทั้งมิเตอร์ไฟฟ้า โมดูลต่างๆ ที่ฝั่งผู้ใช้ไฟฟ้าและฝั่งขององค์กรไฟฟ้า ทำให้ค่าใช้จ่ายสูง
- องค์กรไฟฟ้าต้องมีการลงทุนติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Controller) เพื่อทราบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า รวมถึงสถานะอื่นๆของมิเตอร์ และข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้า

ผลกระทบทางเทคนิค

- องค์กรต้องมีการฝึกอบรม (Training) ให้กับพนักงาน เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานและข้อกำหนดต่างๆ ของมิเตอร์ระบบนี้
- การบำรุงรักษาทั้งระบบต้องมีการดูแลเป็นพิเศษ เนื่องจากอุปกรณ์ในระบบเป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญเป็นอย่างดี ไม่เช่นนั้นเมื่อเกิดความผิดพลาดของระบบ จะทำให้แก้ไขลำบาก ประสิทธิภาพการทำงานของระบบจะลดลง
- อาจเกิดปัญหาในเรื่องของการใช้ย่านความถี่ เนื่องจากการจัดสรรย่านความถี่ในประเทศไทยขณะนี้ยังไม่ดีพอ บางหน่วยงานมีย่านความถี่ที่กว้างมาก แต่ใช้งานไม่คุ้มค่า ซึ่งการขอย่านความถี่สำหรับระบบนี้อาจกระทบกระเทือนกับระบบเดิมที่มีอยู่ อาจทำให้เกิดปัญหาเมื่อต้องการขยายตัวในอนาคตได้

ความเป็นไปได้ในการนำมาใช้

ในการนำระบบ Automatic Meter Reading แบบ Radio Based มาใช้ จำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. มิเตอร์ไฟฟ้าจะต้องเปลี่ยนแปลงจากเดิม มีอุปกรณ์เชื่อมมากขึ้น เช่น โมดูลมิเตอร์
2. จำเป็นต้องสร้างอุปกรณ์ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ ทำให้มีค่าใช้จ่ายมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ราคามิเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีราคาสูงมาก หากมีการผลกระทบค่าอุปกรณ์ไปให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าในรูปของเงินประกันมิเตอร์หรือค่าติดตั้ง อาจไม่ได้รับการยอมรับจากผู้ใช้ไฟฟ้า องค์กรไฟฟ้าจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิเคราะห์ในจุดนี้อย่างละเอียด
4. การบำรุงรักษาจำเป็นต้องทำทั้งระบบ ซึ่งมีความยุ่งยากมาก เนื่องจากมีส่วนประกอบของอุปกรณ์จำนวนมาก จำเป็นที่จะต้องใช้เจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ความชำนาญสูง
5. ปัญหาเรื่องการจัดสรรย่านความถี่กับกรมไปรษณีย์โทรเลข

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Radio Based อาจยังไม่สามารถนำมาใช้ได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น โดยเฉพาะเรื่องของการจัดสรรย่านความถี่กับกรมไปรษณีย์โทรเลข รวมถึงต้องมีการวางแผนระยะยาวในการนำระบบนี้เข้ามาใช้ โดยที่องค์กรไฟฟ้าจำเป็นที่จะต้องมีการวิเคราะห์ถึงจุดคุ้มทุนและอัตราความเสี่ยงโดยละเอียด

7.2.4 ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Power Line Carrier

ระบบนี้จะนำมาพิจารณาใช้กับผู้ใช้ไฟฟ้าทุกประเภททั้งผู้ใช้ไฟรายย่อยและผู้ใช้ไฟรายใหญ่

ข้อดีและข้อเสียของระบบ มีดังนี้

ข้อดี

1. องค์กรไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานออกไปบันทึกค่าไฟฟ้า เนื่องจากว่าค่าต่างๆ จะถูกอ่านมาที่ศูนย์กลางการควบคุมโดยอัตโนมัติ
2. การใช้พลังงานไฟฟ้าจะมีการบันทึกอยู่เสมอที่ศูนย์กลางการควบคุม ทำให้สามารถทราบค่าพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายได้ และสามารถนำไปวิเคราะห์ Load Profile หรือ Load forecasting สำหรับการให้พลังงานไฟฟ้าได้
3. ลดปัญหาที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ได้จากการส่งพนักงานออกไปบันทึกค่าไฟฟ้า
4. ค่าความผิดปกติหรือการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่ถูกต้อง รวมถึงสถานะของตัวมิเตอร์จะถูกบันทึกอยู่ตลอดเวลา ทำให้องค์กรไฟฟ้าสามารถทราบค่าความผิดปกติได้ โดยไม่ต้องรอให้มีการแจ้งจากผู้ใช้ไฟฟ้า
5. การโกงค่าไฟฟ้าเนื่องจากการปรับแต่งตัวมิเตอร์อาจทำได้ยาก เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่แตกต่างไปจากระบบเดิม

6. ระบบมี Receiver ถึงแม้กรณีไฟฟ้าดับหรือหายไป รวมถึงการส่งสัญญาณ Radio เกิดความผิดพลาด ก็สามารถรับทราบค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้โดยใช้คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (handheld) ไปบันทึกค่าที่โมดูลของมิเตอร์ไฟฟ้าที่มีปัญหา
7. ไม่จำเป็นต้องสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เช่น สายเชื่อมต่อ เนื่องจากใช้สายส่งกำลังเดิมที่มีอยู่แล้วในการส่งสัญญาณไปยังศูนย์กลางการควบคุม

ข้อเสีย

1. ราคาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีราคาแพง
2. ต้องมีการก่อสร้างตัว Receiver เพิ่มเติมสำหรับรับข้อมูลจากมิเตอร์มาที่ Substation
3. ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ศูนย์กลางการควบคุม เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผลพลังงานไฟฟ้าและพารามิเตอร์ต่างๆ
4. ยังไม่สามารถลดขนาดขององค์กร ได้มากเนื่องจากจำเป็นต้องมีแผนกจัดทำใบแจ้งหนี้ และใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้าจะถูกจัดเก็บในภายหลัง
5. ภาระค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ที่ต้องติดตั้ง ซึ่งอาจมีราคาสูง อาจเกิดปัญหาในการพิจารณาว่าควรเป็นความรับผิดชอบของผู้ใช้ไฟฟ้าหรือองค์กรไฟฟ้า

ผลกระทบที่มีต่อองค์กรเดิม

- สามารถลดจำนวนพนักงานที่จะทำหน้าที่ออกไปบันทึกค่าไฟฟ้า ทำให้องค์กรสามารถลดค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น เงินเดือนพนักงาน ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าพาหนะสำหรับการเดินทาง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้
- ขนาดขององค์กรจะเล็กลงเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการบันทึกค่าไฟฟ้า แต่ในส่วนอื่น คาดว่าจะคงเดิม ซึ่งอาจจะให้พนักงานในส่วนนี้ย้ายไปทำงานยังแผนกอื่น ทำให้ไม่ต้องรับคนเพิ่ม

ผลกระทบในแง่การลงทุน

- องค์กรไฟฟ้าจำเป็นต้องก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณ (Receiver) หลายจุด บริเวณสถานีไฟฟ้าย่อย ในการเชื่อมต่อระหว่างมิเตอร์กับศูนย์กลางการควบคุม ทำให้ต้องมีการลงทุนในจำนวนเงินที่สูงมาก
- องค์กรไฟฟ้าต้องมีการลงทุนในเรื่องของอุปกรณ์ ทั้งมิเตอร์ไฟฟ้า ที่ฝังผู้ใช้ไฟฟ้าและฝังขององค์กรไฟฟ้า ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- องค์กรไฟฟ้าต้องมีการลงทุนติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ศูนย์กลาง (Controller) เพื่อทราบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า รวมถึงสถานะอื่นๆของมิเตอร์ และข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้า

ผลกระทบทางเทคนิค

- องค์กรต้องมีการฝึกอบรม (Training) ให้กับพนักงาน เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานและข้อกำหนดต่างๆ ของมิเตอร์ระบบนี้
- การบำรุงรักษาทั้งระบบต้องมีการดูแลเป็นพิเศษ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญเป็นอย่างดี ไม่เช่นนั้นเมื่อเกิดความผิดพลาดของระบบ จะทำให้แก้ไขลำบาก ประสิทธิภาพของระบบจะลดลง
- ในกรณีที่เชื่อมต่อในระยะไกลอาจจะมีความเสี่ยงสูงต่อการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนั้น ที่ฝั่งรับจะต้องมีอุปกรณ์พิเศษเพื่อขจัดสัญญาณรบกวนนี้ออกไป

ความเป็นไปได้ในการนำมาใช้

ในการนำระบบ Automatic Meter Reading แบบ Power Line Carrier มาใช้ จำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. มิเตอร์ไฟฟ้าจะต้องเปลี่ยนแปลงจากเดิม มีอุปกรณ์เชื่อมมากขึ้น เช่น แผ่นวงจร (Circuit Board)
2. ราคามิเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีราคาสูงมาก หากมีการผลัดภาระค่าอุปกรณ์ไปให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าในรูปของเงินประกันมิเตอร์หรือค่าติดตั้ง อาจไม่ได้รับการยอมรับจากผู้ใช้ไฟฟ้า องค์กรไฟฟ้าจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิเคราะห์ในจุดนี้อย่างละเอียด
3. การบำรุงรักษาจำเป็นต้องทำทั้งระบบ ซึ่งมีความยุ่งยากมาก เนื่องจากมีส่วนประกอบของอุปกรณ์จำนวนมาก จำเป็นที่ต้องใช้เจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ความชำนาญสูง

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Power Line Carrier หากจะนำมาใช้ องค์กรไฟฟ้าจำเป็นที่จะต้องมีการวิเคราะห์ถึงจุดคุ้มทุนและอัตราความเสี่ยงโดยละเอียด รวมถึงผลกระทบต่อเสถียรภาพของระบบ

บทที่ 8

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วถึงแนวทางเทคโนโลยีของมิเตอร์ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ ทั้งระบบชำระค่าใช้ จ่ายล่วงหน้า รวมถึงระบบอ่านค่าพลังงานอัตโนมัติ ถ้าพิจารณาแนวทางในด้านเทคโนโลยีและราคา แล้วจะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในการนำมาใช้ จะเห็นว่าคล้ายคลึงกัน ทั้งนี้ ในการพิจารณาในแง่ดังกล่าวเป็นการพิจารณาในแง่ของเทคโนโลยี โดยมี พารามิเตอร์ต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง แต่ไม่ได้พิจารณาถึงรายละเอียดในเรื่องของจุดคุ้มทุนและผลกำไร ตอบแทนกลับคืน ซึ่งในส่วนนี้ องค์กรไฟฟ้าหรือผู้ที่เกี่ยวข้องควรทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยละเอียด ถึงราคาของอุปกรณ์ การติดตั้งและบำรุงรักษาระบบ รวมถึงส่วนที่สำคัญก็คือ จุดคุ้มทุนและผลกำไร ตอบแทนของแต่ละเทคโนโลยี

สรุปแนวทางการใช้เทคโนโลยีแต่ละประเภท

8.1 ระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System)

ระบบนี้ควรเป็นระบบที่สามารถนำมาใช้ได้ดีที่สุด เนื่องจากไม่ต้องการลงทุนในการสร้าง โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) จำนวนมาก ความซับซ้อนของระบบน้อยและเทคโนโลยี ใกล้เคียงกับเทคโนโลยีเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้ ภาพรวมของระบบเองก็ไม่มี ความยุ่งยากมากนัก

8.2 ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Telemetering

เป็นระบบที่จำเป็นต้องสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เพื่อเชื่อมต่อระหว่างตัว มิเตอร์กับศูนย์กลางการควบคุม รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีความซับซ้อน ซึ่งหากจะนำมาใช้แทน เทคโนโลยีเดิมที่มีอยู่ จำเป็นที่จะต้องใช้งบลงทุนจำนวนมาก เพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์และ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่า ยังไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในประ เทศไทยในขณะนี้ เนื่องด้วยปัจจัยด้านราคา รวมทั้งปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ที่ ประเทศไทยยังไม่มีความลงตัว หากต้องการก่อสร้างเพิ่มเติม อาจต้องใช้ระยะเวลาและงบประมาณจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3 ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Radio Based

เป็นอีกระบบหนึ่งที่ไม่เหมาะจะนำมาใช้ในประเทศไทยในขณะนี้ เนื่องจากต้องมีการก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ จำนวนมาก ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูงมากเช่นกัน รวมถึงเรื่องของย่านความถี่ ที่จะต้องมีการแจกแจงความถี่ของระบบนี้ที่เหมาะสมและการจัดการบริหารระบบที่มีความยุ่งยากอย่างมาก

8.4 ระบบ Automatic Meter Reading แบบ Power Line Carrier

ระบบนี้ไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) สามารถใช้สายส่งค่าตัวเดิมที่มีอยู่แล้วในการเชื่อมต่อตัวมิเตอร์เข้ากับศูนย์กลางการควบคุม อย่างไรก็ตาม ยังต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์รับส่งสัญญาณเพิ่มเติมที่สถานีไฟฟ้าย่อย ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายในการลงทุนพอสมควร เพื่อให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากพิจารณาในขณะนี้ ก็มีความเป็นไปได้ที่จะนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย เนื่องจากไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างโครงสร้างพื้นฐานมาก และภาพรวมของระบบก็ไม่มี ความยุ่งยากมากนัก

เราสามารถสรุปความแตกต่างของเทคโนโลยีแต่ละประเภทได้ดังนี้

ลักษณะของระบบ	ระบบชำระค่าใช้จายล่วงหน้า (Prepayment System)	ระบบ Automatic Meter Reading		
		Telemetrying	Radio Based	Power Line Carrier
ไม่ต้องใช้พนักงานออกไปบันทึกค่าไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓
ลดขั้นตอนการออกใบแจ้งหนี้และใบเสร็จรับเงิน	✓	✗	✗	✗
ต้องลงทุนในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานจำนวนมาก	✗	✓	✓	✗
ต้องมีการลงทุนเกี่ยวกับอุปกรณ์เชื่อมต่อจำนวนมาก	✗	✓	✓	✗
ความยุ่งยากในการบำรุงรักษา ระบบ	✗	✓	✓	✗
ความยุ่งยากในการติดตั้งอุปกรณ์	✗	✓	✓	✗
มีรายได้มาหมุนเวียนในองค์กรล่วงหน้า	✓	✗	✗	✗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของระบบ	ระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System)	ระบบ Automatic Meter Reading		
		Telemetrying	Radio Based	Power Line Carrier
ใช้กับผู้ใช้ไฟฟ้ารายย่อย	✓	✗	✓	✓
ใช้กับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่	✗	✓	✓	✓
ฝั่งผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถเชื่อมต่อกับระบบ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของภาระทางไฟฟ้า	✗	✓	✗	✗

ตารางที่ 8.1 แสดงการเปรียบเทียบการใช้เทคโนโลยีประเภทต่างๆ

ข้อเสนอแนะ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ไม่ว่าจะเป็เทคโนโลยีของระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) หรือระบบอ่านค่าพลังงานแบบอัตโนมัติที่มีเทคโนโลยีในแบบต่างๆ กัน รวมถึงข้อดี ข้อเสีย ความเป็นไปได้ในการนำมาใช้และผลกระทบต่างๆ นั้น เมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้วพบว่าระบบชำระค่าใช้จ่ายล่วงหน้า (Prepayment System) และระบบอ่านค่าพลังงานอัตโนมัติ (Automatic Meter Reading) แบบ Power Line Carrier ซึ่งใช้ได้ทั้งสำหรับผู้ใช้ไฟรายใหญ่และผู้ใช้ไฟรายย่อย เป็นระบบที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในประเทศไทยมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ในกรณีศึกษาี้ไม่ได้ศึกษาโดยละเอียดถึงเรื่องของจุดคุ้มทุนและผลกำไรตอบแทน ดังนั้น จึงเป็นส่วนที่องค์กรไฟฟ้าหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องจะต้องทำการศึกษาวิเคราะห์โดยละเอียดต่อไป

บรรณานุกรม

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. เอกสารสัมมนาทางวิชาการ “ Energy Exchange Metering in Generation and Transmission System”. ชลบุรี : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2540.

การไฟฟ้านครหลวง. อัตราค่าไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร : การไฟฟ้านครหลวง, 2540.

“Automatic Meter Reading” [Online]. Available : <http://www.turtletach.com/> , 1998

“Automatic Meter Reading” [Online]. Available : <http://unique.co.il/> , 1998

“Automatic Meter Reading” [Online]. Available : <http://www.remartach.com/> , 1998

Robert H. Miller, James H. Malinowski. Power System Operation. 3rd ed. Singapore : McGraw-Hill, 1994.

ภาคผนวก ก

อัตราค่าไฟฟ้า

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่างๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

1.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

อัตรารายเดือน : ค่าพลังงานไฟฟ้า

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

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 4.67 บาท

1.2 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน

อัตรารายเดือน : ค่าพลังงานไฟฟ้า

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

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 83.18 บาท

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดไม่เกิน 5 แอมแปร์ 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย จะถูกจัดให้อยู่ในประเภทที่ 1 ข้อ 1.1 แต่ถ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือนติดต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิน 3 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 1 ข้อ 1.2 และถ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือนติดต่อกัน 3 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 1 ข้อ 1.1 ตามเดิม

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าขนาดเกินกว่า 5 แอมแปร์ 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย จะถูกจัดให้อยู่ในประเภทที่ 1 ข้อ 1.2 ตลอดไป
3. สถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องสามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6 ได้

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรมและหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน : ค่าพลังงานไฟฟ้า

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

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 87.85 บาท

หมายเหตุ

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

ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรมและหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 - 1,999 กิโลวัตต์และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2 เดือนไม่เกิน 355,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยต่อเดือน รวมถึงส่วนราชการที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 250,000 ถึง 355,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

3.1 อัตราปกติ

อัตรารายเดือน

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

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือความต้องการพลังไฟฟ้าเป็น กิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้ง แต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวัตต์

3.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU Rate)

อัตรารายเดือน

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

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

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

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

ความต้องการพลังไฟฟ้า : ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือนคือความต้องการพลังไฟฟ้าเป็น กิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวัตต์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารพลังวิเศษสำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Lag) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ (Maximum 15 Minute Kilovar Demand) เกินกว่าร้อยละ 63 ของความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์ (Maximum 15 Minute Kilowatt Demand) แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตราkilovarละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 นี้ จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 ข้อ 3.1 และหากมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน สามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3 ข้อ 3.2 ได้ ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้ แม้ว่าต่อไปจะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน นอกจากจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า
2. ส่วนราชการที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 นี้ ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน ตุลาคม 2540 โดยจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 ข้อ 3.2
3. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 หรือประเภทที่ 6 แล้วแต่กรณี และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 3 อีก เมื่อมีความต้องการพลังไฟฟ้างดต่ำกว่าตั้งแต่ 30 - 1,999 กิโลวัตต์
4. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ประสงค์จะเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3 ข้อ 3.2 ต้องติดต่อแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการและหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 355,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate : TOD Rate)

อัตรารายเดือน

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

1* เวลา 18.30 - 21.30 น. ของทุกวัน (On Peak)

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

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

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

4.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU Rate)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท / กิโลวัตต์		ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท / หน่วย		ค่าบริการ บาท / เดือน
	1*	1*	2*	3*	
3.2.1 แรงดัน 115 กิโลโวลต์ขึ้นไป	102.80	1.5349	0.6671	0.6062	400.00
3.2.2 แรงดัน 69 กิโลโวลต์	158.88	1.6292	0.6769	0.6153	400.00
3.2.3 แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์	200.93	1.7736	0.6861	0.6236	850.00
3.2.4 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	214.95	1.8891	0.7283	0.6616	850.00

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟกเตอร์ (Lag) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้านี้อีกเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ (Maximum 15 Minute Kilovar Demand) เกินกว่าร้อยละ 63 ของความต้องการพลังไฟฟ้านี้อีกเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์ (Maximum 15 Minute Kilowatt Demand) แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 4 นี้ จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 ข้อ 4.1 ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน มกราคม 2540 และสามารถเลือกสามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4 ข้อ 4.2 ได้ ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้ แม้ว่าต่อไปจะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 2,000 กิโลวัตต์หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 355,000 หน่วยต่อเดือน นอกจากนี้จะมีความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าวต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า
2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือนตุลาคม 2540 จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 ข้อ 4.2 แม้ว่าต่อไปจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 2,000 กิโลวัตต์ หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 355,000 หน่วยต่อเดือน นอกจากนี้จะมีความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าวต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า
3. ส่วนราชการที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 355,000 หน่วยต่อเดือน จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 นี้ ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน ตุลาคม 2540 โดยจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 ข้อ 4.2
4. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 หรือประเภทที่ 6 แล้วแต่กรณี และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 4 อีก เมื่อมีความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าวตั้งแต่ 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 355,000 หน่วยต่อเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไปในเดือนใด หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 355,000 หน่วยต่อเดือน จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 4 ในเดือนถัดไปหลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน (TOD Meter) หรือเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU Meter) หากยังไม่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าดังกล่าว อนุโลมให้คิดค่าไฟฟ้าตามประเภทเดิมไปพลางก่อน
6. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ประสงค์จะเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4 ข้อ 4.2 ต้องติดต่อแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการโรงแรมและกิจการให้เข้าพักอาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

5.1 อัตราปกติ

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า
	บาท / กิโลวัตต์	บาท / หน่วย
3.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	220.56	1.0208
3.1.2 แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์	256.07	1.0582
3.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	276.64	1.0862

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

5.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU Rate)

อัตรารายเดือน

	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า		ค่าบริการ
	บาท / กิโลวัตต์	บาท / หน่วย	บาท / หน่วย	บาท / เดือน	บาท / เดือน
	1*	1*	2*	3*	
3.2.1 แรงดัน 115 กิโลโวลต์ขึ้นไป	102.80	1.5349	0.6671	0.6062	400.00
3.2.2 แรงดัน 69 กิโลโวลต์	158.88	1.6292	0.6769	0.6153	400.00
3.2.3 แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์	200.93	1.7736	0.6861	0.6236	850.00
3.2.4 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	214.95	1.8891	0.7283	0.6616	850.00

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

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

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

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

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

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟกเตอร์ (Lag) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์ (Maximum 15 Minute Kilowatt Demand) เกินกว่าร้อยละ 63 ของความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์ (Maximum 15 Minute Kilowatt Demand) แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ในอัตรากิโลวาร์ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 5 นี้ จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 5 ข้อ 5.1 ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือน มกราคม 2540 และหากมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน สามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 5 ข้อ 5.2 ได้ ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้ แม้ว่าต่อไปจะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน นอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จากจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์เป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า
2. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 5 ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือนตุลาคม 2540 จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 5 ข้อ 5.1 และหากมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 355,000 หน่วยต่อเดือน จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 5 ข้อ 5.2 แม้ว่าต่อไปจะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 355,000 หน่วยต่อเดือน นอกจากจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้า
 3. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 5 อีกเมื่อมีความต้องการพลังไฟฟ้างวดดังกล่าวตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป
 4. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 5 ข้อ 5.2 จะจัดเข้าอยู่ในเดือนถัดไป หลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU Meter) หากยังไม่ติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าดังกล่าว อนุโลมให้คิดค่าไฟฟ้าตามประเภทเดิมไปพลางก่อน
 5. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ประสงค์จะเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 5 ข้อ 5.2 ต้องติดต่อแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อน

ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าของส่วนราชการ หน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน และองค์กรที่ไม่ใช่ส่วนราชการแต่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทน รวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่รวมถึงหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานทูต สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ สถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน

6.1 ระดับแรงดันไฟฟ้า 69 กิโลวัตต์ขึ้นไป

ค่าพลังงานไฟฟ้า :

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ระดับแรงดันไฟฟ้า 12 -24 กิโลโวลท์

ค่าพลังงานไฟฟ้า :

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

6.3 ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์

ค่าพลังงานไฟฟ้า :

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

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด :

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

หมายเหตุ

1. สถานที่ที่ใช้ประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 1 สามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 6 นี้ได้
2. ส่วนราชการที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน จะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 6 นี้ไปก่อน จนกว่าจะถึงการคิดค่าไฟฟ้าประจำเดือนตุลาคม 2540 จึงจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 หรือประเภทที่ 4 แล้วแต่กรณี

ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของส่วนราชการ กลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการรับรองหรือสหกรณ์เพื่อการเกษตร โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน : ค่าพลังงานไฟฟ้า

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

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : เดือนละ 109.35 บาท

หมายเหตุ

ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราประเภทที่ 7 จะต้องติดต่อเพื่อทำสัญญากับการไฟฟ้านครหลวงก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราค่าไฟฟ้าสำรอง

กรณีที่ 1 สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าเฉพาะที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของตนเองและใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของตนเองเป็นหลัก แต่ต้องการไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง เพื่อสำรองไว้ใช้ทดแทนในกรณีที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังกล่าวขัดข้อง หรือหยุดเพื่อซ่อมแซมและบำรุงรักษาตามแผนงานที่ได้แจ้งการไฟฟ้านครหลวงไว้ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

1.1 เดือนที่ไม่มีการใช้ไฟฟ้าสำรอง : ค่าไฟฟ้าคิดจากความต้องการพลังงานไฟฟ้าสำรองตามสัญญา โดยคิดเฉพาะค่าความต้องการพลังไฟฟ้าร้อยละ 30 ของอัตราปกติ ดังนี้

อัตรารายเดือน : ความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา

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

1.2 เดือนที่มีการใช้ไฟฟ้าสำรอง

1.2.1 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : คิดจากค่าความต้องการพลังไฟฟ้าที่แท้จริง แต่ไม่เกิดความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา รวมกับค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าสัญญา

1.2.1.1 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าที่แท้จริง แต่ไม่เกินความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา : คิดตามอัตราค่าไฟฟ้าปกติ

1.2.1.2 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าสัญญา

กรณีต่ำกว่าสัญญา : คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าสัญญาตามอัตราค่าไฟฟ้าสำรองข้อ 1.1

กรณีสูงกว่าสัญญา : คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่สูงกว่าสัญญาเป็น 2 เท่าของอัตราค่าไฟฟ้าปกติ

1.2.2 ค่าพลังงานไฟฟ้า : คิดตามอัตราค่าไฟฟ้าปกติ

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญาในข้อ 1.1

กรณีที่ 2 สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าเฉพาะที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของตนเอง ผลิตพลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานความร้อน (Cogeneration) ที่มีคุณสมบัติตามระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็ก และใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของตนเองเป็นหลัก แต่ต้องการไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงเพื่อสำรองไว้ใช้ทดแทนในกรณีที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังกล่าวขัดข้อง หรือหยุดเพื่อซ่อมแซมและบำรุงรักษาตามแผนงานที่ได้แจ้งการไฟฟ้านครหลวงไว้ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.1 เดือนที่ไม่มีการใช้ไฟฟ้าสำรอง : ค่าไฟฟ้าคิดจากความต้องการพลังงานไฟฟ้าสำรองตามสัญญา โดยคิดเฉพาะค่าความต้องการพลังไฟฟ้าร้อยละ 15 ของอัตราราคา ดังนี้

อัตรารายเดือน : ความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา

	ตั้งแต่ 30 - 1,999 กิโลวัตต์	ตั้งแต่ 2,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป
	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท / กิโลวัตต์	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท / กิโลวัตต์
1.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	26.36	33.64
1.1.2 แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์	29.44	42.76
1.1.3 แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	33.22	-

2.2 เดือนที่มีการใช้ไฟฟ้าสำรอง

2.2.1 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : คิดจากค่าความต้องการพลังไฟฟ้าที่ใช้จริง แต่ไม่เกินความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา รวมกับค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าสัญญา

2.2.1.1 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าที่ใช้จริง แต่ไม่เกินความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา : คิดตามอัตราราคาไฟฟ้าปกติ

2.2.1.2 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าสัญญา

กรณีต่ำกว่าสัญญา : คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่ต่ำกว่าสัญญาตามอัตราราคาไฟฟ้าสำรองข้อ 2.1

กรณีสูงกว่าสัญญา : คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าส่วนที่สูงกว่าสัญญาเป็น 2 เท่าของอัตราราคาไฟฟ้าปกติ

2.2.2 ค่าพลังงานไฟฟ้า : คิดตามอัตราราคาไฟฟ้าปกติ

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : ค่าไฟฟ้าต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่าค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญาในข้อ 2.1

หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าต้องมีตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าในรอบปี (Annual Load Factor) ไม่เกินร้อยละ 15 หากเกินร้อยละ 15 การไฟฟ้านครหลวงจะยกเลิกสัญญาการใช้ไฟฟ้าสำรองและเปลี่ยนไปคิดอัตราค่าไฟฟ้าในเดือนปกติในเดือนถัดไป
2. ตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าในรอบปี (Annual Load Factor) คำนวณจากรอบปีของการใช้ไฟฟ้าสำรองตามสัญญา ดังนี้

$$\text{ตัวประกอบการใช้ไฟฟ้า} = \frac{\text{จำนวนพลังงานไฟฟ้าในรอบปี} \times 100}{\text{ความต้องการพลังไฟฟ้าที่สูงสุดในรอบปี} \times \text{จำนวนชั่วโมงในรอบปี}}$$

3. ในเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้าที่ใช้จริงสูงกว่าความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญา การไฟฟ้านครหลวงจะนำความต้องการพลังไฟฟ้าที่ใช้จริงมากำหนดเป็นความต้องการพลังไฟฟ้าสำรองตามสัญญาในเดือนถัดไปเป็นต้นไป
4. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ขอใช้ไฟฟ้าสำรอง จะต้องติดต่อเพื่อทำสัญญากับการไฟฟ้านครหลวงและแจ้งปริมาณความต้องการพลังไฟฟ้าสำรอง โดยการไฟฟ้านครหลวงจะเป็นผู้พิจารณาปริมาณความต้องการพลังไฟฟ้าสำรอง

อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่สามารถงดจ่ายไฟฟ้าได้ (Interruptible Rate)

อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่สามารถงดจ่ายไฟฟ้าได้ เป็นอัตราเลือกอีกประเภทหนึ่งที่ใช้ควบคู่กับอัตราปกติสำหรับผู้บริโภคไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่

มีรายละเอียดและเงื่อนไขดังนี้

1. คุณสมบัติผู้ใช้ไฟฟ้า

เป็นผู้บริโภคไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดใหญ่ ที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 5,000 kW ขึ้นไป และมีปริมาณพลังไฟฟ้าที่สามารถให้งดจ่ายไฟฟ้าได้ (Interruptible demand) เมื่อการไฟฟ้านครหลวงร้องขอไม่น้อยกว่า 1,000 kW

2. คำจำกัดความ

2.1 Interruptible Demand หมายถึง ปริมาณพลังไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้ายินยอมให้การไฟฟ้านครหลวงงดจ่ายไฟฟ้าได้ เมื่อการไฟฟ้านครหลวงร้องขอ

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

2.3 Maximum Take หมายถึง ปริมาณพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง Peak และ Partial Peak ที่ผู้ใช้ไฟฟ้าทำสัญญากับการไฟฟ้านครหลวงว่าจะไม่สามารถงดการใช้ไฟฟ้าได้ต่ำกว่านี้

3. เงื่อนไขการรับซื้อไฟฟ้า

3.1 ปริมาณพลังไฟฟ้าตามสัญญา

ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการซื้อไฟฟ้าประเภท Interruptible Rate นี้ จะต้องทำสัญญาระบุปริมาณ Interruptible Demand และ Maximum Take ที่แน่นอนกับการไฟฟ้านครหลวง ทั้งนี้ การไฟฟ้านครหลวงจะทำการตรวจสอบความเป็นไปได้ของปริมาณ Interruptible Demand และ Maximum Take ก่อนทำสัญญา

3.2 การแจ้งงดจ่ายไฟฟ้า

การไฟฟ้านครหลวงจะแจ้งให้ผู้ใช้ไฟฟ้าทราบเวลางดจ่ายไฟฟ้าและระยะเวลางดจ่ายไฟฟ้าล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง โดยทางโทรสาร โทรศัพท์ เครื่องข่ายวิทยุติดตามตัว (Pager) หรือ Internet

3.3 การงดใช้ไฟฟ้า

3.3.1 เมื่อผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับแจ้งเวลาของงดจ่ายไฟฟ้า จะต้องดำเนินการดับหรือใช้ไฟฟ้าให้ได้ปริมาณ Interruptible Demand ตามเวลาและระยะเวลาที่การไฟฟ้านครหลวงแจ้งตามข้อ 3.2 โดยปริมาณพลังไฟฟ้าให้อ่านจากมาตรวัดค่าพลังไฟฟ้า (Demand Meter) ก่อนงดจ่ายไฟฟ้าเทียบกับเมื่อดำเนินการงดจ่ายไฟฟ้าแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

4. การแก้ไขปริมาณพลังไฟฟ้าตามสัญญา

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

4.2 การไฟฟ้านครหลวงสามารถขอแก้ไขปริมาณ Interruptible Demand และ/หรือ Maximum Take ถ้าผู้ใช้ไม่สามารถงดการใช้ไฟฟ้าได้ 2 ครั้ง ตามข้อ 3.3.2 โดยพิจารณาจากลักษณะการใช้ไฟฟ้าย้อนหลัง

4.3 การไฟฟ้านครหลวงสามารถขอแก้ไขปริมาณ Interruptible Demand และ/หรือ Maximum Take เมื่อปริมาณ Firm Demand น้อยกว่าปริมาณ Maximum Take เป็นเวลา 2 เดือนติดต่อกัน หรือเป็นเวลา 3 เดือนในรอบปีสัญญา โดยพิจารณาจากลักษณะการใช้ไฟฟ้าย้อนหลัง

5. วัน-เวลาดงจ่ายไฟฟ้า

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

6. จำนวนครั้งและระยะเวลาที่การไฟฟ้าสามารถงดจ่ายไฟฟ้า

มี 3 ทางเลือก โดยมีอัตราค่าไฟฟ้าตามข้อ 14 ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 การงดจ่ายไฟฟ้าไม่เกิน 3 ชม. / ครั้ง , 10 ครั้ง / เดือน , 40 ครั้งต่อปี

ทางเลือกที่ 2 การงดจ่ายไฟฟ้าไม่เกิน 3 ชม. / ครั้ง , 10 ครั้ง / เดือน , 20 ครั้งต่อปี

ทางเลือกที่ 3 การงดจ่ายไฟฟ้าไม่เกิน 6 ชม. / ครั้ง , 10 ครั้ง / เดือน , 20 ครั้งต่อปี

7. การผิดสัญญา

เมื่อการไฟฟ้านครหลวงแจ้งงดจ่ายไฟฟ้าตามข้อ 3.2 และผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถปฏิบัติตามข้อ 3.3 ให้ถือว่าเป็นการผิดสัญญา จะมีบทปรับกรณีผิดสัญญาตามข้อ 8

8. บทปรับกรณีผิดสัญญา

กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถดับไฟฟ้าได้ตามที่ทำสัญญาไว้ (ในรอบปีนับจากวันเริ่มต้นสัญญา) จะมีบทปรับดังนี้

*ครั้งที่ 1 การไฟฟ้านครหลวงจะคิดค่าพลังไฟฟ้าสำหรับ Interruptible Demand เป็น 1.5 เท่าของอัตราค่าพลังไฟฟ้าปกติในช่วง Peak ประเภทกิจการขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *ครั้งที่ 2 การไฟฟ้านครหลวงจะคิดค่าพลังไฟฟ้าสำหรับ Interruptible Demand เป็น 2 เท่าของอัตราค่าพลังไฟฟ้าปกติในช่วง Peak ประเภทกิจการขนาดใหญ่
- *ครั้งที่ 3 การไฟฟ้านครหลวงจะคิดค่าพลังไฟฟ้าสำหรับ Interruptible Demand เป็น 3 เท่าของอัตราค่าพลังไฟฟ้าปกติในช่วง Peak ประเภทกิจการขนาดใหญ่
- *ครั้งที่ 4 การไฟฟ้านครหลวงจะคิดค่าพลังไฟฟ้าสำหรับ Interruptible Demand เป็น 3 เท่าของอัตราค่าพลังไฟฟ้าปกติในช่วง Peak ประเภทกิจการขนาดใหญ่และการไฟฟ้านครหลวงสามารถยกเลิกสัญญาซื้อขายไฟฟ้าในอัตรา Interruptible Rate ได้ ทั้งนี้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะกลับไปซื้อไฟฟ้าในอัตราปกติเช่นเดิม

สำหรับการขอตัดไฟฟ้าครั้งแรก นับจากวันเริ่มต้นสัญญา หากผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถดับไฟฟ้าได้ตามสัญญา การไฟฟ้านครหลวงจะผ่อนผันคิดค่าไฟฟ้า Interruptible Demand ตามอัตราปกติโดยไม่นับเป็นการผิดสัญญาครั้งที่ 1 แต่หากผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถปฏิบัติตามสัญญาได้ 2 ครั้ง หรือครั้งแรกปฏิบัติตามได้ ครั้งที่สองปฏิบัติตามไม่ได้ จะถูกปรับโดยนับเป็นการผิดสัญญาครั้งที่ 1

9. มาตรการไฟฟ้า

การทำสัญญา Interruptible Rate จะใช้มาตรการไฟฟ้าชนิดที่อ่านได้ทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังไฟฟ้าทุกๆ 15 นาที และอ่านย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 31 วัน โดยมีคุณภาพตามมาตรฐานที่การไฟฟ้านครหลวงใช้

10. อายุของสัญญา

อายุของสัญญากำหนดไว้ 5 ปี เมื่อครบอายุสัญญา คู่สัญญาจะพิจารณาคำเนินการต่อไป

11. การยกเลิกสัญญา

ในระหว่างอายุสัญญา คู่สัญญาสามารถยกเลิกสัญญาได้ในกรณีต่อไปนี้

- 11.1 ผู้ใช้ไฟฟ้าขอยกเลิกสัญญาได้เมื่อปฏิบัติตามสัญญาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับจากวันเริ่มต้นของสัญญา
- 11.2 ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่สามารถปฏิบัติตามสัญญาได้เป็นครั้งที่ 4 ในรอบปี
- 11.3 การไฟฟ้านครหลวงสามารถยกเลิกสัญญาได้ เมื่อผู้ใช้ไฟฟ้ามีปริมาณ Interruptible Demand ต่ำกว่า 1,000 kW

12. กรณียกเว้น

กรณีต่อไปนี้เป็นการยกเว้นนอกเหนือจากการแจ้งให้งดจ่ายไฟฟ้าตามเงื่อนไขการรับซื้อไฟฟ้าประเภท Interruptible Rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 12.1 กรณีไฟฟ้าดับจากเหตุขัดข้องในระบบ หรือการแจ้งดับไฟฟ้าเพื่อการบำรุงรักษาหรือก่อสร้างปรับปรุง
- 12.2 กรณีผู้ใช้ไฟฟ้าอยู่ในภาวะ Shut Down Load ที่รับไฟจากการไฟฟ้านครหลวง ซึ่งเป็นการ Shut Down ตามแผนการบำรุงรักษาประจำปี หรือ Shut Down เนื่องจากเหตุฉุกเฉินและผู้ใช้ไฟฟ้าได้แจ้งให้การไฟฟ้านครหลวงทราบทันทีที่เกิดเหตุดังกล่าวแล้ว

13. ปริมาณพลังไฟฟ้าคิดเงิน

ปริมาณพลังไฟฟ้าคิดเงินสำหรับอัตราประเภทที่สามารถงดจ่ายไฟฟ้าได้ คือ Interruptible demand ตามที่ทำสัญญาไว้

ปริมาณพลังไฟฟ้าคิดเงินสำหรับอัตราปกติ คือ Firm Demand

14. อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่สามารถงดจ่ายไฟฟ้าได้

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

ทางเลือกที่ 1 และ 3	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า
	บาท / กิโลวัตต์	บาท / กิโลวัตต์
1.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	69.16	1.0208
1.1.2 แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลท์	103.74	1.0582
ทางเลือกที่ 2		
1.1.1 แรงดัน 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป	146.73	1.0208
1.1.2 แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลท์	194.39	1.0582

*คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าในช่วงเวลา 08.00 - 21.30 น. ของทุกวัน

ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า

- อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม
- ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บในแต่ละเดือน คือ ค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าและค่าตัวประกอบการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft) ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่อยู่ในความควบคุมของการไฟฟ้า เช่น ราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไฟ รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม โดยแสดงจำนวนเงินไว้ในใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าด้วย

อัตราค่าไฟฟ้าใหม่เริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือนมกราคม 2540 เป็นต้นไป

การไฟฟ้านครหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตัวอย่าง Technical Data ของอุปกรณ์ Telemetry Unit

Inputs

Pulse Inputs

Number

5....80 according to version and pulse type

Pulse Type

s1, 2-wires pulses

Open or closed contact

s2, 3-wires pulses

Max. Permissible pulse frequency

10 imp/s (type s1)

40 imp/s (type s2)

Pulse Length Monitoring

2-wires pulse

Minimum pulse length: 40...150 ms

Maximum pulse length: min. length x 16

3-wires voltage

Minimum switching time: 20...150 ms

Minimum pulse pause: 20....150 ms

Input voltage

2-wires

24, 48, 60, 110 V (20%) direct current

60,100,230 V (20%) alternating current

50/60 Hz

3-wires, double current

24 V (20%) direct current

Pulse value matching

1...10,000/1...10,000 Pulse value matching

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Signal Inputs**Number**

0...80(instead of metering pulse inputs)

Type

2-wires – pulses; open or closed contact

Pulse Length Monitoring

Length 20 ms...10 s

Input voltage**2-wires**

24, 48, 60, 110 V (20%) direct current

60, 100, 230 V (20%) alternating current

50, 60 Hz

3-wires

24 V (+/-20%) direct current

Synchronization Input

Synchronization on positive or negative flank Pulse definition

According to pulse inputs s1.

Outputs**Metering Pulse Outputs****Number**

4...16

Pulse frequency max.

10 imp/s

Pulse length

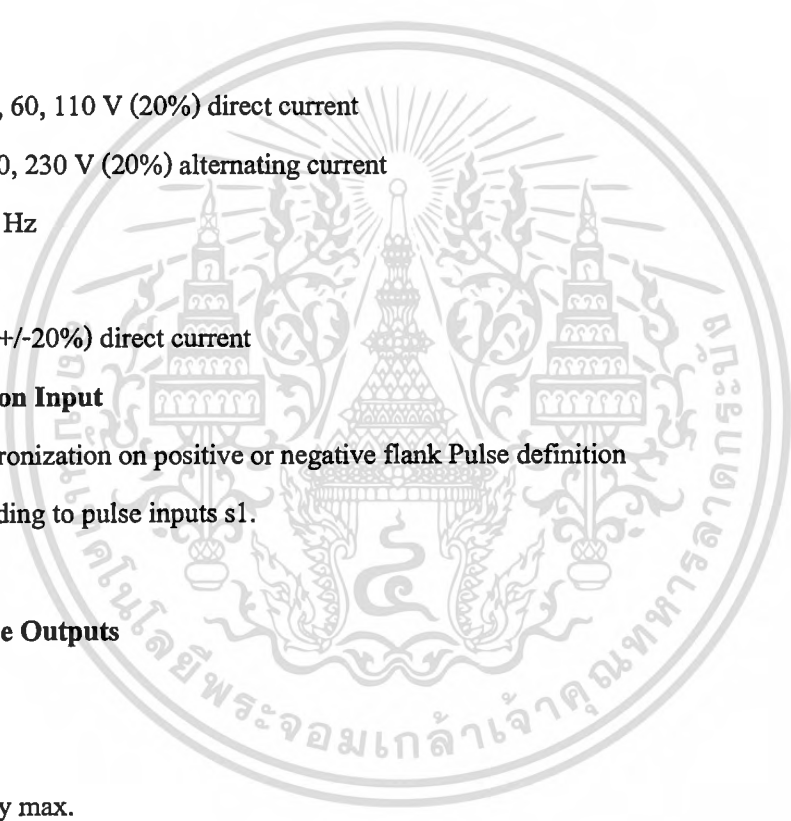
20...100 ms

Pulse pause

20...100 ms

Type

Pulse; Mercury film contact, closing



Switching life time

200x10⁶(10 V DC, 10 mA)

50x10⁶(48 V DC, 100 mA)

Signal Outputs**Number**

4;Alarm and integrating period transmission; programmable allocation

Type

Relays, switch over contacts

Switching life time

1x10⁶ (12 V DC...max. 270 V AC, 1A)

Processing**Minute values**

1.Level: summation

2 Level: multifunction module: sums, sum differences, balance, apparent energy

3 Level: reactive energy

Integrating period values

4 level: summation

5 level: sums, balance

Displays**Display**

Liquid crystal display (LCD), 4 lines, each with 20 characters

LED

Ready for operation (Run)

Alarm 0

Alarm 1

Alarm 2

Keyboard

14 keys, of which two are sealable

Service Interface

25-pole"Sub-D" connectors according to CCITT V.28/V.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Register Value Memory

SRAM, battery buffered

Memory capacity

0.25 MByte (Standard) to 4 MByte

Events buffer

100 events

Datacard Module**Norm**

JEIDA/PCMCIA

Datacard dimensions

Credit card size (86x54 mm)

Memory type

SRAM, battery buffered, FLASH EPROM

Memory capacity

256kByte to 4MByte

Supply**Alternating current 50/60 Hz**

100...240 V (15%)

power failure bridging up to 0.5 s

Internal source

24 V DC, 300 mA

Consumption

Approx. 50 VA, according to version

Data loss Protection

Data, parameters and time in the system are protected against losses. Data security is certain within 4 years of a previous battery change 4 weeks without power supply. The batter is checked as part of the System Self-test.

Environmental Conditions**Environmental Temperature**

Storage $-25\dots+70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Operation $0\dots+55\text{ }^{\circ}\text{C}$

Humidity

Max 90% r. F.

Earthing, According to DIN 40050

IP 30 (terminal area IP 20)

Voltage and Interference Resistance**Insulation, according to IEC 338/IEC 060:**

2 kV, 50Hz. 1 min for supply against all inputs and outputs $>40\text{ V}$ and against earth.

2kV, 50Hz 1min for all inputs and outputs with voltage $>40\text{ V}$ opposing and against earth.

0.5 kV, 50Hz 1min for inputs and outputs with voltages smaller or equal to 40 V opposing, against other circuits and against earth.

Surge voltage resistance, according to IEC 338/IEC 060:

1.2/50 S, 5 kV between the terminals for the circuits, that are connected to the network power supply, as well as these circuits and earth.

Electrostatic Discharges, according to IEC 801-2:

8 kV, class II for the cabinet surface, front with operation elements, terminals and connectors covered.

Electromagnetic fields, according to IEC 801-3:

Field strength 10 V/m frequency band 27...500MHz.

Electrical fast transient according to IEC 801-4:

2 kV, class III for supply, meter inputs and transmission relays.

1 kV, class II for serial interfaces

Protection against radio interference according to VDE 0875

Radio interference level N

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายรัช ทองพูน

วันเดือนปีเกิด 17 พฤศจิกายน 2512

สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (ไฟฟ้ากำลัง)
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.2533

ประวัติการทำงาน วิศวกรออกแบบระบบไฟฟ้า, สถานีไฟฟ้าย่อย
บริษัท ศรีอุทอง จำกัด