

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ กิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ ต้องมีการใช้พลังงานเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงทำให้มีการคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีของการนำพลังงานมาใช้ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ โดยในอดีตมนุษย์ใช้พลังงานหลักจากดวงอาทิตย์ พลังงานความร้อนจากการเสียดสีของไม้หรือหิน ทำให้เกิดไฟเพื่อให้ความอบอุ่น แสงสว่าง และใช้สำหรับหุงต้มอาหาร จนกระทั่งได้มีการค้นพบแหล่งพลังงานแหล่งใหม่ที่ได้นำมาสู่การเปลี่ยนแปลงในเรื่องการใช้พลังงาน นั่นคือ น้ำมันปิโตรเลียม ซึ่งมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วจนกลายเป็นแหล่งพลังงานหลักของโลก และเนื่องจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ประกอบกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้จำนวนการใช้พลังงานมีการเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเมื่อพลังงานมีการถูกใช้อย่างมากและรวดเร็ว แต่ขณะที่แหล่งทรัพยากรมีอยู่อย่างจำกัด จึงส่งผลทำให้เกิดปัญหาราคาน้ำมันแพง ส่งผลให้เกิดความขัดแย้งทางสังคม การเมือง และที่สำคัญก่อให้เกิดปัญหาสภาวะโลกร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อเนื่องทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตของมนุษย์ ในท้ายที่สุดการแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นนี้ ต้องอาศัยหลักของการพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งแนวทางสำคัญประการหนึ่งคือ การใช้พลังงานทดแทน หรือการใช้พลังงานหมุนเวียนแบบต่างๆ เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ รวมถึงพลังงานชีวมวล โดยการเริ่มพัฒนาให้สามารถนำไปใช้ในชุมชนซึ่งเป็นส่วนย่อยของสังคม แล้วขยายสู่พื้นที่อื่นๆ ของสังคมอย่างทั่วถึงให้มากขึ้น ซึ่งสามารถช่วยแก้ปัญหาทั้งทางด้านเศรษฐกิจ ความขัดแย้งทางสังคม และมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ประเทศเกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

พลังงานลมเป็นพลังงานหนึ่งที่มีความสำคัญต่อโลก เพราะลมเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศและแรงจากการหมุนของโลก ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศเป็นลม ในปัจจุบันมนุษย์ได้ให้ความสำคัญและนำพลังงานจากลมมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากพลังงานลมมีอยู่ทั่วไป ไม่ต้องซื้อหา และเป็นพลังงานที่สะอาดไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่สิ้นสุด ประกอบกับพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยเป็นพื้นที่มีภูเขาสลับกับช่อง

เขาทำให้ได้รับอิทธิพลจากลมภูเขา (Mountain-Valley Breeze) และลมหุบเขา (Valley Mountain Breeze) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์คล้ายกับการเกิดลมบก (Land Breeze) และลมทะเล (Sea Breeze) ในบริเวณพื้นที่ที่ติดกับทะเล และจากผลการวิจัยของยงยศ วุฑฒิโกวิท พบว่าพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ได้รับอิทธิพลจากลมภูเขาที่มีความเร็วเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 4.1 m/s ความเร็วลมดังกล่าวมีค่ามากกว่า 3 m/s ซึ่งเป็นความเร็วลมขั้นต่ำที่สามารถนำไปหมุนกังหันลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกทั้งยังมีความเร็วลมกรรโชกสูงสุดประมาณ 25 m/s จึงทำให้สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยไม่เกิดการเสียหายต่อชุดกังหันลม ด้วยเหตุนี้การสร้างกังหันลมขนาดเล็ก (Small Wind Turbine) จึงมีความน่าสนใจในเรื่องการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในชุมชน เพราะมีกระบวนการสร้างที่ง่าย สะดวก มีขนาดน้ำหนักเบา และซ่อมบำรุงได้ง่าย แต่การสร้างกังหันลมขนาดเล็กจำเป็นต้องคำนึงถึงจากความเร็วรอบในการหมุนที่ต่ำ ซึ่งโดยปกติกังหันลมจะใช้ชุดเกียร์ทดรอบสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต้องใช้ความเร็วรอบสูงทำให้กังหันลมน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ต้องใช้แรงบิดสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากก่อให้เกิดการสูญเสียกำลังจากการทดรอบมาก และทำให้มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นด้วย

จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีแนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงการใช้พลังงานทดแทน โดยเฉพาะพลังงานลม ผู้วิจัยจึงมีความสนใจและต้องการวิจัยถึงการออกแบบ การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรสำหรับกังหันลมขนาดเล็กแบบขับเพลลาโดยตรงที่มีสมรรถนะการทำงานที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ ตลอดจนให้มีขนาดเล็ก มีการซ่อมบำรุงง่าย มีความเร็วรอบในการหมุนต่ำ และใช้แรงบิดต่ำ ตลอดจนช่วยลดการสูญเสียการจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อเกิดการเหนี่ยวนำแก่โรเตอร์ไม่ให้เกิดการสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งจะเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่จะสามารถนำไปเป็นพลังงานทดแทนต่อไปได้ในอนาคต

1.2 สรุปสาระสำคัญของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการออกแบบและประเมินสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม่เหล็กถาวรสำหรับกังหันลมขนาดเล็ก มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาสภาพพลังงานลมในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

เดช คำรงค์ดี และคณะ (2548) มีการศึกษาในช่วงเดือน พฤษภาคม 2546 - พฤษภาคม 2547 ในเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่าสะเมิง บ้านปางขม ตำบลยั้งเมิน อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการตรวจวัดความเร็วลมและทิศทางลม ที่ระดับ 20, 30 และ 40 เมตร ซึ่งจากการศึกษาพบว่าที่ความสูง 40 เมตร มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงกว่า 4.0 เมตรต่อวินาที ต่อมา ในปีพ.ศ. 2548 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้เก็บข้อมูล ความเร็วลมในโครงการหลวงแม่ปู้หลวง อ.พร้าว จ.เชียงใหม่ ก็พบว่าความเร็วลมเฉลี่ยสูงกว่า 4.0 เมตรต่อวินาที

ธนศ ไชยชนะ และคณะ (2551) ทำการวิเคราะห์สภาพพลังงานลม โดยใช้วิธี แจกแจงแบบ Weibull และ Rayleigh กรณีศึกษาที่ โครงการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริ คอยม่อนล้าน เชียงใหม่ ที่ระดับความสูง 20, 30 และ 40 เมตรจากพื้น ทุกๆ 10 นาที ผลการศึกษาพบว่าความเร็วลมเฉลี่ย 4.86 เมตรต่อวินาที เมื่อพิจารณากำลังลมพบว่ากำลังลมเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 75.04 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่ระดับความสูง 40 เมตร

กิตติกร สาสุจิตต์ และคณะ (2552) ได้ทำการประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจาก พลังงานลม กรณีศึกษา: โครงการหลวงแม่แฮ อำเภอสะเมิงจังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการ รวบรวมข้อมูลที่ประกอบด้วยความเร็วลมที่ระดับความสูง 20, 40 และ 80 เมตรจากพื้นดิน เป็นเวลา 1 ปี ช่วงเดือนมิถุนายน 2550 ถึง พฤษภาคม 2551 พบว่าความเร็วลมเฉลี่ย 4.30-5.00 เมตรต่อวินาที

วสันต์ ปินะเต (2553) ได้ทำการประเมินศักยภาพพลังงานลม โดยพิจารณาที่สถานี วัดลมโครงการหลวงแม่แฮ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ระดับความสูง 20, 40 และ 80 เมตรจากพื้นดิน โดยเป็นข้อมูลที่เก็บบันทึกทุกๆ 10 นาที เป็นเวลา 1 ปี เดือนมิถุนายน 2551 – พฤษภาคม 2552 ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 m/s ที่ระดับความสูง 40 เมตร จากพื้นดิน

1.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับกังหันลม

Onder Ozgener (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่อง A Small Wind Turbine System (SWTS) Application and its Performance Analysis เพื่อหาลำกำลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมขนาดเล็ก สำหรับการใช้ในการให้แสงสว่างของอาคารวิจัยด้านพลังงาน การวิจัยครั้งนี้ใช้กังหันลม

ขนาด 1.5 kW ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัด 3 เมตร มีความสูงจากพื้นดิน 12 เมตร ผลการวิจัยพบว่า ความเร็วลมเฉลี่ย 7.5 m/s ให้กำลังจากอัลเทอร์เนเตอร์สูงสุด 616 W

Tanate Chaichana et al. (2548) ทดสอบคุณลักษณะของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าของยานยนต์ที่มีขายตามท้องตลาด เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านพลังงานลม และงานด้านการบินสำรวจ โดยทำการวิจัยคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ 40 แอมแปร์ และ 12 โวลต์ 70 แอมแปร์ ของรถยนต์ เพื่อใช้งานกับกังหันลมขนาดเล็ก และวิจัยคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่เป็นแม่เหล็กถาวรของรถจักรยานเพื่อเป็นแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าใช้งานกับเครื่องบินสำรวจขนาดเล็ก โดยทำการวิจัยค่ากระแสไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้า และแรงบิดของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าของรถยนต์ ที่ความเร็วรอบ 700 – 3,200 รอบต่อนาที และทดสอบเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรของรถจักรยาน โดยทดสอบค่า กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าที่ความเร็วรอบ 1,000 – 10,000 รอบต่อนาที ผลการวิจัยพบว่า เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้ารถยนต์ขนาด 12 โวลต์ 40 แอมแปร์, 12 โวลต์ 70 แอมแปร์ เริ่มผลิตกระแสไฟฟ้าที่ ความเร็วรอบ 1,221 และ 930 รอบต่อนาที และแรงบิดเริ่มหมุนเท่ากับ 0.3694 และ 0.4372 นิวตัน-เมตร ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า ความเร็วรอบ ของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าแบบแม่เหล็กถาวรเป็นแบบเชิงเส้น โดยเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นจะสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้มากขึ้น และที่ความต้องการแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรจะต้องมีความเร็วรอบ 5,560 รอบต่อนาที

อนุรัตน์ เทวตา (2550) ออกแบบ และสร้างเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำ โดยประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1. กังหันน้ำ 2. ชุดทดรอบ 3. ชุดทึนลอย จากการทดสอบเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่สร้างขึ้นด้วยการนำไปลอยในแม่น้ำ แล้วบันทึกค่ากระแส และแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้ควบคู่ไปกับความเร็วกระแสน้ำ แต่ละช่วงเวลาในรอบ 1 วัน พบว่าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 112 W ที่ความเร็ว น้ำ 0.411 m/s และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเร็วกระแสน้ำที่เพิ่มขึ้น ปัญหาที่พบกังหันน้ำ ในลักษณะรูปแบบที่สร้างขึ้นมีความเร็วรอบต่ำ ในขณะที่อัลเทอร์เนเตอร์ที่นำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้ความเร็วรอบสูงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ส่งผลให้ต้องทำการทดรอบสูง จึงทำให้เกิดการสูญเสียกำลังในส่วนของการทดรอบมาก

Aswin Pasusaritakon and Sumpun Chaitep (2551) ได้ทำการศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรรอบต่ำ โดยทำการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับมอเตอร์ 3 เฟส ที่

ปรับความเร็วรอบได้ ซึ่งได้นำขดลวดทองแดงทั้งหมด 8 ขด มาต่อวงจร 2 แบบ ดังนี้ แบบที่ 1 นำขดลวดทองแดง 2 ขด ต่อกันแบบอนุกรมได้ 4 ชุด แล้วนำมาต่อวงจรแบบขนาน และแบบที่ 2 นำขดลวดทองแดงทั้ง 8 ขด ต่อวงจรแบบขนาน ทั้งหมด พบว่า การต่อขดลวดทองแดงแบบที่ 1 เหมาะกับการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีความเร็วรอบในช่วง 100-200 rpm ผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสตรง 12 V กำลัง 6-15 Watt และ แบบที่ 2 เหมาะกับการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วรอบในช่วง 200-300 rpm ผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสตรง 12 V กำลัง 15-30 Watt อย่างไรก็ตามถึงแบบที่ 1 มีความเร็วรอบที่ต่ำกว่าแบบที่ 2 แต่กระแสที่ให้ออกตามไปด้วย หมายถึงเวลาที่ชาร์จแบตเตอรี่ก็จะมากขึ้นตามไปด้วย

ยุทธนา จันทลีลา (2551) ได้พัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำที่ใช้ระบบแรงขับเคลื่อนจากลมธรรมชาติ โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วนคือ 1.ใบพัด ทำจากไม้สนมีขนาดความยาว 4 ฟุต จำนวน 3 ใบ ทำหน้าที่รับแรงลมแล้วเปลี่ยนพลังงานจลน์จากลมเป็นพลังงานกลและส่งต่อไปยังเพลาหมุน 2.เพลาหมุนทำหน้าที่เป็นตัวหมุนถ่ายแรงกล 3.เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบด้วยแผ่นวางขดลวด จำนวน 9 คอยล์ ใช้ขดลวด เบอร์ 17 AWG โดยพัน ขดลวด 75 รอบต่อคอยล์ ต่อแบบ series/star-3 coil in series per phase และแผ่นวางแม่เหล็กขนาด 2"x1"x1/2" จำนวน 2 แผ่น แผ่นละ 12 ตัว โดยวางแผ่นขดลวดอยู่ตรงกลาง ใช้แผ่นแม่เหล็กประกบยึดติด กับเพลาหมุน เมื่อขดลวดตัวนำตัดกับสนามแม่เหล็กก็จะเกิดแรงไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ตัวนำนั้น 4.ชุดทาง ทำจากแผ่นไม้อัดขนาด 4 มิลลิเมตรอบด้วยน้ำยาเรซิน ทำหน้าที่บังคับตัวเรือนและ ใบพัดเพื่อให้หันรับแรงลมได้ทุกทิศทาง 5.โครงเสา ทำด้วยเหล็กประกอบเป็นโครงถักความสูงประมาณ 15-20 เมตร เมื่อลมมาปะทะจนทำให้กังหันหมุนทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่มีอยู่ติดกับ ส่วนของเพลาหมุนผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสสลับผ่านชุดแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง ส่ง เข้าเครื่องควบคุม เพื่อเก็บกระแสไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 12 VDC แล้วจึงเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับอีกทอดหนึ่ง ซึ่งเป็นไฟฟ้าที่ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน จากผลการวิจัยพบว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำที่ใช้แรงขับเคลื่อนจากลมธรรมชาติเมื่อมีกระแสลมตั้งแต่ 1.8 เมตร/วินาที ใบพัดกังหันลมเริ่มทำการหมุนจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 10 VDC เมื่อแรงลมเพิ่มที่ระดับ 2.75 เมตรต่อวินาที แรงดันอยู่ที่ระดับ 12.25 V ทำให้เครื่องชาร์จ สามารถชาร์จเข้าแบตเตอรี่ 12 VDC และเมื่อแรงลมอยู่ที่ 3.5 เมตรต่อวินาทีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ระดับ 14.25 V

ธานินทร์ เหลืองศิริ (2552) พัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำที่ใช้ระบบแรงขับเคลื่อนจากลมธรรมชาติความเร็วต่ำ ที่มีความเร็วในการผลิตไฟฟ้าไม่เกิน 6 m/s ให้พิกัดกำลัง 250

W ที่ความเร็วลม 6 m/s และออกแบบกังหันลมแกนนอน 3 ใบ และชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส ใช้แม่เหล็กถาวร 9 คู่ขั้วแม่เหล็ก แรงดันไฟฟ้า 16.58 V กระแสไฟฟ้า 6.6 A ที่ความเร็วรอบ 240 rpm จากการทดสอบระบบพบว่ากังหันลมเริ่มหมุนที่ความเร็วลมประมาณ 3 m/s และที่ความเร็วลมเท่ากับ 6 m/s กังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 90 W โดยกังหันลมมีประสิทธิภาพ 40.51 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการทดสอบใช้งานกังหันลมผลิตไฟฟ้ากับบ้านตัวอย่างสามารถผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดวันละ 10 kWh จากการวิจัยการออกแบบระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วลมต่ำซึ่งจากผลการทดลองพบว่า กังหันลมเริ่มผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ความเร็วลมต่ำกว่า 2 m/s แต่พลังงานที่ได้อยู่ในระดับต่ำไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง โดยพลังงานไฟฟ้าที่กังหันลมผลิตได้สามารถนำไปใช้งานได้จริงต้องอาศัยความเร็วลมที่สูงกว่า 5 m/s ซึ่งความเร็วลมดังกล่าวมีค่าค่อนข้างสูง สำหรับประเทศไทย

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.3.1 เพื่อออกแบบ และสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรสำหรับใช้กับกังหันลมขนาดเล็ก
- 1.3.2 เพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรที่ใช้สำหรับกังหันลมขนาดเล็ก

1.4 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

- 1.4.1 สร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้แม่เหล็กถาวร ขนาดขึ้นอยู่กับภาระโหลดที่พิกัดอาศัยในส่วนของแสงสว่าง และโทรทัศน์ชนิดกังหันลมใช้พิจารณาเป็นกังหันลมแกนนอน
- 1.4.2 การประเมินศักยภาพพลังงานลมได้ใช้ข้อมูลศักยภาพพลังงานลมภายในบริเวณตำบลแม่แฮ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่
- 1.4.2 สมรรถนะที่ต้องการจากการทดสอบคือ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ และแรงบิด กับความเร็วรอบต่างๆ
- 1.4.3 ใช้รอบการหมุนของโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรที่มีความเร็วรอบต่ำในช่วง 85-350 rpm และมีค่าแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 12 V
- 1.4.4 ใช้วิธีการทดสอบการหาค่าสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรจากตัวแปรดังนี้ แรงบิด (Torque) กำลัง (Power) ความเร็วรอบ (rpm) แรงดันไฟฟ้า (Volt) และแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Current)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

- 1.5.1 ได้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรสำหรับกังหันลมขนาดเล็กที่มีความเร็วรอบต่ำและสมรรถนะการทำงานที่สูงขึ้น
- 1.5.2 ได้แนวทางในการออกแบบพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรสำหรับใช้กับกังหันลมขนาดเล็ก ในชุมชนที่มีการขาดแคลนไฟฟ้าได้



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved