



การพัฒนาระบบควบคุมการฉีดโไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่าง
กังหันลมความถี่ต่ำร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์

ทวีศักดิ์ ศันโอรัมย์

วิทยานิพนธ์เสนอปริญญาดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์ สาขาวิศวกรรม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของเอกสารศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพลังงานทดแทน

มีนาคม 2555

ฉบับที่ ๒ เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร



245635

600250604

การพัฒนาระบบควบคุมการผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่าง
กังหันลมความเร็วต่ำร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์

ทวิศักดิ์ ตันอร่าม



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพลังงานทดแทน

มีนาคม 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาระบบควบคุมการผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมความเร็วต่ำร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์” ของทวิศักดิ์ ต้นอ้อรัมย์ เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลังงานทดแทน ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....ประธาน

(ดร.สมชาย เจียจิตต์สวัสดิ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรายุทธ ้วยวุฒิมิ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ เกตุจ้อย)

.....กรรมการ

(ดร.สมชาย ไชคมาวิโรจน์)

อนุมัติ



.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณินิจ ภูพัฒน์วิบูลย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

๒ มีนาคม ๒๕๕๕

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรายุทธ วิทยุฒิ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ เกตุจ้อย อีกทั้ง กรรมการวิทยานิพนธ์ ดร.สมชาย เจียจิตต์สวัสดิ์ และดร.สมชาย โชคมาวิโรจน์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ภรรยา บุตร และพี่ๆ น้องๆ เพื่อนร่วมงานของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนในประเทศ และผู้ที่สนใจ

ทวีศักดิ์ ตันอ่วม

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาระบบควบคุมการผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่าง กังหันลมความเร็วต่ำร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์
ผู้วิจัย	ทวีศักดิ์ ตันอร่าม
สถานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรายุทธ วิทยุฒิ
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ เกตุจ้อย
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชาพลังงานทดแทน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2554
คำสำคัญ	ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานกังหันลมความเร็วต่ำเซลล์ แสงอาทิตย์

บทคัดย่อ

245635

งานวิจัยนี้นำเสนอ การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมความเร็วต่ำร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ จ่ายภาระทางไฟฟ้าเพียงลำพัง (Standalone) เพื่อจ่ายภาระทางไฟฟ้าขนาด 1.28 kWh/day ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาดรวม 600 W กังหันลมความเร็วต่ำขนาด 600 W ทำการออกแบบชุดควบคุมระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างกังหันลมความเร็วต่ำร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้ชุดควบคุมเชิงตรรกแบบโปรแกรมได้ (PLC) เป็นตัวควบคุมหลัก ค่า Performance Ratio เท่ากับ 0.258 ทำการทดสอบจ่ายภาระทางไฟฟ้า 3 สภาวะคือ Daily Load Demand, Weekend Load Demand และ Special Day Load Demand ทำให้ทราบว่าระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ เหมาะกับการเป็นระบบจ่ายพลังงานหลักให้กับภาระทางไฟฟ้า และระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมความเร็วต่ำ เหมาะกับการเป็นระบบจ่ายพลังงานเสริมให้กับภาระทางไฟฟ้า เนื่องจากศักยภาพพลังงานลมในพื้นที่มีไม่เพียงพอ

Title DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEM FOR HYBRID ELECTRICAL GENERATION WITH LOW SPEED WIND TURBINE AND PHOTOVOLTAIC

Author Mr.Thaweesak Tanaram

Advisor Assistant Professor Sarayouth Vaivudh, Ph.D.

Co - Advisor Assistant Professor Nipon Ketjoy, Dr.-Ing.

Academic Paper Thesis M.Sc. in Renewable Energy, Naresuan University, 2010

Keywords Electrical hybrid generation, Low speed wind turbine, Photovoltaic

ABSTRACT

245635

This research was presented in the development of electrical hybrid generation by low speed wind turbine and photovoltaic for standalone electrical load at 1.28 kWh/day. The system was composed of 600 W photovoltaic and 600 W low speed wind turbine used to generate electricity. The controller design of the system was used a programmable logic control (PLC) to be a main control. A total performance ratio (PR) of the system was 0.258. The system was tested with three condition of electrical load are daily load demand (DLD), weekend load demand (WLD) and special day load demand (SDLD). The test results were founded that the electrical generation from photovoltaic was the main power supply system and the electrical generation from low speed wind turbine was the auxiliary power supply system, because an inadequate wind power in this propose area.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	2
ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 ทฤษฎีและแนวคิด.....	3
แนวคิดในการออกแบบ.....	3
การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่าง กังหันลมความเร็วต่ำ ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์.....	8
การออกแบบส่วนควบคุมการทำงาน.....	17
ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน.....	30
การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่าง กังหันลมความเร็วต่ำ รวมเซลล์แสงอาทิตย์.....	31
3 วิธีการทดสอบระบบ.....	32
การทดสอบหาค่า Performance Ratio ของระบบ.....	32
4 ผลการทดสอบ.....	38
การทดสอบระบบผลิตไฟฟ้า.....	38
ผลการทดสอบ Daily Load Demand.....	39
ผลการทดสอบ Weed End Load Demand.....	42
ผลการทดสอบ Special Day Load Demand.....	45
Power Flow Diagram.....	48

