

การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงแรม
กรณีศึกษา : โรงแรมขนาดกลางและเล็ก

นาย ก็นต์ธร เก่งพล



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974 - 638 - 042 - 7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**CONTROL OF ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION IN A HOTEL
CASE STUDY : MEDIUM AND SMALL SIZE HOTEL**



MR. KANTTORN KENGPOL

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering**

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974 - 638 - 042 -7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงแรม
 กรณีศึกษา : โรงแรมขนาดกลางและเล็ก
 โดย นาย กันต์ธร เก่งพล
 ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
 อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....
 (ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชุตินวงศ์) คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
 (รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิตราฟองกุล) ประธานกรรมการ

.....
 (ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ) อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
 (รองศาสตราจารย์ จันทนา จันทโร) กรรมการ

.....
 (อาจารย์ ดร. ปารเมศ ชุตินมา) กรรมการ

กัณฑ์กร เก่งพล : การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงแรม กรณีศึกษา : โรงแรมขนาดกลางและเล็ก (CONTROL OF ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION IN A HOTEL CASE STUDY : MEDIUM AND SMALL SIZE HOTEL) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศ. อัมพิกา ไกรฤทธิ ; 163 หน้า. ISBN : 974 - 638 - 042 - 7.

งานวิจัยฉบับนี้ทำการศึกษาวิธีการที่เหมาะสม ในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงแรมขนาดกลางและเล็ก ในการศึกษาพบว่า การควบคุมเพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพนั้น มีปัจจัยที่สำคัญอยู่ 2 ประการคือ

1. ลักษณะการใช้งานของผู้ใช้
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ใช้งานร่วม

1. การใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้ใช้งานมักจะละเลยเรื่องการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า จึงควรมีการตรวจวัดและทำการบำรุงรักษา เช่น

- เปิดใช้ Cooling Tower ให้มีปริมาณการระบายความร้อนใกล้เคียงกับปริมาณการทำ ความเย็นของ Chiller

- การทำความสะอาด Cooling Tower
- การทำความสะอาดส่วนถ่ายเทความร้อนในระบบปรับอากาศแบบ Split Type
- การปรับ Tap หม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าลดลง ทำให้ Iron Loss ลดลง

2. ในส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ใช้งานร่วม มักจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพต่ำและมีการสูญเสียสูง สามารถแก้ไขได้

- ใช้หลอด Compact Fluorescent แทนหลอด Incandescent
- ใช้หลอด Fluorescent แบบประหยัดพลังงานแทนแบบไม่ประหยัดพลังงาน
- ใช้บัลลาสต์ Low Loss แทนบัลลาสต์ธรรมดา

ภาควิชา
สาขาวิชา
ปีการศึกษา 2541

วิศวกรรมอุตสาหกรรม
วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ลายมือชื่อนิสิต กัณฑ์กร เก่งพล
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม

C816455 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD:

KANTTORN KENGPOL : CONTROL OF ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION
IN A HOTEL CASE STUDY : MEDIUM AND SMALL SIZE HOTEL . THESIS
ADVISOR : PROFESSOR AMPIKA KRAIRIT . 163 pp. ISBN : 974 - 638 - 042 - 7.

The purposes of this research are to study the appropriate methods for electrical saving in medium and small size hotel . The results of this research are summarized as follow . There are 2 important factors for control the electrical consumption .

1. Electrical equipment utilization ; Generally , the users always ignore the equipment maintenance . Then , they should inspected and maintained the equipment such as

- Operated number of cooling tower for released heat equal to cooling ability of chiller
- Cleanning cooling tower
- Cleanning condenser parts in split type air conditioner
- Adjusting tap of the transformer for adjusting secondary voltage and reduce iron loss

2. Electrical equipment and accessories ; In generally , the users are used low efficiency and high loss equipment . These problems can solve by following method ;

- Using Compact Fluorescent lamps instead of Incandescent lamps
- Using energy saving fluorescent lamps instead of norminal fluorescent lamps
- Using low loss ballasts instead of iron core ballasts .

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิสิต กันตธร เก่งนค

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Amika Krairit

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความเมตตาให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ท่านศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงท่านอาจารย์คณะกรรมการวิทยานิพนธ์ และผู้มีรายชื่อดังต่อไปนี้

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| - อ.ภาวิณี ศักดิ์สุนทรศิริ | คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| - คุณ ศิริศักดิ์ อุคมประเสริฐศิริ | กรรมการผู้จัดการ โรงแรมโนห์รา |
| - เจ้าหน้าที่แผนกช่างทุกท่าน | โรงแรมโนห์รา |
| - คุณ พงศ์พัฒน์ มั่งคั่ง | กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน |
| - คุณ ชรรมศักดิ์ สุวรรณเทพ | กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน |
| - คุณ พิทาน ชัยจินดา | การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย |
| - คุณ สุชีพ หนุรอด | การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย |
| - คุณ สุวิมล เกียรติบุญศรี | การไฟฟ้านครหลวง |
| - คุณ เกียรติ สีมาปิยะพันธ์ | บ.ภโวทัย |
| - คุณ ธวัชชัย พูลมา | บ.เทเลคอมเอเชีย จก.(มหาชน) |
| - คุณ วิริยะ สีหานาม | บ.เทเลคอมเอเชีย จก.(มหาชน) |
| - คุณ มนูญ คำนภูมิพัฒนา | บ.เทเลคอมเอเชีย จก.(มหาชน) |
| - คุณ พงศ์พันธ์ พิพิธจิตรกร | บ.เทเลคอมเอเชีย จก.(มหาชน) |

ความช่วยเหลือจากท่านที่มีรายนามเหล่านี้และผู้มีส่วนช่วยเหลือที่มีได้กล่าวถึงเป็นผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

กัณฑ์ธร เก่งพล

ตุลาคม 2541

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | จ |
| กิตติกรรมประกาศ | ฉ |
| สารบัญ | ช |
| สารบัญรูป..... | ฅ |
| สารบัญตาราง | ญ |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ..... | ฒ |
| บทที่ 1. บทนำ | 1 |
| 1.1 มูลเหตุจูงใจในการทำวิจัย | 4 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย | 4 |
| 1.3 ขอบเขตของการทำวิจัย | 4 |
| 1.4 แผนการทำกรวิจัย | 4 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย | 7 |
| 1.6 ระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์..... | 8 |
| 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 8 |
| บทที่ 2. การศึกษาโรงแรมตัวอย่าง..... | 11 |
| 2.1 ลักษณะของอาคาร..... | 11 |
| 2.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร..... | 19 |
| 2.3 ปริมาณผู้เข้าพักและจำนวนห้องพักที่ขายได้..... | 23 |
| บทที่ 3. การใช้พลังงานไฟฟ้าและแนวทางการปรับปรุงโรงแรมตัวอย่าง..... | 24 |
| 3.1 แนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ารวม..... | 24 |
| 3.2 แนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ..... | 27 |
| 3.3 แนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง..... | 33 |
| 3.4 แนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในมอเตอร์ไฟฟ้า..... | 45 |
| 3.5 แนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า..... | 48 |
| 3.6 สรุปผลความคุ้มค่าในการลงทุน..... | 53 |
| 3.7 ศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของโรงแรมต่างๆ..... | 57 |
| 3.8 ระยะเวลาคุ้มทุนของวิธีการประหยัดพลังงาน..... | 58 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|-----------|
| 3.9 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่คาดหวังว่าจะลดได้..... | 58 |
| 3.10 ค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ลดได้..... | 60 |
| บทที่ 4. การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า..... | 63 |
| 4.1 แนวทางการควบคุมเพื่อการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด..... | 63 |
| 4.2 แนวทางการควบคุมการใช้งานในระบบปรับอากาศ..... | 64 |
| 4.3 แนวทางการควบคุมการใช้งานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง..... | 71 |
| 4.4 แนวทางการควบคุมการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้า..... | 74 |
| 4.5 แนวทางการควบคุมการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า..... | 77 |
| บทที่ 5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... | 80 |
| 5.1 สรุปผล..... | 80 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ..... | 81 |
| รายการอ้างอิง..... | 83 |
| ภาคผนวก ก. ตารางการผลิตพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยปีพ.ศ.2540..... | 84 |
| ภาคผนวก ข. แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงแรม..... | 88 |
| ภาคผนวก ค. อัตราค่าไฟฟ้าในเขตการไฟฟ้านครหลวง..... | 109 |
| ภาคผนวก ง. ข้อมูลที่เก็บจากโรงแรมตัวอย่าง..... | 111 |
| ภาคผนวก จ. ตารางการใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงแรมตัวอย่าง..... | 135 |
| ภาคผนวก ฉ. ตารางคอกเบี้ย..... | 162 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 163 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 1.1 เครื่อง Tree Phase Meter | 6 |
| 1.2 ชุดต้นแบบในการวิเคราะห์สมรรถนะการทำความเย็นระบบปรับอากาศ..... | 6 |
| 1.3 Strobe Scope..... | 7 |
| 3.1 Load Curve การใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละช่วงของวัน..... | 24 |
| ข.1 โครงสร้างของแผ่นเงินสะท้อนแสง..... | 96 |
| ข.2 คุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้า..... | 98 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 1.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในสาขาต่างๆ..... | 1 |
| 1.2 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงแรมในปี 2540..... | 2 |
| 1.3 ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าแยกตามประเภทโรงจักรในปี 2540..... | 2 |
| 1.4 ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าแยกตามประเภทเชื้อเพลิงในปี 2540..... | 3 |
| 3.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างของแต่ละส่วนของโรงแรม..... | 34 |
| 3.2 ชนิด จำนวน และ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหลอดแต่ละชนิด..... | 35 |
| 3.3 ศักยภาพการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวิธี..... | 57 |
| 3.4 ระยะเวลาเงินลงทุนเท่ากับเงินที่คืนมาของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าวิธีต่างๆ..... | 58 |
| ก.1 Consumption / Installation / Generation and Line Loss..... | 85 |
| ก.2 Electric Consumption by Sector..... | 85 |
| ก.3 National Grid Generation by Types of Power Plants..... | 86 |
| ก.4 National Grid Generation by Energy Sources..... | 86 |
| ก.5 Estimated Air Pollutant Emissions by Types From Energy Consumption for Power Generation in 1997..... | 87 |
| ก.6 ต้นทุนเฉลี่ยในการผลิตพลังงานไฟฟ้า..... | 87 |
| ข.1 ตัวคูณสำหรับใช้หาขนาดกำลังงานรีแอกตีฟของตัวคาปาซิเตอร์เพื่อใช้ปรับปรุง ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์..... | 92 |
| ข.2 ข้อมูลต่างๆของหลอดแต่ละชนิด..... | 92 |
| ข.3 เปรียบเทียบระหว่างหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็กและหลอดไส้..... | 94 |
| ข.4 เปรียบเทียบระหว่างหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดอิเล็กทรอนิกส์ และหลอดไส้..... | 94 |
| ข.5 เปรียบเทียบระหว่างหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอกและหลอดไส้..... | 95 |
| ข.6 เปรียบเทียบระหว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดาและ หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง..... | 95 |
| ข.7 เปรียบเทียบบัลลาสต์ธรรมดากับ Low Loss และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์..... | 96 |
| ข.8 ตารางคุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 3 เฟส..... | 99 |
| ข.9 ประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ประสิทธิภาพต่ำ..... | 102 |
| ข.10 ประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง..... | 102 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| ข.11 | |
| ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำน้ำเย็นต่อหน่วยความเย็นที่อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ต่าง ๆ กัน..... | 104 |
| จ.1 | |
| แสดงการใช้งานของหลอดไฟแยกตามสถานที่ใช้งาน..... | 138 |
| จ.2 | |
| แสดงการใช้งานของหลอดไฟแยกตามประเภทและขนาดของหลอดไฟ..... | 144 |
| จ.3 | |
| แสดงการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์..... | 150 |
| จ.4 | |
| แสดงการใช้งานของหลอด Incandescent..... | 153 |
| จ.5 | |
| แสดงเวลาการใช้งานของหลอด Fluorescent..... | 155 |
| จ.6 | |
| แสดงเวลาการใช้งานของหลอด Incandescent ในช่วง Peak Time..... | 158 |
| จ.7 | |
| แสดงเวลาการใช้งานของบัลลาสต์ในช่วง Peak Time..... | 160 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

| | |
|---------------------|---|
| ค. | เดือน |
| ม. | เมตร |
| ม. ² | ตารางเมตร |
| A. | แอมป์ |
| B. | บาท |
| COP | Coefficient of Performance |
| °C. | องศาเซลเซียส |
| E _{HE} | ประสิทธิภาพของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง |
| E _{std} | ประสิทธิภาพของมอเตอร์ธรรมดา |
| Gwh. | Giga watt-hour (Million Kilowatt-hour) |
| Hp. | แรงม้า |
| Hz | Hertz |
| I _{PFเดิม} | กระแสที่ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เดิม |
| I _{PFใหม่} | กระแสที่ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ใหม่ |
| I _{PF0.80} | กระแสที่ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.80 |
| I _{PF0.95} | กระแสที่ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.95 |
| I _{rate} | ค่าฟีดแบ็คกระแส |
| Kg. | กิโลกรัม |
| KJ. | กิโลจูล |
| kV. | กิโลโวลต์ |
| kVA. | กิโลโวลต์แอมป์ |
| kVAR | กิโลวาร์ |
| kW. | กิโลวัตต์ |
| kWh. | Kilowatt-hour (10 ³ Watt-hour) |
| kWr. | กิโลวัตต์ความเย็น |
| kW/T. | กิโลวัตต์ / ตันความเย็น |
| kW _{saved} | กิโลวัตต์ที่ประหยัดได้ |
| L. | ฟีกัดไหล |
| MW. | Megawatt (10 ⁶ Watt) |

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

| | |
|---------------------------|--|
| OTTV. | ค่าถ่ายเทความร้อนรวม |
| PF. | ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ |
| $P_{\text{loss ดัดแปลง}}$ | กำลังงานสูญเสียที่ลดลง |
| $P_{\text{loss PF 0.80}}$ | กำลังงานสูญเสียที่ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.80 |
| $P_{\text{loss PF 0.95}}$ | กำลังงานสูญเสียที่ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.95 |
| Tonr. | ตันความเย็น |
| V | โวลต์ |
| W | วัตต์ |
| Wh | Watt-hour |
| Δt | ค่าอุณหภูมิที่แตกต่าง |
| η | ประสิทธิภาพ |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย