บทที่ 1

บทนำ

ปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งประการหนึ่งในการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศ ได้แก่พลังงาน พลังงานที่มนุษย์ได้นำมาใช้ประโยชน์มีอยู่หลายรูปแบบด้วยกัน ได้แก่ พลังงานจากถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งที่มีบทบาทและมีความสำคัญมากในปัจจุบัน ไฟฟ้าได้กลายเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และได้มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยทั่วไปอัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานในรูปแบบอื่นมีค่าเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการดำเนินการวางแผนด้านการผลิตและใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้มีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจของชาติ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับนโยบายการพลังงานของประเทศ

การวางแผนระบบไฟฟ้าเป็นการกำหนดแผนงาน การวิเคราะห์ การประเมินผลการลงทุนของการเพิ่มการปรับปรุงและการขยายระบบไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความเพียงพอกับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นซึ่งประมาณการจากเป้าหมายตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจของชาติ วัตถุประสงค์หลักของการวางแผนระบบไฟฟ้าที่สำคัญคือ เพื่อให้มีต้นทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ต่ำที่สุดและให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีคุณภาพเชื่อถือได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากในปัจจุบันมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น นอกจากความต้องการทางด้านปริมาณแล้ว ผู้ใช้ไฟฟ้ายังมีความต้องการที่จะได้รับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่มีคุณภาพที่ดี มีความสม่ำเสมอในการบริการ เนื่องจากหากเกิดเหตุขัดข้องขึ้น ทางฝ่ายผู้ผลิตไม่สามารถส่งไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ได้ ผลเสียหายก็จะเกิดขึ้นกับผู้ใช้ทันที หากเป็นผู้ใช้ทั่วไปประเภทที่อยู่อาศัย ผลเสียหายทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นคงมีไม่มาก แต่ถ้าเป็นผู้ใช้ในภาคธุรกิจหรือภาคอุตสาหกรรม ผลเสียหายที่เกิดขึ้นทางเศรษฐกิจจะมีค่ามาก กระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมต้องหยุดชะงักลง ทำให้เกิดความเสียหายและอาจเกิดอันตรายขึ้นได้ ดังนั้นการวางแผนระบบไฟฟ้าจึง

ควรให้ความสำคัญในเรื่องความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ามากขึ้น

โดยปกติผู้ใช้ไฟฟ้าต้องการได้รับไฟฟ้าที่มีคุณภาพดีและมีความสม่ำเสมอในการบริการ แต่ในทางปฏิบัตินั้นไม่อาจจะเป็นไปได้ เนื่องจากอาจจะเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ต่างๆในระบบ หรือเกิดเหตุรบกวนอื่นๆจากภายนอกที่ควบคุมไม่ได้ เช่น เกิดฟ้าผ่า เกิดอุบัติเหตุรถชนเสาไฟฟ้า เป็นต้น การเกิดเหตุขัดข้องหรือเหตุรบกวนเหล่านี้จะทำให้การจ่ายไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ขาดความต่อเนื่องหรือเกิดไฟฟ้าดับขึ้น อย่างไรก็ตามเราสามารถลดโอกาสในการเกิดไฟฟ้าดับได้โดยการลงทุนในระบบไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ทั้งในขั้นตอนการวางแผน (Planning Phase) หรือขั้นตอนการปฏิบัติการ (Operating Phase) โดยการเพิ่มกำลังผลิต, เพิ่มจำนวนสายส่งหรือติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันต่างๆเพิ่มขึ้น เป็นต้น ด้วยการลงทุนในระบบไฟฟ้าเพิ่มขึ้นดังกล่าว จะทำให้ระบบไฟฟ้ามีความเชื่อถือได้สูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออัตราค่าไฟฟ้า ทำให้อัตราค่าไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น ในทางกลับกัน หากมีการลงทุนในระบบไฟฟ้าน้อยเกินไป แม้ว่าจะทำให้อัตราค่าไฟฟ้ามีค่าต่ำลง แต่ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าก็จะมีค่าต่ำลงไปด้วย ทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับไฟฟ้าที่มีคุณภาพไม่ดี ไฟฟ้าดับบ่อย ทำให้เกิดความเสียหายต่อผู้ใช้ไฟฟ้าได้ ดังนั้นการกำหนดระดับความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมจึงต้องคำนึงถึงผลประโยชน์ของผู้ผลิตไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้าร่วมกัน โดยจะต้องให้เกิดความสมดุลระหว่างความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าและความประหยัด

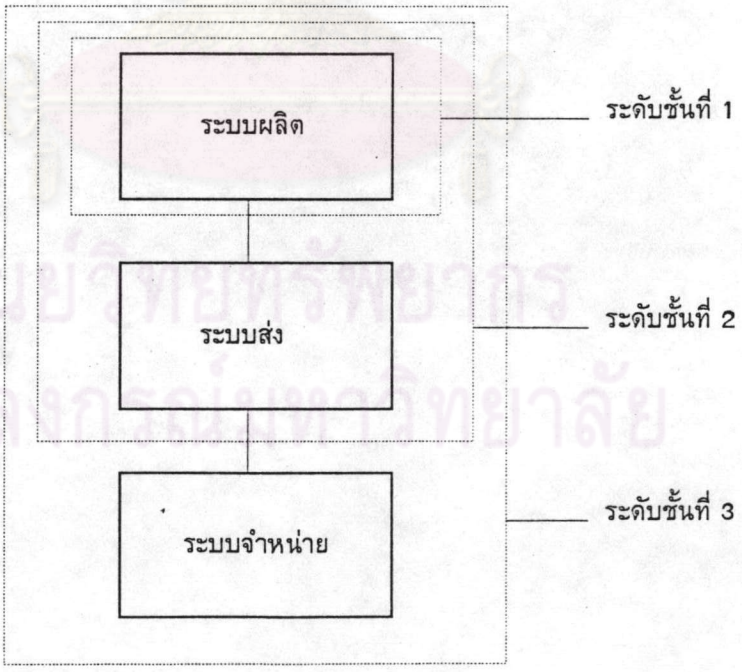
นอกจากนี้ การกำหนดระดับความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าในทางปฏิบัติ จะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนโยบายต่างๆด้วย ได้แก่ นโยบายการควบคุมอัตราค่าไฟฟ้า ภาระการลงทุนของผู้ผลิตไฟฟ้าซึ่งถูกจำกัดด้วยฐานะการเงินและภาระหนี้สินของทางผู้ผลิตไฟฟ้าเอง เป็นต้น ดังนั้นระดับความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าของแต่ละผู้ผลิตไฟฟ้าจึงอาจจะมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับฐานะทางการเงินของผู้ผลิตไฟฟ้าแต่ละรายและฐานะทางเศรษฐกิจของแต่ละประเทศ

สำหรับกฎเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบ การวางแผน และการปฏิบัติการ เพื่อให้ได้จุดสมดุลระหว่างความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าและความประหยัด ได้มีการพัฒนามาเป็นเวลาหลายสิบปีแล้ว [3] โดยในช่วงแรกๆจะอาศัยกฎเกณฑ์การตัดสินใจ (Deterministic Criteria) เป็นพื้นฐาน [1,3,4] ซึ่งตัวอย่างของการใช้กฎเกณฑ์เหล่านี้ได้แก่ การกำหนดให้ขนาดของกำลังผลิตติดตั้ง (Installed Capacity) มีค่าเท่ากับความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดที่ได้คาดการณ์ไว้รวมกับค่าร้อยละของความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดที่ได้คาดการณ์ไว้ค่าหนึ่ง [3], การกำหนดให้ขนาดกำลังเดินเครื่อง (Spinning Capacity) มีค่าเท่ากับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่คาดการณ์ไว้รวมกับขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ใหญ่ที่สุด 1 เครื่องหรือมากกว่านั้น [3] เป็นต้น ซึ่งการใช้กฎเกณฑ์การกำหนด ไม่ได้มีการรวมเอาลักษณะความไม่แน่นอนของอุปกรณ์ต่างๆในระบบไฟฟ้ามาพิจารณาด้วย ไม่ว่าจะเป็นความไม่แน่นอนของความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า หรือการขัดข้องของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆในระบบ เช่น อัตราการขัดข้องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งมีค่าขึ้นอยู่กับขนาดของกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นๆ ทำให้กำลังผลิตสำรองซึ่งกำหนดโดยค่าร้อยละของความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดไม่สามารถรับประกันความเสี่ยงได้ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้โดยปกติแล้วการคาดการณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าก็ไม่สามารถที่จะทำได้อย่างถูกต้องแม่นยำและจะเกิดความไม่แน่นอนขึ้นในการคาดการณ์ด้วย ทำให้การใช้กฎเกณฑ์การกำหนดมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมาก

จากตัวอย่างเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงได้มีการพิจารณากฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น (Probabilistic Criteria) [1,3,4] ซึ่งจะมีการพิจารณาถึงลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอนต่างๆของระบบไฟฟ้าด้วย การใช้กฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นได้มีการพิจารณาศึกษามาตั้งแต่ปี ค.ศ.1930 [3] แต่สาเหตุที่ไม่ได้มีการนำกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็นมาใช้งานอย่างกว้างขวางในอดีตเนื่องมาจากเหตุผลหลายประการด้วยกัน ได้แก่ การขาดข้อมูลทางสถิติที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษา มีข้อจำกัดในการคำนวณซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องคำนวณที่มีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ยังขาดทฤษฎีและขั้นตอนวิธีการรวมทั้งความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีเรื่องความน่าจะเป็นและนิยามของค่าดัชนีความเชื่อถือได้ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันปัญหาต่างๆเหล่านี้ได้หมดไป เนื่องจากในขณะนี้ผู้ผลิตไฟฟ้าต่างก็มีข้อมูลต่างๆที่จำเป็นในการศึกษาเพิ่มมากขึ้น เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาก้าวหน้าอย่างรวดเร็วมาก สามารถประดิษฐ์เครื่อง

คำนวณที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำการคำนวณได้อย่างรวดเร็วและมีหน่วยความจำสูงมาก ทำให้อุปสรรคด้านเครื่องคำนวณหมดไป นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาทฤษฎีและขั้นตอนวิธีการต่างๆในการหาค่าความเชื่อถือได้อย่างกว้างขวาง และผู้ปฏิบัติงานก็มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีเรื่องความน่าจะเป็นเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการนำกฎเกณฑ์ความน่าจะเป็น มาใช้เพื่อคำนวณค่าความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังมากขึ้น

ระบบไฟฟ้ากำลังในปัจจุบันมีขนาดใหญ่ ซับซ้อน และมีอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ติดตั้งอยู่เป็นจำนวนมาก การศึกษาความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังทั้งระบบทำได้ไม่สะดวกนัก จึงได้มีการแบ่งระบบไฟฟ้ากำลังทั้งหมดออกเป็นระบบย่อย เพื่อให้การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังทำได้ง่ายลง โดยสามารถแบ่งระบบไฟฟ้ากำลังออกเป็นระดับชั้นได้ 3 ระดับชั้น [5] ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงการแบ่งระบบไฟฟ้าออกเป็น 3 ระดับชั้น

ระดับชั้นที่ 1 (Hierarchical Level One ,HLI) จะพิจารณาเฉพาะระบบผลิตไฟฟ้าเพียงระบบเดียว โดยจะเป็นการศึกษาถึงความสามารถของระบบผลิตไฟฟ้าที่จะจ่ายไฟฟ้าอย่างเพียงพอต่อความต้องการใช้ไฟฟ้า

ระดับชั้นที่ 2 (Hierarchical Level Two ,HLII) จะพิจารณารวมระบบผลิตไฟฟ้าและระบบส่งไฟฟ้าเข้าด้วยกัน โดยจะเรียกว่าระบบไฟฟ้ากำลังแบบผสม (Composite System) หรือระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ (Bulk Power System) [3,4,5,7]

ระดับชั้นที่ 3 (Hierarchical Level Three ,HLIII) จะพิจารณารวมระบบผลิตไฟฟ้าระบบส่งไฟฟ้าและระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าด้วยกัน

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำการพิจารณาศึกษาเฉพาะระดับชั้นที่ 2 ซึ่งเป็นระบบที่รวมระบบผลิตไฟฟ้าและระบบส่งไฟฟ้าเข้าด้วยกันหรือที่เรียกกันว่าระบบไฟฟ้ากำลังแบบผสม (Composite System) โดยจะทำการศึกษาถึงวิธีการคำนวณหาค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังแบบผสม ทั้งค่าดัชนีบัส (Bus Indices) และค่าดัชนีระบบ (System Indices)

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1.เพื่อทำการศึกษาวิธีการคำนวณค่าความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังแบบผสมโดยใช้วิธีระบุเหตุขัดข้อง (Contingency Enumeration) ที่พิจารณาถึงการแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดเหตุขัดข้องขึ้นด้วยวิธีการจัดสรรกำลังผลิตใหม่และการตัดโหลด (Generation Rescheduling and Load Shedding)

2.ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้สำหรับคำนวณค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังแบบผสม โดยจะคำนวณทั้งค่าดัชนีบัส (Bus Indices) และค่าดัชนีระบบ (System Indices)

ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1.ศึกษาทฤษฎีและขั้นตอนวิธีการคำนวณค่าความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังแบบผสมโดยใช้วิธีระบุเหตุขัดข้อง (Contingency Enumeration)

2.การแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง จะใช้วิธีการจัดสรรกำลังผลิตใหม่และการตัดโหลด (Generation Rescheduling and Load Shedding) เพื่อระงับปัญหาสายส่งมีโหลดเกิน

3.แบบจำลองของอุปกรณ์ในระบบเป็นแบบ 2 สถานะ (2-State Model)

4.แบบจำลองโหลดที่ใช้ในการคำนวณหาค่าดัชนีความเชื่อถือได้ จะให้โหลดมีค่าคงที่เท่ากับค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load) ตลอดระยะเวลาศึกษา 1 ปี

5.คำนวณค่าดัชนีความเชื่อถือได้ทั้งค่าดัชนีบัสและค่าดัชนีระบบ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

1.โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังแบบผสม

2.ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานขั้นต้นแก่ผู้ปฏิบัติงานด้านการวางแผนขยายกำลังผลิตไฟฟ้าและขยายระบบส่งไฟฟ้า

3.สามารถนำแนวคิดและวิธีการคำนวณในการแก้ไขปัญหาสายส่งมีโหลดเกินไปประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ไขในทางปฏิบัติได้