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุป.....	51
สรุปผลการทดสอบ.....	51
อภิปรายผล.....	52
ข้อเสนอแนะ.....	52
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก.....	56
ประวัติผู้วิจัย.....	95

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า.....	10
2 เงื่อนไขการควบคุมการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน.....	18
3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์	34
4 ค่าที่ได้จากการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์.....	35
5 ค่าที่ได้จากการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม	37
6 ผลการทดสอบ Daily LoadDemand.....	61
7 ผลการทดสอบ Weekend LoadDemand	72
8 ผลการทดสอบ Special Day LoadDemand	83
9 ผลการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์.....	92

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 AC-Coupled.....	3
2 ไดอะแกรมการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน.....	7
3 กราฟ Irradiance ที่ทำการทดสอบ.....	8
4 กราฟความเร็วลมบริเวณทุ่งทะเลแก้ว จังหวัดพิษณุโลก.....	9
5 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 120W 5 แผงขนานกัน.....	11
6 วงจรการทำงานขอระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่าง กั้นล้มความเร็วต่ำร่วมกับ เซลล์แสงอาทิตย์.....	16
7 ส่วนควบคุมการทำงาน.....	17
8 วงจรการทำงานขอระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่าง กั้นล้มความเร็วต่ำร่วมกับ เซลล์แสงอาทิตย์.....	18
9 ไดอะแกรมการทำงานในสภาวะที่ 1 ขั้นตอนที่ 1 (Mode 1).....	19
10 ไดอะแกรมการทำงานในสภาวะที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 (Mode 2).....	20
11 ไดอะแกรมการทำงานในสภาวะที่ 2 ขั้นตอนที่ 3 (Mode 3).....	22
12 ไดอะแกรมการทำงานในสภาวะที่ 2 ขั้นตอนที่ 4 (Mode 4).....	23
13 ไดอะแกรมการทำงานในสภาวะที่ 3 ขั้นตอนที่ 5 (Mode 5).....	25
14 ไดอะแกรมการทำงานในสภาวะที่ 3 ขั้นตอนที่ 6 (Mode 6).....	26
15 ไดอะแกรมการทำงานในสภาวะที่ 4 ขั้นตอนที่ 7 (Mode 7).....	28
16 ไดอะแกรมการทำงานในสภาวะที่ 4 ขั้นตอนที่ 8 (Mode 8).....	29
17 ทดสอบหาค่า Performance Ratio ของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์.....	32
18 Performance Ratio ของระบบผลิตไฟฟ้าจากกั้นล้มความเร็วต่ำ.....	35
19 การทดสอบจ่ายภาระทางไฟฟ้า Load Demand.....	38
20 ผลการทดสอบ Daily Load Demand ในวันที่ 10 มกราคม 2554.....	39
21 ผลการทดสอบ Daily Load Demand ในวันที่ 19 มกราคม 2554.....	40
22 ผลการทดสอบ Daily Load Demand ในวันที่ 25 มกราคม 2554.....	41
23 ผลการทดสอบ Weekend Load Demand ในวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2554.....	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
24 ผลการทดสอบ Weekend Load Demand ในวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2554.....	43
25 ผลการทดสอบ Weekend Load Demand ในวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2554.....	44
26 ผลการทดสอบ Special Day Load Demand ในวันที่ 11 มีนาคม 2554.....	45
27 ผลการทดสอบ Special Day Load Demand ในวันที่ 15 มีนาคม 2554.....	46
28 ผลการทดสอบ Special Day Load Demand ในวันที่ 30 มีนาคม 2554.....	47
29 Power Flow Diagram และ Mode การทำงานในช่วงเวลาที่มีแสงแดด.....	48
30 Power Flow Diagram และ Mode การทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดด.....	49
31 Power Flow Diagram และ Mode การทำงานในช่วงเวลาที่ไม่มีพลังงานจาก PV และ Wind Turbine.....	50
32 ชุดควบคุมการทำงาน.....	57
33 Main Program	58
34 Sub process Wind & PV	59
35 Sub process Wind No PV	59
36 Sub process PV No Wind	60
37 Sub process No PV No Wind	60