บทที่ 1
บทนำทั่วไป

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

โคเจนเนอเรชันเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาและมีใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมในหลายประเทศทั่วไป เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น หรือแม้แต่ประเทศไทย เป็นต้น ในฐานะที่เป็นวิธีการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดมาเป็นเวลานาน เมื่อประมาณเกือบร้อยปีที่ผ่านมา มีผู้ใช้น้อยลงเรื่อยๆ เนื่องจากพลังงานมีราคาถูกไม่มีสิ่งจูงใจให้สนใจทำกัน จนกระทั่งเมื่อเกิดวิกฤติการณ์พลังงานในปี 1973 และ 1979 จึงมีผู้นำเอาระบบโคเจนเนอเรชันมาใช้ใหม่ด้วยเหตุผลทางเศรษฐกิจ คือ การประหยัดพลังงาน และประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลง

ตามประวัติที่เล่ากันมา [15] มีตัวอย่างของผู้ใช้ระบบโคเจนเนอเรชันในสมัยต้นศตวรรษที่ 20 คือ โรงงานของบริษัทดาวเคมิคัล (Dow Chemical) ซึ่งตั้งอยู่ที่เมืองมิดแลนด์ มลรัฐมิชิแกน นายเฮอร์เบิร์ต เอช. ดาว (Herbert H. Dow) ผู้ก่อตั้งบริษัทในปี 1897 เพื่อผลิตโบรมีนและคลอรีน จากน้ำเกลือโดยใช้กระบวนการอิเล็กโตรไลซิสแบบใหม่ ระยะแรก นายดาวผลิตพลังงานไฟฟ้าขึ้นใช้เองโดยใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงและเครื่องจักรไอน้ำเป็นตัวต้นกำลัง โดยไม่ได้นำเอาความร้อนเหลือทิ้งจากเครื่องจักรไอน้ำกลับมาใช้ใหม่ ต่อมาในปี 1910 นายดาวได้พัฒนากระบวนการผลิตคลอรีนใหม่ ทำให้มีความต้องการใช้ไอน้ำที่อุณหภูมิต่ำ ไอน้ำที่มาจากหม้อน้ำเมื่อนำไปหมุนเครื่องจักรไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าแล้ว จะมีส่วนที่เหลือเรียกว่าไอเสีย ออกจากเครื่องจักรไอน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 150°F โดยปกติจะทิ้งไปในบรรยากาศ แต่นายดาวได้นำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตคลอรีนแบบใหม่ของเขา ทำให้เขาประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนที่จะต้องติดตั้งหม้อไอน้ำใหม่ลง วิธีการเช่นนี้เรียกว่า โคเจนเนอเรชัน บริษัทดาวเคมิคัลเป็นผู้ใช้ระบบโคเจนเนอเรชันมาตั้งแต่ครั้งนั้นจนถึงปัจจุบัน อาจกล่าวได้ว่าในปัจจุบันบริษัทดาวเคมิคัลเป็นผู้ใช้ระบบโคเจนเนอเรชันที่ใหญ่ที่สุดในโลก

ในสมัยแรกๆ ต้นศตวรรษมี่ 20 โรงงานอุตสาหกรรมต่างพากันผลิตไฟฟ้าขึ้นใช้เองเช่นเดียวกับบริษัทดาวเคมิคัล เนื่องจากในสมัยนั้นการกระจายกระแสไฟฟ้ามีความเชื่อถือได้ต่ำ มีราคาแพง และหาไม่ได้ทั่วไป ดังนั้นในระยะต้นศตวรรษที่ 20 นี้จึงปรากฏว่าครึ่งหนึ่งของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกามาจากการผลิตใช้เอง และส่วนมากเป็นการผลิตด้วยระบบโคเจนเนอเรชัน อย่างไรก็ดีระยะต่อๆ มาจนถึงปลายของช่วงปี 1970-1979 ปรากฏว่าการผลิตไฟฟ้า

ใช้เองของโรงงานอุตสาหกรรมลดน้อยถอยลง เหตุผลที่สำคัญก็คือระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้ามีคุณภาพดีขึ้น มีความเชื่อถือได้สูงขึ้น และมีอยู่ทั่วไป นอกจากนี้การไฟฟ้าต่างก็นำเอาเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ามาใช้ ทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าลดลงเป็นผลให้ค่าไฟฟ้ามีอัตราต่ำลง ด้วยเหตุนี้เอง จึงปรากฏว่าในสหรัฐอเมริกาในราวปี 1980 การผลิตไฟฟ้าด้วยระบบโคเจนเนอเรชันในอุตสาหกรรมได้ลดลงอย่างมากเหลือเพียง 3% ของการผลิตทั้งประเทศ

หลังจากเกิดวิกฤติการณ์น้ำมันครั้งแรกในปี 1973 และครั้งที่สองในปี 1979 ทำให้ราคาเชื้อเพลิงพุ่งสูงขึ้นมาก ค่าไฟฟ้าก็เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า ขนาดของโรงไฟฟ้าที่ใหญ่ขึ้น และกฎเกณฑ์ข้อบังคับเกี่ยวกับมลพิษจากโรงไฟฟ้าเข้มงวดมากขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพิ่มสูงขึ้น ความสนใจในเรื่องโคเจนเนอเรชันก็หวนกลับมาใหม่ เนื่องจากโคเจนเนอเรชันเป็นระบบที่ประหยัดพลังงานได้อย่างแน่นอน ประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยระบบโคเจนเนอเรชันจะสูงถึง 83% ในขณะที่การผลิตไฟฟ้าอย่างเดียวในระบบที่ใช้เครื่องกังหันไอน้ำเหมือนกันจะสูงเพียง 35% ในขณะที่พลังงานมีราคาถูกการลงทุนเพื่อประหยัดพลังงานอาจจะไม่มีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจ แต่เมื่อพลังงานมีราคาแพงขึ้น การลงทุนเพื่อประหยัดพลังงานย่อมจะเริ่มมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจมากขึ้น

สำหรับประเทศไทย การใช้ระบบโคเจนเนอเรชันแต่ก่อนเป็นไปในลักษณะที่โรงงานเห็นคุณค่าว่าจะสามารถผลิตไอน้ำ และไฟฟ้าได้ในราคาถูกกว่าซื้อจากการไฟฟ้า จึงมีการติดตั้งใช้เอง และมักจะผลิตไฟฟ้าให้พอเพียงกับการใช้ในโรงงานเท่านั้น ยังไม่มีการผลิตไฟฟ้าเกินความต้องการและขายให้กับการไฟฟ้า เนื่องจากขณะนั้นยังไม่มีนโยบาย และระเบียบที่การไฟฟ้าจะรับซื้อไฟฟ้าจากเอกชนเข้ามายังกริด ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาความต้องการพลังงานไฟฟ้าในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างมากซึ่งทำให้การไฟฟ้าต้องลงทุนก่อสร้างระบบเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในปี 2535 รัฐบาลโดยคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ได้กำหนดนโยบายสนับสนุนให้เอกชนมีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้าเพื่อเหตุผลทางด้านการลงทุน การถ่ายทอดเทคโนโลยี ความเชี่ยวชาญด้านการจัดการและประสิทธิภาพของภาคเอกชน ดังนั้นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตจึงได้กำหนดนโยบายให้มีการรับซื้อไฟฟ้าจากเอกชนที่เป็นผู้ผลิตไฟฟ้าแบบอิสระ (Independent power producers,IPP) นอกเหนือจากนโยบายของรัฐบาลที่สนับสนุนให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้าแล้ว คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติยังได้ตระหนักถึงการผลิตพลังงานไฟฟ้าของภาคเอกชนที่ผลิตไฟฟ้าโดยระบบโคเจนเนอเรชัน จึงได้กำหนดนโยบายให้มีการซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (Small power producer,SPP) ด้วย เพื่อส่งเสริมให้มีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงที่มีราคาถูก

