บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

มากกว่า 150 ปี มาแล้วที่ได้มีการคิดค้นเทคโนโลยีเกี่ยวกับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากปฏิกิริยาเคมีหนึ่งในจำนวนนั้นก็ คือ พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากสารกึ่งตัวนำเมื่อมีอนุภาคของแสงมากระทบเราเรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์(Solar Cell) จากนั้นได้มีการนำมาใช้จนถึงในปัจจุบันซึ่งมีแน้วโน้มที่เพิ่มมากขึ้นและอาจจะเป็นแหล่งพลังงานหลักที่จะมาทดแทนพลังงานจากน้ำมันหรือแก๊สธรรมชาติที่นับวันจะหมดลงไปเรื่อย ๆ แต่เนื่องจากแสงอาทิตย์เป็นเหตุการณ์ตามธรรมชาติที่ไม่สามารถจะคาดเดาได้ปริมาณได้จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีปริมาณที่ไม่แน่นอน ดังนั้นจึงได้มีการหาความเป็นไปได้ที่จะคาดเดาเหตุการณ์ล่วงหน้าถึงปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะได้รับในอนาคตอย่างมีเหตุมีผล โดยอาศัยข้อมูลสถิติพลังงานแสงอาทิตย์ที่เก็บบันทึกไว้ ฯลฯ เพื่อที่ใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบขนาดระบบโฟโตโวลตาอิก(Photovoltaic)ให้สัมพันธ์กับโหลด ขณะเดียวกันก็จะคำนึงถึงต้นทุนในการผลิตที่สามารถแข่งขันกับแหล่งพลังงานอื่นได้ นั้นก็หมายถึงทุกส่วนในระบบจะต้องสมดุลยกันทั้งปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดของการสำรองพลังงาน ปริมาณโหลดและระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ต้องการ

1.2 ความเป็นมาของปัญหา

ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากระบบโฟโตโวลตาอิกแบบแยกอิสระสิ่งที่สำคัญ ก็คือ ความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบซึ่งความน่าเชื่อถือนี้จะขึ้นอยู่กับ ขนาดของระบบ ปริมาณโหลดและปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ดังนั้นความสัมพันธ์ที่เหมาะสมจะทำให้การผลิตพลังงานไฟฟ้ามีราคาถูกลงได้ วิธีที่ผ่านมา [1] ได้แสดงการวิเคราะห์ขนาดระบบโฟโตโวลตาอิก (ขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์และขนาดแบตเตอรี่) ที่สัมพันธ์กับระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าโดยใช้ค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์และปริมาณโหลดเฉลี่ยร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์ที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลสถิติพลังงานแสงอาทิตย์จำนวนหลาย ๆ สถานี ที่ครอบคลุมพื้นที่นั้นทั้งหมด ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์นี้เป็นค่าเฉพาะจะขึ้นอยู่กับระดับความน่าเชื่อถือที่ค่าใดค่าหนึ่ง วิธีนี้ถึงแม้จะคำนวณหาขนาดของระบบได้ง่ายแต่ในวิธีการไม่ได้คำนึงถึงผลจากการเปลี่ยนแปลงของ

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับหรือลักษณะของโหลด ซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบโดยตรง และวิธีการสร้างแผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณหาขนาดของระบบที่เหมาะสมมีความยุ่งยาก จากนั้นได้มีการพัฒนาวิธีที่ใช้ข้อมูลพลังงานเฉลี่ยที่ [2] หาได้ทั่วไปแทนการใช้ข้อมูลสถิติที่หาได้ยากกว่า เช่น ค่าเฉลี่ยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ค่าเฉลี่ยดัชนีความกระจ่าง (Clearness index) ฯลฯ ในการคำนวณหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มุ่งเน้นที่จะคำนวณหาขนาดของระบบที่สัมพันธ์กับระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ต้องการ ส่วนการคำนวณหาขนาดของแบตเตอรี่จะขึ้นอยู่กับความต้องการสำรองพลังงานของผู้ใช้เป็นหลัก แต่วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นไม่ได้คำนึงถึงผลจากการเปลี่ยนแปลงของระดับพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีผลต่อปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และการเปลี่ยนแปลงของโหลดหรือความสามารถในการสะสมพลังงานของระบบ ซึ่งจะมีผลต่อระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบ จากสาเหตุดังกล่าวทำให้ขนาดของระบบที่วิเคราะห์ได้ไม่สัมพันธ์กับโหลดนั่นก็หมายถึงระบบจะไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ตามระดับที่ต้องการ

วิธีที่กล่าวมาข้างต้น มีขั้นตอนการวิเคราะห์ขนาดของระบบและการหาค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ที่ซับซ้อนและยุ่งยากซึ่งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ และรายละเอียดในการจำลองยังไม่ได้คำนึงถึงผลจากการเปลี่ยนแปลงของระดับพลังงานแสงอาทิตย์ที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับ ปริมาณความต้องการโหลดในแต่ละเวลา หรืออุณหภูมิแวดล้อม สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อการวิเคราะห์หาขนาดของระบบที่เหมาะสม และจากการใช้ข้อมูลเฉลี่ยในการวิเคราะห์นั้นจะทำให้ได้ขนาดของระบบที่มีขนาดเล็กกว่าความเป็นจริง[3] นั่นหมายถึงระบบจะไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดได้ตามที่ต้องการ

1.3 แนวทางในการแก้ปัญหา

งานวิจัยนี้เสนอวิธีการวิเคราะห์หาขนาดของระบบโฟโตโวลตาอิกแบบแยกอิสระขนาดเล็ก (ขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์และขนาดแบตเตอรี่) ที่สัมพันธ์กับลักษณะของโหลดและมีระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ตามที่ต้องการ โดยใช้เทคนิคการจำลองการทำงานของระบบแบบรายชั่วโมง ซึ่งจะทำการคำนวณหาพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับเป็นพลังงานด้านเข้าที่ใช้คำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ในแต่ละชั่วโมงของวัน

ประกอบกับการใช้ข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์ และอุณหภูมิแวดล้อมมาคำนวณร่วม ทำให้สามารถที่จะจำแนกพลังงานด้านเข้าและด้านออกของอุปกรณ์ในระบบ ได้ถูกต้องมากกว่าการใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายวัน[3]และเมื่อนำค่าพลังงานที่ผลิตได้ในแต่ละชั่วโมงของวันเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการโหลดจะสามารถรู้พลังงานส่วนที่เกินความต้องการที่สะสมได้ในแบตเตอรี่เป็นจำนวนเท่าไร เพื่อเป็นการลดขั้นตอนที่ยุ่งยากในการวิเคราะห์หาขนาดของระบบที่เหมาะสมกับโหลด จะนำค่าพลังงานที่ได้จากการจำลองการทำงานของระบบมาสร้างเป็นเงื่อนไขที่สอดคล้องกับระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าตามที่เราต้องการ แล้ววิเคราะห์หาขนาดของระบบที่เหมาะสมได้โดยใช้วิธีการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

1.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Egido and Lorenzo [1] ได้สรุปวิธีการวิเคราะห์ขนาดของระบบโฟโตโวลตาอิก สามารถแบ่งออกเป็น 3 วิธีคือ

ก. วิธีการคาดคะเน (Method Based on Guesswork) การคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของระบบโฟโตโวลตาอิกจะใช้ข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ในเดือนที่น้อยที่สุดในการประมาณหาขนาดของระบบ

ข. ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Numerical Method) การหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดของแบตเตอรี่และโหลด โดยอาศัยเทคนิคการจำลองการทำงานของระบบ จากการจำลองทำให้รู้ถึงพลังงานส่วนที่ขาด ซึ่งค่าพลังงานนี้จะนำไปคำนวณหาความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบ

ค. วิธีการวิเคราะห์ (Analytic Method) การหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของระบบ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติพลังงานแสงอาทิตย์ของสถานที่ติดตั้งระบบเป็นหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการพลังงานของโหลดทำให้รู้พลังงานส่วนที่ขาด ซึ่งเป็นสิ่งที่วัดถึงความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบ

และ Egido and Lorenzo ได้เสนอวิธีที่วิเคราะห์ขนาดของระบบโฟโตโวลตาอิก โดยการสร้างแผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณหาขนาดของระบบ จากข้อมูลสถิติพลังงานแสงอาทิตย์จำนวนมากและครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ทำให้สามารถคำนวณหาขนาดของระบบได้ง่ายขึ้น

Sidrach-de-Cardon and Mora Lo′pez [2] ได้สร้างสมการ โดยใช้ข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ เฉลี่ยต่อวัน ต่อเดือน และค่าดัชนีความกระจ่าง มาหาค่าสัมประสิทธิ์ที่สัมพันธ์กับระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบที่ค่า ๆ หนึ่ง โดยใช้วิธีวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นแบบหลายเชิงสำหรับใช้ในการคำนวณหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และขนาดของแบตเตอรี่ขึ้นอยู่กับความต้องการสำรองพลังงานให้กับโหลด

Notton, et al. [3] ได้ประยุกต์ใช้วิธีการจำลองการทำงานของระบบโฟโตโวลตาอิกแบบแยกอิสระในการหาขนาดของระบบ โดยได้เพิ่มเงื่อนไขทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์และราคาการผลิตต่อหน่วยสำหรับช่วยในการเลือกขนาดของระบบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งโหลดที่ใช้ในการทดสอบแบ่งออกเป็น 4 แบบ แต่ละแบบจะมีช่วงเวลาความต้องการพลังงานที่แตกต่างกันและยังได้ศึกษาถึงผลจากการใช้ข้อมูลพลังงานด้านเข้าและด้านออกของระบบที่ได้จากการจำลองการทำงาน เพื่อนำไปวิเคราะห์หาขนาดของระบบ ซึ่งพบว่าการใช้ข้อมูลโหลดเฉลี่ยรายวันเป็นเหตุให้ขนาดของระบบที่ได้รับมีขนาดเล็กกว่าความเป็นจริง

Exell [4] ได้แสดงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในรูปสมการกำลัง สำหรับคำนวณหาค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แบบโดยรวม ค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แบบโดยตรง และ ค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แบบโดยอ้อม ในสภาพที่ท้องฟ้าแจ่มใสและสภาพที่ท้องฟ้ามีเมฆ สำหรับใช้คำนวณในประเทศไทยที่มีความหนาแน่นของไอน้ำในชั้นบรรยากาศ หนาระหว่าง 2 ถึง 5 เซนติเมตร โดยแสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณหาความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ในรูปสมการกำลัง

Exell and Saricali [5] ได้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แบบโดยรวมกับค่าความยาวนานแสงอาทิตย์โดยใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้นของอังสตรอม ที่ได้แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของสถานีเชียงใหม่และสถานีกรุงเทพ ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ตลอดทั้งปีออกเป็น 8 ช่วง สำหรับสถานีอื่น (ภายในประเทศไทย) สามารถที่นำไปประยุกต์ใช้คำนวณหาค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จากลักษณะความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นเชิงเส้นกับละติจูดของสถานที่นั้น ๆ

Klucher [6] ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แบบโดยรวมที่ตกกระทบบนพื้นเอียง ในสภาพท้องฟ้าที่มีการกระจายของเมฆไม่สม่ำเสมอ (ไม่รวมค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่สะท้อนจากพื้นดิน) ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถที่ประมาณค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แบบโดยรวมที่ตกกระทบบนพื้นเอียง โดยมีความผิดพลาดน้อยกว่า 25 วัตต์ / ตารางเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่วัดได้จากไพราโนมิเตอร์

Salameh, et al. [8] ได้แสดงวิธีการจำลองโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น 3 แบบ ในการวิเคราะห์พลังงานแสงที่ได้รับและจำลองการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อคำนวณหาค่าตัวประกอบขนาดความจุ (Capacity Factors) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละบริษัท แสดงให้เห็นว่าข้อกำหนดทางเทคนิคของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีผลกับพลังงานที่ผลิตได้ที่แต่ละระดับความเข้มแสงและพบว่าการเลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เหมาะสมก็ขึ้นอยู่กับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานที่ติดตั้งระบบด้วย

Krenzinger and Wagner [10] ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอุปกรณ์ในระบบโฟโตโวลตาอิกแบบแยกอิสระและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้สดวกแก่การนำไปใช้ในประเทศที่กำลังพัฒนาเนื่องจากการขาดแคลนข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์ ซึ่งเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองกับการทดลองเก็บข้อมูลเป็นเวลา 6 วัน มีผลสอดคล้องกันสามารถที่นำไปประยุกต์ใช้งานได้

1.5 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.5.1 พัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาขนาดระบบโฟโตโวลตาอิกแบบแยกอิสระขนาดเล็กที่สัมพันธ์กับโหลดและมีระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าตามที่ต้องการ

1.5.2 เพื่อศึกษารูปแบบของโหลดและระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่มีผลต่อขนาดของระบบโฟโตโวลตาอิกแบบแยกอิสระขนาดเล็ก

1.6 ขอบเขตของการทำวิจัย

1.6.1 พัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาขนาดของระบบโฟโตโวลตาอิกแบบแยกอิสระขนาดเล็กที่สัมพันธ์กับโหลดและมีระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าตามที่ต้องการ โดยใช้เทคนิคการจำลองการทำงานของระบบแบบรายชั่วโมงและใช้ค่าพลังงานที่ได้จากการจำลองการทำงานของระบบมาสร้างเป็นเงื่อนไขแล้ววิเคราะห์หาขนาดของระบบที่เหมาะสมโดยใช้วิธีตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น

1.6.2 ทดสอบการวิเคราะห์ของโปรแกรม โดยใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดเชียงใหม่ คือ ข้อมูลสถิติความยาวนานแสงแดดสูงสุดรายวันและอุณหภูมิรายชั่วโมง จำนวน 5 ปี และข้อมูลโหลดจำลองจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่สาธารณะ ข้อมูลเทคนิคของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ข้อมูลเทคนิคของชุดควบคุม และข้อมูลเทคนิคของแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ของโปรแกรม

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้วิธีการวิเคราะห์หาขนาดของระบบโฟโตโวลตาอิกแบบแยกอิสระขนาดเล็กที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับลักษณะของโหลดในรูปแบบต่าง ๆ

1.7.2 สามารถวิเคราะห์ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้า โหลด และขนาดของระบบโฟโตโวลตาอิกแบบแยกอิสระขนาดเล็ก

1.7.3 เป็นเครื่องมือ สำหรับช่วยผู้ออกแบบในการตัดสินใจเลือกขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และขนาดแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับโหลด และมีระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ตามที่ต้องการ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University