รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประยุกต์ใช้ระบบเกียร์แบบหมู่และระบบควบคุมเกียร์ในระบบส่งกำลังของกังหันลมเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บพลังงานลม

โดย

ดร.ปฏิญญา สมานุหัตถ์ และคณะ

สิงหาคม 2558

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประยุกต์ใช้ระบบเกียร์แบบหมู่และระบบควบคุมเกียร์ในระบบส่งกำลังของกังหันลมเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บพลังงานลม

Application of Planetary Gear Sets Control to Drivetrain System in Wind Turbine to Improve Wind Energy Capture

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. นายปฏิญญา สมานุหัตถ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2. นายกฤตยา ไชยยศ	คณะวิศวกรรมศาสตร์
3. นายรัฐพงศ์ ปฏิกานัง	คณะวิศวกรรมศาสตร์

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ .....2555.....

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย ม.อบ.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

จากการศึกษาวิจัยสร้างชุดส่งกำลังต้นแบบสำหรับกังหันลม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า โดยอาศัยค่าประสิทธิภาพการทำงานของใบพัดกังหันลม และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ที่ระดับความเร็วลมต่างๆ เป็นตัวชี้วัดว่ากังหันลมที่ติดตั้งชุดส่งกำลังมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

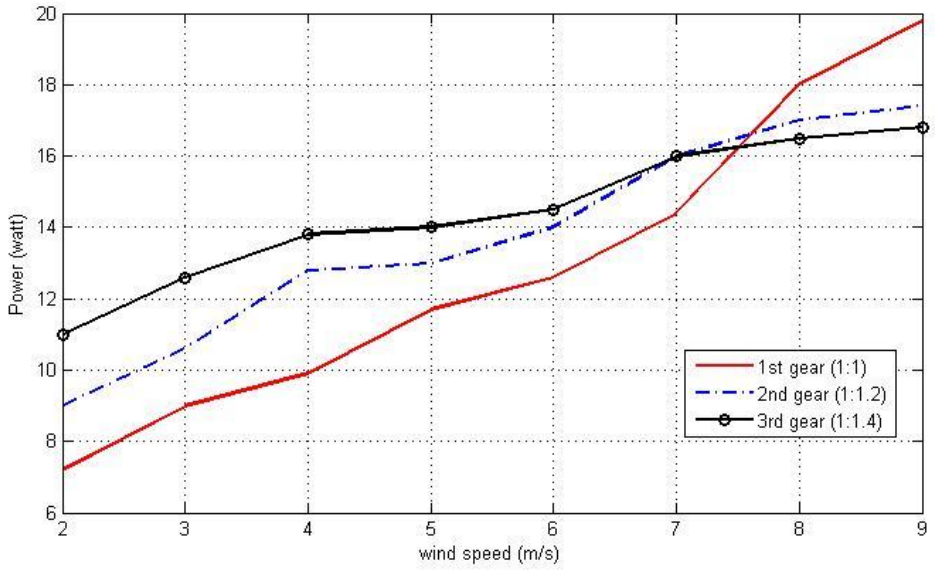
1. ทำการสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพกังหันลม
2. ทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่กังหันลมสามารถผลิตได้ที่ความเร็วลม 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 m/s
3. ทดสอบหาแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่กังหันลมสามารถผลิตได้เมื่อมีการติดตั้งชุดส่งกำลัง ณ ความเร็วลม 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 m/s
4. ทำการวิเคราะห์หากำลังไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับความเร็วลมที่ขนาดความเร็วที่ได้ทดสอบมาก่อนหน้านี้
5. ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกังหันลมจากข้อมูลที่ได้ทดสอบ

ผลการวิจัย มีดังนี้

1. กังหันลมเริ่มผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วลม 2 m/s (cut in speed)
2. กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้คือ 19.8 Watt ที่ความเร็วลม 9 m/s ที่เกียร์ 1
3. อัตราการผลิตไฟฟ้าแสดงในตารางข้างล่าง และ กราฟข้างล่าง
4. กังหันลมที่เกียร์ 2 และ 3 จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าที่เกียร์ 1 ในช่วงความเร็วลมต่ำกว่า 6 m/s
4. ในการทดสอบที่ความเร็วลม 10 m/s หรือสูงกว่านี้ ไม่สามารถทดสอบได้เพราะเสี่ยงต่อการที่กังหัน จะเสียหายเนื่องจากกระแสลมแรงมากเกินกว่าที่โครงสร้างกังหันลมต้นแบบจะทนทานได้

ความเร็วลม (m/s)	ความเร็วรอบ (rpm)	กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้า (V)	กำลังไฟฟ้า (W)	Gear 1 กำลังไฟฟ้า (W)	Gear 2 กำลังไฟฟ้า (W)	Gear 3 กำลังไฟฟ้า (W)
2	30	1.8	4	7.2	7.2	9	11
3	40	1.8	5	9	9	10.6	12.6
4	50	1.8	5.5	9.9	9.9	12.8	13.8
5	60	1.8	6.5	11.7	11.7	13	14
6	70	1.8	7	12.6	12.6	14	14.5
7	80	1.8	8	14.4	14.4	16	16
8	100	1.8	10	18	18	17	16.5
9	120	1.8	11	19.8	19.8	17.4	16.8

*Note: ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย



กราฟแสดงกำลังไฟฟ้าและความเร็วลม

กำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตได้ดังแสดงในตารางและกราฟข้างบนซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเร็วลม บ่งบอกได้ว่าเมื่อความเร็วลมสูงขึ้นความเร็วรอบของโรเตอร์จะเพิ่มขึ้นส่งผลให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยอัตราทดเกียร์ที่ใช้คือ เกียร์หนึ่งมีอัตราทดเป็น 1:1, เกียร์สองมีอัตราทดเป็น 1:1.2, เกียร์สามมีอัตราทดเป็น 1:1.4 โดยทำการทดสอบกังหันลมที่เกียร์ต่างๆ โดยเร็วจากความเร็วลม 2 m/s ไปยัง 9 m/s

หากว่ามีการเพิ่มอัตราทดระหว่างเพลากังหันลมและโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้มากขึ้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากในช่วงความเร็วลมต่ำกว่า 6 m/s เมื่อความเร็วลมสูงขึ้นกว่า 6 m/s กังหันลมที่อัตราทด 1 : 1 จะผลิตไฟฟ้าได้มากกว่า ที่เกียร์สองซึ่งมีอัตราทด 1: 1.2 และเกียร์สามซึ่งมีอัตราทด 1:1.4

ในการทดสอบนี้กังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้ถึงประมาณ 20 W ที่ความเร็วลม 9 m/s เมื่อระบบส่งกำลังมีอัตราทดหนึ่งต่อหนึ่ง อ ย่างไรก็ดีเครื่องเพราะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอันนี้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ประมาณ 100 - 400 watt ที่ความเร็วรอบ 100 - 800 รอบต่อนาที หากมีเพิ่มระบบส่งกำลังที่มีอัตราทดสูงขึ้น

ในการทดสอบนี้สามารถทดสอบกังหันลมได้ที่ความเร็วลมสูงสุด 9 m/s เพราะพบว่ามีความเป็นไปได้ที่กังหันลมจะเสียหายที่ความเร็วลมสูงกว่านี้ การทำงานของกังหันลมที่ความเร็วลมสูง กังหันเสี่ยงต่อความเสียหายมาก หากแรงลมทำให้เกิดแรงผลักมากกว่าแรงยกตัว จะเกิดมุมเชิดวิกฤต (stall angle) ซึ่งทำให้ใบกังหันฉีกขาด และโครงสร้างกังหันแตกหักได้ ดังนั้นแทนที่จะให้กังหันลมทำงานที่ความเร็วลมสูง กังหันลมควรที่จะถูกพัฒนาให้ทำงานที่ความเร็วลมที่ต่ำ และเพิ่มขนาดของกังหันลม พร้อมกับติดตั้งระบบส่งกำลังที่เหมาะสม เพื่อที่จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าให้มากขึ้น