จากวัสดุเหลือใช้จากเกษตรในโรงงานอุตสาหกรรม อันจะเป็นผลให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้มากขึ้น และยังช่วยลดภาระของรัฐบาลในการลงทุนก่อสร้างระบบเพิ่มเติม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นทำการศึกษาวิจัยถึงการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบโคเจนเนอเรชันที่มีผลกระทบต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังด้วยวิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method) [1,2,3] โดยพัฒนาแบบจำลองของระบบโคเจนเนอเรชันชนิดต่างๆ และพัฒนาเทคนิคการคำนวณจากแบบเดิม [2] เพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคส่วนหนึ่งของระบบโคเจนเนอเรชันต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษา วิจัย และพัฒนาแบบจำลองของระบบโคเจนเนอเรชัน และพัฒนาวิธีการคำนวณความเชื่อถือได้ของระบบโคเจนเนอเรชันที่มีผลกระทบต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง โดยคำนึงถึงผลของการถ่ายโอนโหลดหรือไม่มีการถ่ายโอนโหลดของระบบทั้งในกรณีที่เกิดความสูญเสียทั้งหมด และกรณีที่เกิดความสูญเสียบางส่วน

1.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎี และทำการค้นคว้าจากหนังสือ และวารสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. ศึกษาเทคนิคของการสูญเสียทั้งหมด (Total loss of continuity) และการสูญเสียบางส่วน (Partial loss of continuity) และพัฒนาเทคนิคการคำนวณให้สอดคล้องกับงานวิจัย
3. ศึกษาและพัฒนาแบบจำลองของระบบโคเจนเนอเรชันแบบต่าง ๆ
4. ออกแบบ และเขียนโปรแกรมพร้อมทั้งทดสอบ
5. วิเคราะห์ และสรุปผลที่ได้จากการวิจัย
6. เรียบเรียงและพิมพ์วิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแก้ไข และจัดรูปเล่มนำเสนอต่อคณะกรรมการต่อไป

1.4 ขอบเขตในการทำวิทยานิพนธ์

1. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง
2. พิจารณาการต่อขนานของโคเจนเนอเรชันกับการไฟฟ้าเฉพาะที่บัสเท่านั้น
3. ทำการศึกษาเฉพาะกรณี Passive Failure ที่เป็นชนิด Permanent failure
4. ทำการศึกษาเฉพาะค่าดัชนีสากลของระบบจำหน่ายไฟฟ้า

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อใช้เป็นข้อมูลทางด้านเทคนิคในการพิจารณา การขยายระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าโดยการซื้อไฟฟ้าจากเอกชนที่เป็นผู้ผลิตรายเล็ก หรือโคเจนเนอเรชัน
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายโดยคำนึงถึงผลจากระบบโคเจนเนอเรชันที่มีต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง

1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบทเป็นดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึง ความรู้พื้นฐานของระบบโคเจนเนอเรชัน ความหมายของระบบโคเจนเนอเรชัน การแบ่งประเภทของระบบโคเจนเนอเรชัน และพารามิเตอร์ทางเทคนิคที่สำคัญในการเลือกระบบโคเจนเนอเรชัน

บทที่ 3 กล่าวถึง แบบจำลองโคเจนเนอเรชันชนิดต่างๆ และเทคนิคการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยของโรงไฟฟ้า

บทที่ 4 กล่าวถึง ตัวอย่างการคำนวณแบบจำลองโคเจนเนอเรชันชนิดต่าง ๆ และวิเคราะห์ผลจากการคำนวณ

บทที่ 5 กล่าวถึง เทคนิคการคำนวณค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายแบบจำลองส่วนประกอบของระบบไฟฟ้า เทคนิคการจำลองเหตุการณ์ การคำนวณค่าดัชนีความเชื่อถือได้กรณีที่เกิดความสูญเสียทั้งหมด และกรณีที่เกิดความสูญเสียบางส่วน ของระบบที่สามารถถ่ายโอนโหลดได้ และที่ไม่สามารถถ่ายโอนโหลดได้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6 กล่าวถึง ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่าย โดย และวิเคราะห์ผลที่ได้จากการคำนวณกรณีต่างๆ

บทที่ 7 เป็นการสรุปผลการวิจัยพร้อมทั้งเสนอแนะงานที่ควรดำเนินการต่อไป

ในการศึกษาผลกระทบของระบบโคเจนเนอเรชันที่มีต่อค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง ได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ Subtransmission ขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวได้พัฒนาขึ้นบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ Linux เป็นระบบปฏิบัติการ โดยใช้โปรแกรม Scilab เวอร์ชัน 2.4.1 ในการคำนวณ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย