บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น การขาดพลังงานไฟฟ้าแม้เพียงชั่วขณะมีผลกระทบต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำลังดำเนินอยู่ การไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้แก่ลูกค้าหรือผู้ใช้ไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพ และมีราคาที่เหมาะสม ดังนั้นการศึกษาเพื่อการวางแผนระบบไฟฟ้าด้านการผลิตและส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจำเป็นจะต้องมีการประเมินค่าใช้จ่ายด้านการลงทุน (Cost of investment) ด้านการปฏิบัติการ (Operating cost) และค่าใช้จ่ายเนื่องจากเกิดเหตุขัดข้อง หรือมูลค่าความเสียหายเนื่องจากเกิดเหตุขัดข้อง (Cost of failure/interruption) ในระบบโดยวัตถุประสงค์หลักของการวางแผนระบบไฟฟ้าที่สำคัญคือ เพื่อให้มีค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าต่ำที่สุดและให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีคุณภาพเชื่อถือได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด[5]

ในอดีตการวางแผนในระบบไฟฟ้ากำลังใช้เกณฑ์การตัดสินใจซึ่งกำหนดขึ้นโดยอาศัยประสบการณ์ เช่น การกำหนดให้ขนาดของกำลังผลิตติดตั้ง(Installed capacity) มีค่าเท่ากับความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดที่ได้คาดการณ์ไว้รวมกับค่าร้อยละของความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดที่ได้คาดการณ์ไว้ค่าหนึ่ง การกำหนดให้ขนาดกำลังเดินเครื่อง(Spinning capacity)มีค่าเท่ากับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่คาดการณ์ไว้รวมกับขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องที่ใหญ่ที่สุด 1 เครื่องหรือมากกว่านั้น การกำหนดกำลังผลิตสำรองของระบบเป็นร้อยละของความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด [5,3] การกำหนดระดับความเชื่อถือได้ของระบบที่ยอมรับได้ด้วยเกณฑ์สายส่งหรือหม้อแปลงใดๆ ในระบบล้มเหลวหนึ่งอุปกรณ์หรือสองอุปกรณ์แต่ระบบยังสามารถจ่ายโหลดได้ตามปกติ(Minus-one criteria or Minus-two criteria)[4] เป็นต้น

การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีการหลัก[1]คือ วิธีการวิเคราะห์ (Analytical method) และ วิธีการจำลองเหตุการณ์ (Simulation method) ซึ่งทั้งสองวิธีดังกล่าวได้พิจารณาผลของความไม่แน่นอนของอุปกรณ์ในระบบไว้ด้วยแล้วโดยอาศัยกฎความน่าจะเป็น วิธีการวิเคราะห์เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบไฟฟ้าก่อนจากนั้นจึงทำการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับแบบจำลอง วิธีดังกล่าวมีข้อดีในด้านความแน่นอนและความรวดเร็วในการคำนวณ ส่วนวิธีการจำลองเหตุการณ์นั้นมักอาศัยวิธีมอนติคาร์โลซึ่งเป็นการจำลองเหตุการณ์การขัดข้องของ

อุปกรณ์ต่างๆในระบบไฟฟ้าด้วยการสุ่มตามหลักการทางคณิตศาสตร์แล้วจึงพิจารณาถึงผลการทำงานของระบบแทนการแก้ปัญหาด้วยการแทนค่าสมการโดยตรง

สถานีไฟฟ้าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งในระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลังซึ่งทำหน้าที่หลักในการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าจากระบบหนึ่งสู่อีกระบบหนึ่ง เช่น จากระบบผลิตสู่ระบบส่ง หรือจากระบบส่งสู่ระบบจำหน่าย เป็นต้น ดังนั้นการล้มเหลว(Failure) หรือการเกิดเหตุขัดข้อง(Outage) ในสถานีไฟฟ้าจึงมีผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งนี้ในอดีตที่ผ่านมามีผลงานวิจัยอยู่เป็นจำนวนน้อยที่ให้ความสนใจในการประเมินดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังโดยพิจารณาถึงความไม่พร้อมมูล(Unavailability) ของสถานีไฟฟ้า

มีการศึกษาเปรียบเทียบค่าระหว่างดัชนีความเชื่อถือได้ที่คำนวณจากโปรแกรมที่ใช้วิธีวิเคราะห์(COMREL) กับโปรแกรมที่ใช้วิธีการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลซึ่งอาศัยดีซีโหลดโฟลว์ในการคำนวณ(CREAM)[7] หรือแม้แต่โปรแกรมที่ใช้เอซีโหลดโฟลว์ในการวิเคราะห์เช่นเดียวกับ COMREL แต่ใช้เทคนิคต่างๆ ร่วมด้วยเพื่อให้การคำนวณรวดเร็วยิ่งขึ้นได้แก่โปรแกรม TRELSS [8] แต่ผลที่ได้จากโปรแกรมทั้งสองกับไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้เลย วิทยานิพนธ์นี้จึงมีจุดประสงค์หนึ่งเพื่อตรวจสอบ และ ยืนยันว่า การใช้ดีซีโหลดโฟลว์ซึ่งสะดวกและรวดเร็วกว่าเอซีโหลดโฟลว์ในการประเมินพอเพียงของระบบไฟฟ้านั้น ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ที่คำนวณได้มีความเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดโดยการเปรียบเทียบค่าดัชนีที่คำนวณได้จากโปรแกรมที่ใช้ดีซีโหลดโฟลว์กับโปรแกรมที่ใช้เอซีโหลดโฟลว์

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการคำนวณผลความไม่พร้อมมูลของสถานีไฟฟ้าโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เหตุการณ์[2] จากนั้นจึงนำผลดังกล่าวมาพิจารณาร่วมกับอุปกรณ์ อื่นๆ ในระบบไฟฟ้าโดยอาศัยวิธีการจำลองเหตุการณ์มอนติคาร์โลแบบไม่เป็นลำดับมาใช้ในการสุ่มเลือกเหตุการณ์ขัดข้องของระบบไฟฟ้า จากนั้นจึงใช้ดีซีโหลดโฟลว์ซึ่งสามารถให้คำตอบได้รวดเร็วมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาเหตุการณ์ขัดข้องที่เกิดขึ้น และทำการรวบรวมผลการวิเคราะห์เป็นค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบต่อไป ทั้งนี้รายละเอียดของ ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับการประเมินความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง การประเมินความเชื่อถือได้ของสถานีไฟฟ้า หลักการของดีซีโหลดโฟลว์ การแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดเหตุขัดข้องขึ้นโดยใช้ลีเนียร์โปรแกรมมิง และ การประเมินความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังด้วยวิธีการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลนั้นจะนำเสนอไว้ในบทที่ 2,3,4,5 และ 6 ตามลำดับ

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1.เพื่อศึกษาวิธีการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังโดยใช้วิธีการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลที่พิจารณาถึงวิธีแก้ปัญหาโหลดเกินและการตัดโหลดอย่างเหมาะสมโดยใช้ลิเนียร์โปรแกรมมิง(Linear programming) และดีซีโหลดโฟลว์ในการแก้ปัญหา

2.เพื่อตรวจสอบและประเมินผลของการใช้ดีซีโหลดโฟลว์เปรียบเทียบกับเอซีโหลดโฟลว์

3.เพื่อวิเคราะห์ผลของความไม่พร้อมมูลของสถานีไฟฟ้าที่มีต่อความเชื่อถือได้ของระบบ

4.ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินดัชนีความเชื่อถือได้ที่สมเหตุสมผล และสอดคล้องกับการปฏิบัติจริงในระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทย

5.วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังที่คำนวณได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น กับ ค่าดัชนีที่คำนวณได้จากโปรแกรมอื่น ๆ

ขอบเขตในการทำวิทยานิพนธ์

1.ละเลยค่าความสูญเสียในสายส่งและไม่พิจารณาระดับแรงดันที่แต่ละจุดในระบบไฟฟ้ากำลัง

2.ไม่พิจารณาการขัดข้องที่มีสาเหตุร่วมกัน(Common mode outage)

3.ใช้แบบจำลองสองสถานะ(Two state model) จำลองสภาวะการทำงานของอุปกรณ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถประเมินดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ได้อย่างสมเหตุสมผล และผลเปรียบเทียบถึงความเหมาะสมในการใช้งานโปรแกรมต่าง ๆ กับระบบไฟฟ้าจริงของประเทศไทย

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

สำหรับเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบทมีดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวที่กับการประเมินความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง ได้แก่ แนวคิดพื้นฐาน ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินความเชื่อถือได้ ประเภทของการขัดข้องของอุปกรณ์ในระบบ และ แบบจำลองการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ

บทที่ 3 นำเสนอเกี่ยวกับการประเมินความเชื่อถือได้ของสถานีไฟฟ้า ได้แก่ อุปกรณ์ต่าง ๆ ในสถานีไฟฟ้า ขั้นตอนการประเมินความเชื่อถือได้ของสถานีไฟฟ้าด้วยวิธีวิเคราะห์ แบบจำลองสถานะการทำงานของอุปกรณ์ในสถานีไฟฟ้า และ ตัวอย่างการประเมินความเชื่อถือได้ของสถานีไฟฟ้า

บทที่ 4 นำเสนอเกี่ยวกับหลักการของดีซีโหลดโฟลว์ โดยกล่าวถึงการคำนวณโหลดโฟลว์แบบเอซี (A.C. Load Flow) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไปเพื่อความเข้าใจในเบื้องต้นก่อนแล้วจึงกล่าวถึงดีซีโหลวโฟลว์(D.C. Load Flow)

บทที่ 5 นำเสนอเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดเหตุขัดข้องโดยใช้ลีเนียร์โปรแกรมมิง ได้แก่ ขั้นตอนการสร้างเมตริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าจริงที่ไหลผ่านสายส่งกับ กำลังไฟฟ้าจริงที่จ่ายเข้าบัส การแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดเหตุขัดข้องโดยใช้ลีเนียร์โปรแกรมมิง และ การแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดเหตุขัดข้องโดยใช้ลีเนียร์โปรแกรมมิงเมื่อระบบแยกตัว

บทที่ 6 กล่าวถึงการประเมินความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังด้วยวิธีการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลโดยพิจารณาผลความไม่พร้อมมูลของสถานีไฟฟ้าด้วย

บทที่ 7 กล่าวถึงตัวอย่างผลการประเมินความเชื่อถือได้ และการวิเคราะห์โดยใช้ระบบทดสอบสองระบบได้แก่ IEEE Reliability Test System ซึ่งตีพิมพ์ในปี 1979(RTS-79) และ ระบบทดสอบ IEEE Reliability Test System ซึ่งตีพิมพ์ในปี 1996(RTS-96)

บทที่ 8 เป็นการสรุปและให้ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อไป