

การศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

นายดุสิต โอภากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY ON SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION OF PRINTED CIRCUIT MANUFACTURING

Mr. Dusit Ophakorn

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

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

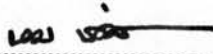
Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

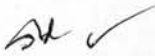
500842

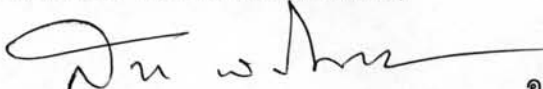
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์
โดย นายดุสิต โอภากร
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

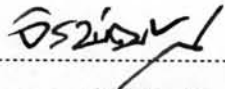

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศศิริวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจิรวณิช)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกือกังวาน)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จีรพัฒน์ เสาประเสริฐวงศ์)

ดุสิต โอภากร : การศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์. (A STUDY ON SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION OF PRINTED CIRCUIT MANUFACTURING) อ.ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร, 133 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ และจัดทำแผนแม่บทสำหรับการอนุรักษ์พลังงาน โดยดำเนินการรวบรวมข้อมูลด้านกระบวนการผลิตและการใช้พลังงาน กำหนดดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะต่างๆ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การเทียบวัดในการปรับปรุง การสำรวจและตรวจสอบการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วย 2 โรงงาน คือ โรงงานที่ 1 และ โรงงานที่ 2 ในแต่ละโรงงานประกอบด้วย ระบบปรับอากาศ, ระบบสนับสนุนทั่วไป, ระบบแสงสว่าง, ระบบกรรมวิธีการผลิต และระบบบำบัดน้ำ พบว่า สัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงานที่ 1 ในระบบปรับอากาศ, ระบบสนับสนุนทั่วไป, ระบบแสงสว่าง, ระบบกรรมวิธีการผลิต และระบบบำบัดน้ำเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 33.1, 12.3, 5.6, 43.6 และ 5.4 ตามลำดับ และสัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงานที่ 2 ในระบบปรับอากาศ, ระบบสนับสนุนทั่วไป, ระบบแสงสว่าง, ระบบกรรมวิธีการผลิต และระบบบำบัดน้ำเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 53.0, 18.4, 4.2, 20.1 และ 4.3 ตามลำดับ นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะและดัชนีการใช้พลังงาน จากการวิเคราะห์พบว่า โรงงานตัวอย่างมีดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานที่ 1 ในรอบปี พ.ศ. 2548 และ 2549 เท่ากับ 396.4 และ 393.5 เมกะจูลต่อการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ 1 ตารางเมตร ตามลำดับ และมีดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานที่ 2 ในรอบปี พ.ศ. 2548 และ 2549 เท่ากับ 623.9 และ 281.4 เมกะจูลต่อการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ 1 ตารางเมตร ตามลำดับ

จากการศึกษา พบว่า แนวทางในการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของโรงงานตัวอย่าง โดยดำเนินการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานทั้งสิ้น 14 มาตรการ โดยแบ่งเป็นมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ จำนวน 3 มาตรการ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า 298,995.72 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้จำนวน 538,192.50 บาทต่อปี โดยมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 19,624 บาท มีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ย 0.09 ปี มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบสนับสนุนทั่วไป จำนวน 6 มาตรการ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า 1,727,105.76 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้จำนวน 4,805,167.97 บาทต่อปี โดยมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 2,724,758 บาท มีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ย 6.19 ปี และมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง จำนวน 5 มาตรการ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า 393,672.52 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้จำนวน 798,387.57 บาทต่อปี โดยมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 1,418,876 บาท มีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ย 5.09 ปี

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2550.....

4771418121 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: ENERGY CONSERVATION / ENERGY CONSUMPTION

DUSIT OPHAKORN : A STUDY ON SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION OF
PRINTED CIRCUIT MANUFACTURING. THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR
SOMCHAI PUJINDANETR, Ph.D., 133 pp.

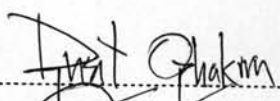
The objective of thesis is to study on specific energy consumption of printed circuit manufacturing and to find possible energy master plan. The data of production processes and electricity consumption had been collected. The benchmark or index of energy consumption saving had also been setting up for improvement purposes. The studied factories were factory No.1 and factory No.2. The criteria were focused on HVAC, Utilities, Lighting, Production and Waste Water Treatment Systems. The rate of electricity consumption in factory No.1 on HVAC, Utilities, Lighting, Production and Waste Water Treatment Systems were 33.1, 12.3, 5.6, 43.6 and 5.4 percentage respectively whilst in factory No.2, They were 53.0, 18.4, 4.2, 20.1 and 4.3 percentage respectively. A specific energy consumption in factory No.1 were 396.4 and 393.5 Mega Joule per Square Meter of Printed circuit during year 2005 and 2006 while in factory No.2, they were 623.9 and 281.4 Mega Joule per Square Meter of Printed circuit during the same period.

Energy master plan in printed circuit manufacturing had 14 energy saving plans. For HVAC System, after applying 3 energy saving plans, we can save the electrical energy by 298,995.72 kWh/year or cost saving at about 538,192.50 baht/year with capital costs of 19,624 baht. The averaged payback period within 0.09 year. For Utilities System, after applying 6 energy saving plans, we can save the electrical energy by 1,727,105.76 kWh/year or cost saving at about 4,805,167.97 baht/year with capital costs of 2,724,758 baht. The averaged payback period within 6.19 year. For Lighting System, after applying 5 energy saving plans, we can save the electrical energy by 393,672.52 kWh/year or cost saving at about 798,387.57 baht/year with capital costs of 1,418,876 baht. The averaged payback period within 5.09 year.

Department :Industrial Engineering.....

Field of study :Industrial Engineering.....

Academic year :2007.....

Student's signature :.....

Advisor's signature :.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วันชัย วิจิรวณิช ประธานกรรมการ ผศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน และ รศ. จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์ กรรมการ ที่ให้ความรู้ คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดต่างๆ ในการศึกษาและการทำงานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบคุณ คุณธนกร เป็นพนัสลัก ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ของโรงงานตัวอย่างที่ให้การสนับสนุนทางด้านข้อมูลที่ใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีตลอดเวลาจนสำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้องและญาติ ตลอดจนเพื่อนนิสิต เจ้าหน้าที่คณะวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจและให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ ผู้บังคับบัญชา และเพื่อนร่วมงาน ที่ได้ให้กำลังใจตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลืองานด้านต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ฅ |
| สารบัญภาพ..... | ญ |
| | |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 3 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 5 |
| 1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... | 5 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 5 |
| 1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย..... | 5 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 6 |
| 2.1 การจัดการด้านพลังงาน..... | 6 |
| 2.2 การประหยัดพลังงาน..... | 7 |
| 2.3 การอนุรักษ์พลังงาน..... | 15 |
| 2.4 ค่าดัชนีการใช้พลังงาน..... | 39 |
| 2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 41 |
| บทที่ 3 สภาพทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง..... | 48 |
| 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานตัวอย่าง..... | 48 |
| 3.2 กระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์..... | 48 |
| 3.3 สภาพการใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่าง..... | 51 |
| บทที่ 4 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... | 55 |
| 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน..... | 55 |
| 4.2 การตรวจสอบการใช้พลังงาน..... | 55 |
| 4.3 การวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดการใช้พลังงาน..... | 57 |
| 4.4 การจัดทำแผนแม่บทการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานตัวอย่าง..... | 58 |

| | หน้า |
|---|------|
| บทที่ 5 ผลการศึกษา..... | 59 |
| 5.1 การใช้พลังงานของโรงงานตัวอย่าง..... | 59 |
| 5.2 ดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะของโรงงานตัวอย่าง..... | 78 |
| 5.3 ผลการจัดทำแผนแม่บทการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานตัวอย่าง..... | 91 |
| บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... | 96 |
| 6.1 สรุปผลการวิจัย..... | 96 |
| 6.2 ข้อเสนอแนะ..... | 98 |
| รายการอ้างอิง..... | 99 |
| ภาคผนวก..... | 101 |
| ภาคผนวก ก รายละเอียดข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์..... | 102 |
| ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลการอนุรักษ์พลังงานและผลการตรวจสอบ..... | 118 |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... | 133 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| ตารางที่ 1.1 แสดงข้อมูลความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมของประเทศไทยในรอบ 10 ปี..... | 1 |
| ตารางที่ 1.2 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในรอบเดือนที่ผ่านมา..... | 4 |
| ตารางที่ 2.1 แสดงการใช้พลังงานที่ลดลงเนื่องจากการใช้ความดันที่เหมาะสม..... | 36 |
| ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานที่ 1 ในรอบปี พ.ศ. 2548..... | 52 |
| ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานที่ 2 ในรอบปี พ.ศ. 2548..... | 53 |
| ตารางที่ 5.1 แสดงค่าใช้จ่ายพลังงานในโรงงานที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548.... | 60 |
| ตารางที่ 5.2 แสดงค่าใช้จ่ายพลังงานในโรงงานที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548.... | 61 |
| ตารางที่ 5.3 แสดงรายละเอียดการใช้พลังงานเบื้องต้นและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของโรงงานที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548..... | 63 |
| ตารางที่ 5.4 แสดงรายละเอียดการใช้พลังงานเบื้องต้นและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของโรงงานที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2549..... | 65 |
| ตารางที่ 5.5 แสดงรายละเอียดการใช้พลังงานเบื้องต้นและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของโรงงานที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548..... | 67 |
| ตารางที่ 5.6 แสดงรายละเอียดการใช้พลังงานเบื้องต้นและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของโรงงานที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2549..... | 69 |
| ตารางที่ 5.7 แสดงปริมาณการใช้พลังงานจำแนกตามระบบของโรงงานที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548..... | 71 |
| ตารางที่ 5.8 แสดงปริมาณการใช้พลังงานจำแนกตามระบบของโรงงานที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2549..... | 73 |
| ตารางที่ 5.9 แสดงปริมาณการใช้พลังงานจำแนกตามระบบของโรงงานที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548..... | 75 |
| ตารางที่ 5.10 แสดงปริมาณการใช้พลังงานจำแนกตามระบบของโรงงานที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2549..... | 77 |
| ตารางที่ 5.11 แสดงปริมาณการผลิตและดัชนีการใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ ของโรงงานที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548..... | 79 |
| ตารางที่ 5.12 แสดงปริมาณการผลิตและดัชนีการใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ ของโรงงานที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2549..... | 81 |

| | หน้า |
|--|------|
| ตารางที่ 5.13 แสดงปริมาณการผลิตและดัชนีการใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ ของโรงงานที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548..... | 83 |
| ตารางที่ 5.14 แสดงปริมาณการผลิตและดัชนีการใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ ของโรงงานที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2549..... | 85 |
| ตารางที่ 5.15 แสดงดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะจำแนกตามระบบของโรงงานที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548..... | 87 |
| ตารางที่ 5.16 แสดงดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะจำแนกตามระบบของโรงงานที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2549..... | 88 |
| ตารางที่ 5.17 แสดงดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะจำแนกตามระบบของโรงงานที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548..... | 89 |
| ตารางที่ 5.18 แสดงดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะจำแนกตามระบบของโรงงานที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2549..... | 90 |
| ตารางที่ 5.19 แสดงแผนการดำเนินงานแผนแม่บทการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานตัวอย่าง..... | 93 |
| ตารางที่ 5.20 แสดงผลสรุปมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบต่างๆ ของโรงงานตัวอย่าง..... | 94 |
| ตารางที่ ก.1 แสดงรายละเอียดการติดตั้งของหม้อแปลงไฟฟ้า..... | 103 |
| ตารางที่ ก.2 แสดงข้อมูลเบื้องต้นระบบผลิตไฟฟ้า..... | 104 |
| ตารางที่ ก.3 แสดงข้อมูลเบื้องต้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า..... | 104 |
| ตารางที่ ก.4 แสดงข้อมูลเบื้องต้นระบบปรับอากาศ..... | 105 |
| ตารางที่ ก.5 แสดงรายละเอียดระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์..... | 105 |
| ตารางที่ ก.6 แสดงข้อมูลเบื้องต้นระบบการผลิต..... | 107 |
| ตารางที่ ก.7 แสดงข้อมูลเบื้องต้นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดตั้งแต่ 10 กิโลวัตต์ขึ้นไป..... | 112 |
| ตารางที่ ก.8 แสดงข้อมูลเบื้องต้นเครื่องอัดอากาศ..... | 113 |
| ตารางที่ ก.9 แสดงข้อมูลเบื้องต้นระบบแสงสว่าง..... | 116 |

สารบัญภาพ

| ภาพประกอบ | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 1.1 แสดงปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมของประเทศไทยในรอบ 10 ปี | 2 |
| รูปที่ 1.2 แสดงค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในรอบปี พ.ศ. 2548 | 4 |
| รูปที่ 2.1 แสดงประเภทของเครื่องอัดอากาศ..... | 30 |
| รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบการวางของเครื่องอัดแบบลูกสูบ..... | 30 |
| รูปที่ 2.3 แสดงเครื่องอัดอากาศแบบสกรูและหลักการทำงาน..... | 32 |
| รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของเครื่องอัดอากาศแบบ Lobe Rotor..... | 32 |
| รูปที่ 2.5 แสดงเครื่องอัดอากาศแบบ Vane..... | 33 |
| รูปที่ 3.1 แสดงกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์..... | 51 |
| รูปที่ 3.2 แสดงกราฟค่าใช้จ่ายไฟฟ้ารวมทั้งหมดของโรงงานที่ 1 ในรอบปี พ.ศ. 2548..... | 52 |
| รูปที่ 3.3 แสดงกราฟค่าใช้จ่ายไฟฟ้ารวมทั้งหมดของโรงงานที่ 2 ในรอบปี พ.ศ. 2548..... | 53 |
| รูปที่ 3.4 แสดงกราฟลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานที่ 1 ในรอบปี พ.ศ. 2548..... | 54 |
| รูปที่ 3.5 แสดงกราฟลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานที่ 2 ในรอบปี พ.ศ. 2548..... | 54 |
| รูปที่ 5.1 แสดงสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดของโรงงานที่ 1..... | 59 |
| รูปที่ 5.2 แสดงสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดของโรงงานที่ 2..... | 59 |
| รูปที่ 5.3 แสดงกราฟค่าใช้จ่ายพลังงานของโรงงานที่ 1 ในรอบปี พ.ศ. 2548..... | 62 |
| รูปที่ 5.4 แสดงกราฟค่าใช้จ่ายพลังงานของโรงงานที่ 2 ในรอบปี พ.ศ. 2548..... | 62 |
| รูปที่ 5.5 แสดงลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานที่ 1 ในรอบปี พ.ศ. 2548..... | 64 |
| รูปที่ 5.6 แสดงลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานที่ 1 ในรอบปี พ.ศ. 2549..... | 66 |
| รูปที่ 5.7 แสดงลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานที่ 2 ในรอบปี พ.ศ. 2548..... | 68 |
| รูปที่ 5.8 แสดงลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานที่ 2 ในรอบปี พ.ศ. 2549..... | 70 |
| รูปที่ 5.9 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงานที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548..... | 72 |
| รูปที่ 5.10 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงานที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2549..... | 74 |
| รูปที่ 5.11 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงานที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2548..... | 76 |
| รูปที่ 5.12 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงานที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2549..... | 78 |

| | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 5.13 แสดงดัชนีการใช้พลังงานต่อแผ่นวงจรพิมพ์ของโรงงานที่ 1 ในรอบปี พ.ศ. 2548 | 80 |
| รูปที่ 5.14 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนีการใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์กับ ปริมาณการผลิตของโรงงานที่ 1 ในรอบปี พ.ศ. 2548 | 80 |
| รูปที่ 5.15 แสดงดัชนีการใช้พลังงานต่อแผ่นวงจรพิมพ์ของโรงงานที่ 1 ในรอบปี พ.ศ. 2549 | 82 |
| รูปที่ 5.16 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนีการใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์กับ ปริมาณการผลิตของโรงงานที่ 1 ในรอบปี พ.ศ. 2548 | 82 |
| รูปที่ 5.17 แสดงดัชนีการใช้พลังงานต่อแผ่นวงจรพิมพ์ของโรงงานที่ 2 ในรอบปี พ.ศ. 2548 | 84 |
| รูปที่ 5.18 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนีการใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์กับ ปริมาณการผลิตของโรงงานที่ 2 ในรอบปี พ.ศ. 2548 | 84 |
| รูปที่ 5.19 แสดงดัชนีการใช้พลังงานต่อแผ่นวงจรพิมพ์ของโรงงานที่ 2 ในรอบปี พ.ศ. 2549 | 86 |
| รูปที่ 5.20 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนีการใช้พลังงานของการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์กับ ปริมาณการผลิตของโรงงานที่ 2 ในรอบปี พ.ศ. 2549 | 86 |
| รูปที่ 5.21 แสดงแผนแม่บทการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานตัวอย่าง | 91 |
| รูปที่ 5.22 แสดงแผนแม่บทการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง | 91 |
| รูปที่ 5.23 แสดงแผนแม่บทการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ | 92 |
| รูปที่ 5.24 แสดงแผนแม่บทการอนุรักษ์พลังงานในระบบสนับสนุนทั่วไป | 92 |