



สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
การออกแบบและประเมินผลเชิงวิเคราะห์ระบบไฟโตโวลตาอิก
ในอาคารวิทยบริการแบบต่อเข้ากับสายส่ง

ลงทะเบียนวันที่	11 ก.พ. 2552
เลขทะเบียน	099532
เลขหมู่	วพ 7K 2960
หัวข้อ	ศ 855 ก
	- วิชาค ๓๕๐๓๓๓ - วิชา ๐

สุรสิทธิ์ แสนทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พ.ศ. 2551

**DESIGN AND ANALYTICAL EVALUATION OF PHOTOVOLTAIC
GRID-CONNECTED SYSTEM IN RESOURCE CENTER BUILDING**

SURASIT SAENTHON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
IN ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI

2008

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการค้นคว้าและวิจัยขณะที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ใน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนั้นงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและข้อความต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
ข้าพเจ้าขอรับรองว่าไม่มีการคัดลอกหรือนำงานวิจัยของผู้อื่นมานำเสนอในชื่อของข้าพเจ้า

นายสุรสิทธิ์ แสนทอง
(ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์)



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและประเมินผลเชิงวิเคราะห์ระบบโฟโตโวลตาอิกในอาคาร
วิทยบริการแบบต่อเข้ากับสายส่ง
DESIGN AND ANALYTICAL EVALUATION OF PHOTOVOLTAIC
GRID-CONNECTED SYSTEM IN RESOURCE CENTER BUILDING

ชื่อนักศึกษา นายสุรสิทธิ์ แสนทอง
รหัสประจำตัว 034820401003-0
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผศ.ดร.สมชัย หิรัญวโรดม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง
วัน เดือน ปี ที่สอบ 27 กรกฎาคม 2551 เวลา 9.00-12.00 น.
สถานที่สอบ ห้องชมพูนุพัทธ์ทิพย์ ณ อาคารภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ ชื่นแขก)


..... กรรมการ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย หิรัญวโรดม)


..... กรรมการ

(ดร.วันชัย ทรัพย์สิงห์)


..... กรรมการ

(ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง)


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชัย หิรัญวโรดม)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ เดือน พ.ศ. 2551

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและประเมินผลเชิงวิเคราะห์ระบบ โฟโตโวลตาอิกในอาคารวิทยบริการแบบต่อเข้ากับสายส่ง
นักศึกษา	นายสุรสิทธิ์ แสนทอง
รหัสประจำตัว	034820401003-0
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปี พ.ศ.	2551
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ. ดร. สมชัย หิรัญวโรดม
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและประเมินผลเชิงวิเคราะห์ระบบโฟโตโวลตาอิกในอาคารวิทยบริการแบบต่อเข้ากับสายส่ง ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวันที่มีแสงอาทิตย์เพียงพอ เพื่อทดแทนและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า การออกแบบระบบจะต้องพิจารณาคำแนะนำการติดตั้งและคุณสมบัติของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า และข้อมูลของพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่ที่ออกแบบระบบ เพื่อจะได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้จากระบบเพื่อจ่ายให้แก่โหลดในอาคารวิทยบริการ พร้อมทั้งสำรวจและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารวิทยบริการ ในปีพุทธศักราช 2549

ผลที่ได้จากการออกแบบและวิเคราะห์ผลพบว่า ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากระบบโฟโตโวลตาอิกในอาคารวิทยบริการแบบต่อเข้ากับสายส่งได้ 223.476 หน่วยต่อวัน จากระบบไฟฟ้าเดิมที่วัดได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยประมาณ 698.10 หน่วยต่อวัน สามารถนำไปทดแทนและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 32.01 และราคาของระบบตลอดอายุการใช้งานประมาณ 18.49 บาทต่อหน่วย ตลอดระยะเวลา 25 ปี

คำสำคัญในงานวิจัย

ระบบโฟโตโวลตาอิกในอาคารวิทยบริการแบบต่อเข้ากับสายส่ง , แผงเซลล์แสงอาทิตย์

Thesis Title : DESIGN AND ANALYTICAL EVALUATION OF
PHOTOVOLTAIC GRID-CONNECTED SYSTEM
IN RESOURCE CENTER BUILDING

Student Name : Mr. Surasit Saenthon

Student ID : 034820401003-0

Degree Award : Master of Engineering

Study Program : Electrical Engineering

Year of Achievement : 2008

Thesis Advisors : Assistant Professor Dr. Somchai Hiranvarodom
Dr. Boonyang Plangklang

ABSTRACT

This thesis proposes design and analytical evaluation of photovoltaic (PV) grid-connected system in Resource Center Building (RCB) to reduce energy consumption from the electricity grid. The energy production is available only on daytime when the solar radiation is high enough. Position for installation and specification of solar module, inverter and data of solar radiation on daytime are considered to receive maximum power of loads. In addition, energy consumption for RCB for the year 2006 are recorded and are also analyzed.

The results of the design and analytical evaluation show that maximum energy that can be produced from this PV system designed in RCB is 223.476 kWh/day. It is able to reduce energy consumption from the electricity grid of 32.01 % approximately compared to the full energy consumption of 698.10 kWh/day. Moreover, the energy cost for life cycle cost analysis is about 18.49 Baht/kWh based on 25 years for analysis of the system.

Keywords

Photovoltaic Grid-Connected System in Resource Center Building, Solar module

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เป็นอย่างดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์ ความช่วยเหลือ และคำแนะนำจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชัย หิรัญวโรดม และ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม คือ อาจารย์ ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำอันมีค่ายิ่ง ตลอดจนชี้แนะแนวทางในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบ ขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงมาไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. วันชัย ทรัพย์สิงห์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำอันมีค่า ยิ่ง ตลอดจนชี้แนะแนวทางในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก ที่ให้ความอนุเคราะห์เข้าเก็บข้อมูลในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

สุรสิทธิ์ แสนทอง

20 มิถุนายน 2551

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
รายการคำย่อ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ระบบไฟโตโวลตาอิกในอาคารแบบต่อเข้ากับสายส่ง	3
2.2 ความรู้เรื่องเซลล์แสงอาทิตย์	7
2.3 วิธีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	11
2.4 อินเวอร์เตอร์	15
2.5 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์	16
2.6 สรุป	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.1 สำรองและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารวิทยบริการ	20
3.2 การออกแบบโปรแกรมออกแบบระบบไฟโตโวลตาอิกในอาคารแบบต่อเข้ากับสายส่ง	20
3.3 การออกแบบและวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบตลอดอายุการใช้งาน	39
3.4 สรุป	43
บทที่ 4 ผลการทดลอง	44
4.1 ผลของการสำรองและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารวิทยบริการ	44
4.2 ผลการออกแบบโปรแกรมออกแบบระบบไฟโตโวลตาอิกในอาคารแบบต่อเข้ากับสายส่ง	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบตลอดอายุการใช้งาน	53
4.4 การวิเคราะห์ผลทางด้านสิ่งแวดล้อม	58
4.5 สรุป	59
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	61
5.1 สรุปผลการทดลอง	61
5.2 ข้อเสนอแนะ	64
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	
ก. การสำรวจและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก	68
ข. คู่มือโปรแกรมออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิกในอาคารแบบต่อเข้ากับสายส่ง ซึ่งพัฒนาโดยผู้จัดทำวิทยานิพนธ์	74
ค. การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน ในกรณีศึกษาเปลี่ยนแปลงราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย ซึ่งดำเนินการโดยผู้จัดทำวิทยานิพนธ์	109
ง. การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน ในกรณีศึกษาระบบมีการเปลี่ยนแปลง การผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งดำเนินการโดยผู้จัดทำวิทยานิพนธ์	125
จ. รายการบทความทางวิชาการที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในระดับนานาชาติ	134
ประวัติผู้เขียน	148

สารบัญญัตราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อเข้ากับสายส่ง	5
2.2 ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่าง ๆ	9
3.1 จำนวนวันที่แสงอาทิตย์ทำมุมตั้งฉากกับระนาบที่เส้นศูนย์สูตร	33
3.2 ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นของระบบโฟโตโวลตาอิกในอาคารวิทยบริการแบบต่อเข้ากับสายส่ง	41
4.1 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของแต่ละเดือนในปีพุทธศักราช 2549	46
4.2 รายละเอียดการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์	47
4.3 รายละเอียดการแสดงผลของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์	48
4.4 การคำนวณหาค่าการคำนวณหาค่าราคาของระบบตลอดอายุการใช้งาน	53
4.5 การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน ในกรณีศึกษาเปลี่ยนแปลงราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย	55
4.6 การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน ในกรณีศึกษาระบบมีการเปลี่ยนแปลงการผลิตพลังงานไฟฟ้า	57
4.7 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	58
4.8 ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	59
ข.1 รายการของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล	77
ข.2 รายการของอินเวอร์เตอร์ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล	83
ข.3 รายการของข้อมูลพลังงานรังสีแสงอาทิตย์ตามพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล	87
ก.1 การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน ในกรณีศึกษาเปลี่ยนแปลงราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย	110
ง.1 การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน ในกรณีศึกษาระบบมีการเปลี่ยนแปลงการผลิตพลังงานไฟฟ้า	126

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ระบบโฟโตโวลตาอิกในอาคารแบบต่อเข้ากับสายส่ง	3
2.2 ประเภทของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อเข้ากับสายส่ง	5
2.3 การผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	8
2.4 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา	13
2.5 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดที่ติดตั้งบนพื้นดิน	13
2.6 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบเป็นเสาต้นเดี่ยว	14
2.7 ประเภทอินเวอร์เตอร์	16
3.1 โครงสร้างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์	21
3.2 แบบฟอร์มของโปรแกรมคอมพิวเตอร์	21
3.3 แบบฟอร์มการรับค่าข้อมูลหรืออ่านข้อมูลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์	22
3.4 แบบฟอร์มการรับค่าข้อมูลระบบที่ต้องการ	23
3.5 แบบฟอร์มการรับค่าข้อมูลแผงเซลล์แสงอาทิตย์	24
3.6 แบบฟอร์มการรับค่าข้อมูลอินเวอร์เตอร์	24
3.7 แบบฟอร์มการรับค่าข้อมูลพลังงานรังสีแสงอาทิตย์	25
3.8 ปุ่มการเลือกวิธีการประมวลผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์	25
3.9 ขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์	26
3.10 ขั้นตอนการหาค่าพลังงานรังสีแสงอาทิตย์	31
3.11 แบบฟอร์มการแสดงผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์	35
3.12 แบบฟอร์มการแสดงผลแผงเซลล์แสงอาทิตย์	36
3.13 แบบฟอร์มแสดงผลอินเวอร์เตอร์	36
3.14 แบบฟอร์มแสดงผลทางด้านกำลังไฟฟ้า	37
3.15 แบบฟอร์มแสดงผลทางด้านระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า	37
3.16 วงจรระบบโฟโตโวลตาอิกในอาคารวิทยบริการแบบต่อเข้ากับสายส่ง	38
4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในหนึ่งวันช่วงเปิดภาคเรียน	45
4.2 ลักษณะของโหลดในหนึ่งสัปดาห์ช่วงเปิดภาคเรียน	45
4.3 ลักษณะของโหลดในหนึ่งสัปดาห์ช่วงปิดภาคเรียน	45
4.4 ลักษณะโหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของแต่ละเดือนในปีพุทธศักราช 2549	46
4.5 แบบฟอร์มการป้อนค่าเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์	48
4.6 แบบฟอร์มการแสดงผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์	49
4.7 พลังงานจากการไฟฟ้ากับพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์	50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 ระบบโฟโตโวลตาอิกในอาคารวิทยบริการแบบต่อเข้ากับสายส่ง	50
4.9 อาคารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เขตพื้นที่ตาก	51
4.10 หลังคาทางด้านทิศใต้อาคารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เขตพื้นที่ตาก	51
4.11 การติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารวิทยบริการ	52
4.12 มุมมองด้านข้างของอาคารวิทยบริการ เมื่อติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา	52
4.13 มุมมองด้านบนของอาคารวิทยบริการ เมื่อติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา	52
4.14 สัดส่วนเงินลงทุนเริ่มต้น	54
4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยกับค่าไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้	56
4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานรังสีแสงอาทิตย์กับค่าไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้	58
ก.1 ตู้ควบคุมไฟฟ้าอาคารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เขตพื้นที่ตาก	69
ก.2 เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้าที่ติดตั้งในตู้ควบคุมไฟฟ้า	69
ก.3 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนมกราคม ในปีพุทธศักราช 2549	70
ก.4 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนกุมภาพันธ์ ในปีพุทธศักราช 2549	70
ก.5 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนมีนาคม ในปีพุทธศักราช 2549	70
ก.6 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนเมษายน ในปีพุทธศักราช 2549	71
ก.7 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนพฤษภาคม ในปีพุทธศักราช 2549	71
ก.8 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนมิถุนายน ในปีพุทธศักราช 2549	71
ก.9 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนกรกฎาคม ในปีพุทธศักราช 2549	72
ก.10 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนสิงหาคม ในปีพุทธศักราช 2549	72
ก.11 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนกันยายน ในปีพุทธศักราช 2549	72
ก.12 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนตุลาคม ในปีพุทธศักราช 2549	73
ก.13 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนพฤศจิกายน ในปีพุทธศักราช 2549	73
ก.14 โหลดเฉลี่ยในหนึ่งวันของเดือนธันวาคม ในปีพุทธศักราช 2549	73

รายการคำย่อ

ALCC	Annualised Life Cycle Cost
AM	Air Mass
CO ₂	Carbon Dioxide
COE	Cost of Electricity
kWh	Kilowatt-hour
LCC	Life Cycle Cost
NO _x	Nitrogen Oxide
PV	Photovoltaic
RCB	Resource Center Building
SO ₂	Sulfur Dioxide