บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การเจริญเติบโตของเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ทำให้อัตราการการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อนออกสู่บรรยากาศสูงขึ้น ประกอบกับในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ปริมาณเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลมีปริมาณลดลงอย่างมาก หลายประเทศเริ่มมีการตื่นตัวเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการนำแหล่งพลังงานธรรมชาติมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าเพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล เนื่องจากแหล่งพลังงานธรรมชาติเป็นพลังงานที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ ไม่มีค่าใช้จ่ายทางด้านเชื้อเพลิง และเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

พลังงานลมเป็นพลังงานหมุนเวียนที่ได้รับความสนใจในการนำมาใช้ผลิตไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันการใช้พลังงานลมในการผลิตไฟฟ้ามีสัดส่วนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ปัญหาหลักของการนำพลังงานลมมาใช้ก็คือ กำลังผลิต ขนาดของแรงดันไฟฟ้า และความถี่ที่ได้ จะมีค่าไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากความเร็วลมจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามสภาพภูมิอากาศและสภาพพื้นที่ เมื่อกำลังไฟฟ้าที่ไม่สม่ำเสมอไหลเข้าสู่ระบบ อาจจะส่งผลให้ระบบเกิดปัญหาด้านเสถียรภาพและคุณภาพของไฟฟ้าได้

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมนั้นมีหลายชนิด แต่ชนิดที่นิยมใช้มากในปัจจุบันคือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำสองทางชนิดที่สามารถปรับเปลี่ยนความเร็วได้ (Variable Speed Doubly Fed Induction Generator; VS-DFIG) ที่มีคอนเวอร์เตอร์ต่อเชื่อมขดลวดโรเตอร์กับระบบไฟฟ้า ซึ่งมีข้อดีคือ คอนเวอร์เตอร์ที่ใช้มีขนาดเล็ก เนื่องจากกำลังไฟฟ้าที่เข้าสู่คอนเวอร์เตอร์มีค่าเพียง 25-30% ของกำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตได้ ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน สำหรับโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ DFIG นั้น ฝั่งสเตเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต่อโดยตรงกับระบบไฟฟ้า ส่วนทางด้านโรเตอร์จะต่อกับระบบไฟฟ้าโดยผ่านคอนเวอร์เตอร์ 2 ตัว การควบคุมในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า DFIG นี้ จะมีการควบคุม 2 ส่วน คือ การปรับมุมพิชของใบพัดของกังหันลม ซึ่งเป็นการควบคุมทางกล เพื่อป้องกันความเสียหายต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อความเร็วลมมีค่าสูง และการควบคุมทางไฟฟ้าผ่านคอนเวอร์เตอร์ซึ่งจะแยกเป็นการควบคุมกำลังไฟฟ้าจริงและการควบคุมกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟโดยใช้วิธีการควบคุมแบบติดตามกำลังลมสูงสุด (Maximum Wind Power Tracking; MPT) ลักษณะการติดตามนี้สามารถทำได้โดยการปรับความเร็วเชิงมุมของกังหันลม เพื่อที่จะให้ได้กำลังขาออกจากกังหันลมมีค่ามากที่สุด

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ได้มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมเพิ่มมากขึ้นในหลายประเทศ ซึ่งส่วนสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงคือ ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้า โดยเฉพาะปัญหาด้านเสถียรภาพต่อระบบไฟฟ้าเนื่องจากกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มีขนาดไม่สม่ำเสมอ ปัญหาเสถียรภาพและคุณภาพไฟฟ้าที่กล่าวมานี้ สามารถถูกแก้ไขได้โดยการติดตั้งแบตเตอรี่เข้ากับระบบผลิตกำลังไฟฟ้าเพื่อช่วยเก็บกักกำลังไฟฟ้าเมื่อผลิตได้มากกว่ากำลังไฟฟ้าที่ระบบต้องการ หรือช่วยชดเชยกำลังไฟฟ้าส่วนที่ขาดเมื่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้น้อยกว่ากำลังไฟฟ้าที่ระบบต้องการ สิ่งที่สำคัญในการติดตั้งแบตเตอรี่ที่จะต้องคำนึงถึงก็คือ การเลือกขนาดแบตเตอรี่ให้มีความเหมาะสมกับกำลังการผลิตซึ่งจะทำให้สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพียงพอกับความต้องการของโหลด และลดขนาดการแกว่งของกำลังไฟฟ้าที่เข้าสู่ระบบซึ่งช่วยลดผลกระทบทางด้านเสถียรภาพและคุณภาพของไฟฟ้าที่ผลิตได้ นอกจากนี้ ขนาดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมก็จะทำให้ต้นทุนการผลิตโดยรวมมีค่าไม่สูงเกินความจำเป็นอีกด้วย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอวิธีการคำนวณขนาดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมเพื่อช่วยแก้ปัญหาการแกว่งของกำลังไฟฟ้า โดยขั้นตอนการวิเคราะห์ที่นำเสนอจะเริ่มจากการสร้างแบบจำลองของความเร็วลม ต่อมาจะพิจารณากำลังลมที่ออกจากกังหันลมซึ่งค่านี้จะคำนวณได้จากกลศาสตร์การเคลื่อนที่ของอากาศ จากนั้น เราจะสามารถคำนวณกำลังไฟฟ้า แรงดัน ที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และความถี่ของระบบได้ โดยอาศัยการควบคุมแบบเวกเตอร์ในคอนเวอร์เตอร์ เพื่อควบคุมกำลังจริงและกำลังรีแอคทีฟขาออก และช่วยควบคุมแรงดันของระบบ ซึ่งกำลังไฟฟ้าที่ผ่านออกมาเข้าสู่ระบบส่งไฟฟ้าจะมีค่าสูงสุดตามวิธีการติดตามกำลังลมสูงสุด ถึงแม้ว่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จะมีค่ามากเพียงพอกับความต้องการของโหลดก็ตาม แต่กำลังไฟฟ้าที่ได้ยังคงมีปัญหาในเรื่องของความไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจะส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้ามีค่าไม่คงที่ตามไปด้วย ดังนั้นเมื่อกำลังไฟฟ้า แรงดัน และความถี่ดังกล่าวผ่านเข้าสู่ระบบส่งไฟฟ้าจะทำให้เกิดปัญหาด้านเสถียรภาพจึงต้องมีการติดตั้งแบตเตอรี่ที่มีขนาดที่เหมาะสมเข้ากับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมเพื่อช่วยลดการแกว่งของกำลังไฟฟ้า ซึ่งสามารถช่วยลดผลกระทบต่อเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าได้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมที่มีแบตเตอรี่ติดตั้งอยู่ด้วย โดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำสองทางชนิดปรับเปลี่ยนความเร็วได้
2. เพื่อศึกษาการควบคุมระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมเพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าสูงสุด โดยใช้วิธีการติดตามกำลังสูงสุด

3. เพื่อศึกษาการเลือกขนาดแบตเตอรี่ที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดการแกว่งของกำลังไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. พิจารณาระบบไฟฟ้าเป็นระบบสามเฟสสมดุล
2. ละเลยผลของสภาวะชั่วครู่ทางด้านขดลวดสเตเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. กำหนดให้ความต้องการไฟฟ้าของโหลดมีค่าคงที่
4. กำหนดให้โครงสร้างของบัสอนันต์เป็นบัสที่มีแรงดัน มุมเฟส และความถี่คงที่
5. ไม่พิจารณาผลของฮาร์โมนิกส์ของระบบผลิตกำลังไฟฟ้าพลังงานลม
6. พิจารณาเฉพาะแบตเตอรี่ชนิดกรดตะกั่ว
7. ไม่พิจารณาผลของอุณหภูมิที่มีต่อแบตเตอรี่

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีดำเนินงาน

1. ศึกษาโครงสร้างของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม โดยค้นคว้าจากหนังสือและวารสารทางวิชาการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. ศึกษาวิธีการควบคุมระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม โดยใช้วิธีการติดตามกำลังสูงสุด
3. ศึกษาวิธีการควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำแบบเหนี่ยวนำสองทาง ชนิดปรับความเร็วได้
4. ศึกษาโครงสร้างและแบบจำลองของแบตเตอรี่ชนิดกรดตะกั่ว
5. ศึกษาวิธีการคำนวณเพื่อเลือกขนาดแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับระบบ
6. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม แบตเตอรี่ และระบบที่จะใช้ทดสอบพร้อมทั้งเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง
7. ทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อเลือกขนาดแบตเตอรี่ที่เหมาะสม
8. ทดสอบความสามารถและประสิทธิภาพของโปรแกรมกับระบบทดสอบที่กำหนด
9. วิเคราะห์และสรุปผลงานวิจัย
10. เรียบเรียงผลงานวิจัยเพื่อทำการเสนอต่อคณะกรรมการต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

1. วิธีการคำนวณเพื่อเลือกขนาดแบตเตอรี่ที่เหมาะสมที่จะติดตั้งในระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม เพื่อช่วยลดการแกว่งของกำลังไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ
2. โปรแกรมที่ใช้ในการจำลองระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมที่มีการติดตั้งแบตเตอรี่

3. โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณและเลือกขนาดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสม

1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ที่นำเสนอได้ถูกจัดเรียงลำดับตามความเหมาะสมเป็นดังต่อไปนี้

บทที่ 1 จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต รวมทั้งขั้นตอนการดำเนินงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎีพื้นฐานกับเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม โดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำสองทางชนิดปรับเปลี่ยนความเร็วได้

บทที่ 3 ในเบื้องต้นจะกล่าวถึงความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์กักเก็บพลังงานชนิดต่างๆ คุณสมบัติของแบตเตอรี่ ชนิดของแบตเตอรี่ ลักษณะทางสมรรถนะของแบตเตอรี่ การต่อชุดแบตเตอรี่ และในส่วนสุดท้ายจะกล่าวถึงความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรแปลงกำลัง

บทที่ 4 ในบทนี้จะกล่าวถึงแบบจำลองของแบตเตอรี่ชนิดกรดตะกั่วที่ใช้ในอดีตจนถึงปัจจุบัน รวมถึงข้อดีและข้อเสียของแบบจำลองของแบตเตอรี่แต่ละชนิด แบบจำลองของคอนเวอร์เตอร์และอินเวอร์เตอร์ และส่วนสุดท้ายจะกล่าวถึง ขั้นตอนในการคำนวณหาขนาดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสม

บทที่ 5 จะกล่าวถึงผลการคำนวณความจุแบตเตอรี่ด้วยวิธีที่นำเสนอ โดยจะแบ่งผลการทดลองออกเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่ (1) การทดสอบการสุ่มความเร็วลม (2) การทดสอบกำลังไฟฟ้า แรงดัน เมื่อผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำสองทาง และความถี่ที่เข้าสู่ระบบ (3) การหาขนาดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสม และส่วนสุดท้ายคือ (4) การทดสอบกำลังไฟฟ้า แรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และความถี่ที่เข้าสู่ระบบเมื่อใช้ขนาดแบตเตอรี่ตามที่คำนวณได้

บทที่ 6 จะกล่าวถึงบทสรุปที่ได้จากงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้