บทที่ 1
บทนำทั่วไป

ในปัจจุบันความต้องการพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยกำลังเพิ่มขึ้นในอัตราสูง อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ อย่างไรก็ดีการจัดจ่ายพลังงานไฟฟ้าต้องพิจารณาทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์และด้านความเชื่อถือได้ของระบบ โดยทางเศรษฐศาสตร์นั้นจะต้องทำการผลิตไฟฟ้าโดยมีต้นทุนต่ำเพื่อจัดจำหน่ายไฟฟ้าในราคาที่เหมาะสม ส่วนเป้าหมายทางด้านความเชื่อถือได้ของระบบนั้น อยู่ที่การส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าให้มีคุณภาพที่และมีความพอเพียง นั่นคือ มีระดับแรงดันที่คงที่สม่ำเสมอ ไฟฟ้าไม่ดับบ่อย อย่างไรก็ตามจุดมุ่งหมายทั้งสองประการนี้มักจะสวนทางกัน กล่าวคือ ระบบที่มีความเชื่อถือได้สูงหมายถึงระบบที่ต้องมีการลงทุนสูง ส่วนระบบที่มีการลงทุนในส่วนของอุปกรณ์ต่างๆค่อนข้างต่ำมักจะมีความเชื่อถือได้ต่ำกว่าตามไปด้วย

ในขั้นตอนของการปฏิบัติงานจริงในการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้านั้นผู้ผลิตไฟฟ้าจะต้องพยายามพิจารณาหาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจและทางด้านเทคนิคควบคู่กันไป ทั้งในส่วนของการวางแผนและการปฏิบัติงาน ซึ่งปัญหาเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้า เป็นปัญหาหนึ่งที่ได้รับความสนใจ โดยมีการนำเอาวิธีการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (Continuation Power Flow) [6,11] มาใช้แทนวิธีการไหลของกำลังไฟฟ้าแบบดั้งเดิม (Conventional Power Flow) ทำให้สามารถหาค่าต่าง ๆ ณ สถานะต่าง ๆ ของการไหลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

เสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าเป็นเรื่องสำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือได้ของระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้า ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพของไฟฟ้าที่ดีและเป็นที่พอใจของผู้ใช้นั้นอย่างน้อยที่สุดต้องมีระดับแรงดันสม่ำเสมอซึ่งจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นการศึกษาถึงเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าของระบบในกรณีที่มี โหลดเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ เพื่อใช้คำนวณหาจุดโหลดสูงสุดที่ระบบยังสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ (Maximum Transfer Limit) โดยในด้านการปฏิบัติงานนั้นจะสามารถนำผลการคำนวณจากวิธีการที่นำเสนอนี้ เพื่อใช้ในการคำนวณหาจุดโหลดสูงสุดสำหรับใช้ในการกำหนดขอบเขตความปลอดภัย (Safety Margin) ไว้ล่วงหน้าเพื่อเตือนผู้ปฏิบัติงานให้ดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งในกรณีที่โหลดของระบบเพิ่มขึ้นหรือมีการเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งส่งผลให้แรงดันไฟฟ้า

มีค่าลดลงต่ำจนเกินขอบเขตความปลอดภัยตามที่คำนวณไว้ นอกจากนั้นผลการคำนวณดังกล่าวยังสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในช่วงเวลาของการวางแผน และการออกแบบระบบไฟฟ้าได้อีกด้วย

1.1 เสถียรภาพของระบบไฟฟ้า

เสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลัง หมายถึง ระดับความสามารถของระบบไฟฟ้ากำลังที่ยังสามารถทำการจ่ายโหลดได้ในกรณีที่เกิดการขัดข้องหรือมีผลกระทบต่าง ๆ เกิดขึ้นกับระบบ โดยระบบที่มีเสถียรภาพดีย่อมสามารถจะทนทานต่อผลกระทบต่าง ๆ ได้มาก

เมื่อกล่าวถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้ากำลังจะสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท [2] คือ 1) ผลกระทบที่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใดและรุนแรง (Transient Stability) เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดขัดข้องและหยุดการทำงาน อันเนื่องมาจากการตัดตอน ของอุปกรณ์ป้องกันหรือในกรณีที่เกิดเหตุขัดข้องขึ้นกับสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 2) ผลกระทบเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป (Dynamic Stability) เช่น การส่งผ่านพลังงานเข้าไปสู่ระบบจากตัว เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือการจ่ายโหลดที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดเวลา

โดยปกติประเภทของเสถียรภาพของระบบจะแบ่งตามช่วงเวลาหลังจากเกิดผลกระทบ (Disturbance) ขึ้นกับระบบไฟฟ้า ซึ่งสามารถจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังต่อไปนี้ [2]

1.1.1 เสถียรภาพของระบบในสภาวะอยู่ตัว (Steady State Stability)

การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลังภายหลังจากเกิดผลกระทบขึ้นกับระบบไฟฟ้าไปเป็นระยะเวลานานนั้นจะถือว่า เป็นการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบภายใต้สภาวะอยู่ตัว (Steady State Stability)

โดยปกติค่าต่าง ๆ ที่มักนำมาพิจารณาเสถียรภาพในสถาวะอยู่ตัวของระบบ คือ มุมเฟสของโรเตอร์ (Rotor Angle) ความถี่ของระบบ (System Frequency) Governer Output Excitation Voltage ดังนั้นเสถียรภาพของระบบภายใต้สภาวะอยู่ตัวนี้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในสภาวะอยู่ตัวของระบบเอง เช่น ถ้าในระบบที่มีความยืดหยุ่นสูงก็จะสามารถส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าได้ดี เสถียรภาพของระบบภายใต้สภาวะอยู่ตัวก็จะสูงตามไปด้วย นั่นคือระบบมี Steady State Limit สูง

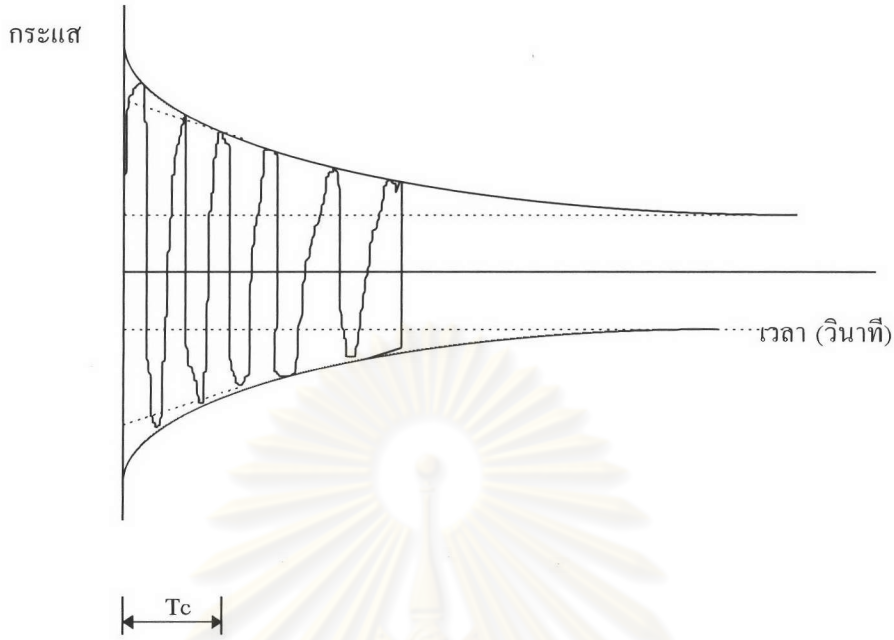
1.1.2 เสถียรภาพของระบบในสภาวะชั่วครู่ (Transient Stability)

หมายถึงความมั่นคงหรือความสามารถของระบบที่จะสามารถทำงานต่อไปได้ในช่วงระยะเวลาสั้นๆหลังจากที่เกิดเหตุขัดข้องที่รุนแรงขึ้นกับระบบ การพิจารณา เสถียรภาพในสภาวะทรานเซียนท์ มักจะพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับ เครื่องจักรกลแบบซิงโครนัสทั่ว ๆ ไปดังต่อไปนี้

ในกรณีของ เครื่องจักรกลแบบซิงโครนัส ที่สภาวะอยู่ตัว หากเครื่องจักรดังกล่าวถูกกระทบจากภายนอก เช่น มีเหตุการณ์ผิดพร่องเกิดขึ้นทำให้มุมโรเตอร์ของ เครื่องจักรกลเครื่องนี้เบี่ยงเบนออกไปจากแกนอ้างอิง (Reference Axis) การที่จะสรุปว่า เครื่องจักรดังกล่าวมีเสถียรภาพหรือไม่ขึ้นอยู่กับว่า โรเตอร์จะสามารถเข้าสู่จุดสมดุลย์ใหม่ในการปฏิบัติงานได้หรือไม่ ถ้าหลังจากระบบปรับตัวต่อเหตุการณ์ดังกล่าวได้แล้ว โรเตอร์จะไปทำงานอยู่ ณ ตำแหน่งใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากมุมเดิมก็จะยังถือว่าระบบยังมีเสถียรภาพอยู่ แต่ถ้าโรเตอร์มีการแกว่งตัวและไม่สามารถทำงาน ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งที่แน่นอนก็ย่อมส่งผลทำให้เครื่องดังกล่าวเสียเสถียรภาพ

โดยปกติผลกระทบต่างๆที่เข้ามาสู่ระบบภายใต้เงื่อนไขของการศึกษาเสถียรภาพของระบบในสภาวะทรานเซียนท์ มักจะเป็นผลกระทบที่รุนแรงและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น การลัดวงจรของสายส่ง บัส หรือขั้วของหม้อแปลง รวมไปถึง ข้อผิดพร่องชนิดต่าง ๆ เช่น การเกิดข้อผิดพร่องทั้งสามเฟส (three phase fault) การเกิดข้อผิดพร่องระหว่างเฟสใดเฟสหนึ่งกับดิน (Single Line to ground fault) ฯลฯ ซึ่งการศึกษาเสถียรภาพของระบบเมื่อ เกิดข้อผิดพร่องขึ้นในระบบนั้น สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาคือ ระยะเวลาที่ระบบยังคงสามารถทนทานต่อจุดผิดปกติที่เกิดขึ้นและยังสามารถทำงานได้ตามปกติ นั่นคือ ต้องหาเวลาช้าที่สุดที่จะต้องกำจัดข้อผิดพร่องออกไป ก่อนที่จะทำให้ระบบเสียเสถียรภาพหรือ Critical Clearing Time โดยสามารถแสดง ความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ดังรูปที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1 แสดงผลของการเกิดข้อผิดพร่องขึ้นในระบบในแง่ของกระแสเทียบกับเวลา

1.2 เสถียรภาพของแรงดัน (Voltage Stability)

เสถียรภาพของแรงดัน หมายถึง ความสามารถของระบบที่จะรักษาระดับแรงดันอยู่ภายใต้ขอบเขตที่กำหนด เช่น ระดับแรงดันของสายส่งจะต้องไม่แตกต่างจากระดับแรงดันมาตรฐานเกิน 5% ระบบที่มีเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าที่ดีคือ ระบบที่มีความยืดหยุ่นต่อโหลดสูงและสามารถจะแจ้งเตือนหรือแก้ไขปัญหาการเพิ่มของโหลดที่มากเกินไปได้โดยไม่กระทบกระเทือนต่อการทำงานโดยรวม

ในปัจจุบันเสถียรภาพของแรงดันกับการพังทลายของแรงดัน (Voltage Collapse) ต่างได้รับความสนใจ โดยในบางครั้งอาจจะสามารถใช้แทนกันได้ ทั้งนี้เพราะปรากฏการณ์ทั้ง 2 อย่างนี้ต่างหมายถึงเรื่องเดียวกัน มีองค์ประกอบในการเกิดและการพิจารณาที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะอาศัยปรากฏการณ์การพังทลายของแรงดันเป็นหลักในการวิเคราะห์หาเสถียรภาพแรงดันของระบบ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 การพังทลายของแรงดัน (Voltage Collapse)

การพังทลายของแรงดันเป็นปรากฏการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆแต่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด (Dynamic Process) โดยแรงดันของระบบจะค่อยๆเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของโหลด เช่นจะค่อยๆลดลงในกรณีที่โหลดเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งถึงจุดวิกฤติ (Critical Point) ซึ่ง ณ. จุดนี้หากมีการเพิ่มขึ้นของโหลดเพียงเล็กน้อยจะทำให้แรงดันของระบบตกลงอย่างมาก อันมีสาเหตุเนื่องมาจากความสามารถของระบบในการจ่ายพลังงานให้กับโหลดไม่เพียงพอ

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโหลดจะเป็นไปอย่างช้า ๆ และค่อยเป็นค่อยไป ในเหตุการณ์จริง ผู้ปฏิบัติการที่อยู่ ณ ศูนย์ควบคุมอาจไม่สามารถสังเกตเห็น หรือไม่สนใจ แต่เมื่อแรงดันไฟฟ้าลดต่ำลงมากจึงเริ่มสังเกตุเห็นซึ่งในกรณีดังกล่าวการแก้ไขให้แรงดันระบบกลับสู่ระดับเดิมอาจจะสายเกินไป ผลที่ตามมาก็คือการเกิดไฟฟ้าดับเป็นบริเวณกว้าง (Blackouts) ดังตัวอย่างเหตุการณ์ที่ประเทศญี่ปุ่นเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม ปี 1987 [4] ซึ่งมีสาเหตุเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของโหลดที่สูงมาก (อัตราการเพิ่มขึ้นของโหลดประมาณ 400MW/min) ทำให้แรงดันของระบบลดลงเรื่อย ๆ แม้จะมีการพยายามชดเชยพลังงานรีแอกทีฟด้วย การเพิ่มตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor Bank) แล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่สามารถชดเชยอัตราการเพิ่มของโหลดได้ ในที่สุดทำให้เกิดการพังทลายของแรงดันอันเนื่องมาจากการจ่ายพลังงานรีแอกทีฟไม่เพียงพอ เป็นผลให้ไฟฟ้าดับเป็นบริเวณกว้าง หรืออีกเหตุการณ์หนึ่งที่เกิดที่สวีเดนเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม ปี1987 ซึ่งเกิดจากการที่สถานีไฟฟ้าย่อย (Substation) แห่งหนึ่งเกิดเหตุขัดข้องและไม่สามารถส่งจ่ายพลังงานได้ ทำให้สายส่งขนาด 220 KV จ่ายพลังงานเกินพิกัด (Overload) และในที่สุดอุปกรณ์ป้องกันได้สั่งตัดสายส่งเส้นนี้ เป็นผลให้ระดับแรงดันทางตอนใต้ของประเทศลดต่ำลง ณ จุดนี้เอง หม้อแปลงแรงดันแบบอัตโนมัติ (Automatic Load Tap Changing Transformer) ได้พยายามจะรักษาระดับแรงดันเอาไว้ แต่เนื่องจากเป็นการแก้ไขปัญหาที่ไม่เหมาะสม จึงกลับกลายเป็นการทำให้สายส่งทาง ภาคเหนือ จ่ายพลังงานเกินพิกัด และในที่สุดอุปกรณ์ป้องกันได้ตัดสายส่งชุดนี้ออกเช่นกัน ผลที่ตามมาก็คือ การลดลงของระดับแรงดันทั้งระบบอย่างรวดเร็ว แต่ในกรณีนี้ทางศูนย์ควบคุมได้แก้ไขปัญหาได้ทัน โดยการตัดโหลดออก (Load Shedding) ก่อนที่จะเกิดไฟฟ้าดับเป็นบริเวณกว้าง ซึ่งการตัดโหลดครั้งนี้ประมาณไว้ว่ามีปริมาณถึง 11,400 MW

1.3.1 สาเหตุของการเกิดการพังทลายของแรงดัน

จากเหตุการณ์ที่ยกตัวอย่างมาข้างต้นพอจะสรุปสาเหตุของการเกิดการพังทลายของแรงดันได้ดังต่อไปนี้

1.3.1.1. การที่แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า หรือสายส่งชุดใดชุดหนึ่งถูกตัดออกจากระบบในทันทีทันใดทำให้สายส่งหรืออุปกรณ์ต้องจ่ายโหลดเกินค่าพิกัด ซึ่ง ณ จุดนี้จะเห็นได้จากตัวอย่างที่เกิดขึ้นที่สวีเดน โดยการเกิดการพังทลายของแรงดันอันเนื่องมาจากสาเหตุนี้มักจะขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ที่หลุดออกจากระบบ การทำงานของอุปกรณ์ป้องกัน และการวิธีการชดเชยแรงดันของระบบด้วย

1.3.1.2. การเพิ่มขึ้นของโหลดและไม่สามารถจ่ายพลังงานรีแอกทีฟเข้าสู่ระบบเพื่อรักษาระดับแรงดันแรงดันไฟฟ้าได้อย่างพอเพียงทั้งนี้เพราะสาเหตุหนึ่งคือ การส่งผ่านพลังงานรีแอกทีฟจากแหล่งกำเนิดให้แก่โหลดมักจะทำได้ยากเนื่องจากพลังงานรีแอคทีฟส่วนมากมักจะสูญเสียไปกับสายส่งระหว่างตำแหน่งของแหล่งจ่ายพลังงานกับตำแหน่งของโหลด ดังนั้นในทางปฏิบัติ การจ่ายพลังงานรีแอกทีฟเข้าสู่ระบบมักจะมาจากการใช้อุปกรณ์ชดเชยต่างๆ เช่น ตัวเก็บประจุแบบอนุกรม หรือ ตัวเก็บประจุแบบขนาน หม้อแปลงแรงดันแบบอัตโนมัติ แต่ทั้งนี้อุปกรณ์ชดเชยเหล่านี้ก็ไม่สามารถจะช่วยอะไรได้มากนักถ้าการเพิ่มขึ้นของโหลดอยู่ในอัตราที่สูงมากๆ

1.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการพังทลายของแรงดัน

เสถียรภาพของแรงดันของระบบจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ปริมาณและตำแหน่งของอุปกรณ์ชดเชยพลังงานรีแอกทีฟด้วยสาเหตุที่ว่า พลังงานรีแอกทีฟจากแหล่งกำเนิดจะส่งผ่านมาสู่โหลดได้ยากเพราะมักจะสูญเสียในสายส่งระหว่างการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า การชดเชยพลังงานรีแอกทีฟจึงขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ชดเชยพลังงานรีแอกทีฟเหล่านี้เท่านั้นซึ่งจะต้องมีปริมาณที่พอเพียง และอยู่ในบริเวณที่ใกล้เคียงกับจุดที่เกิดการพังทลายของแรงดัน (เพราะถึงแม้ว่าจะมีปริมาณที่พอเพียงแต่ถ้าอยู่ห่างออกไปมาก ๆ การส่งผ่านพลังงานรีแอกทีฟมา ณ จุดที่ต้องการก็จะสูญเสียไปกับสายส่งจนน้อยกว่าค่าที่ต้องการอยู่ดี)

2) การทำงานของอุปกรณ์ป้องกันในระบบ จากตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นพบว่าการเกิดการพังทลายของแรงดันมักจะมีสาเหตุเกิดมาจากการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันด้วย ซึ่งการตั้งค่าอุปกรณ์ป้องกันควรจะคำนึงถึงการเพิ่มขึ้นของโหลดอย่างรวดเร็ว ความสามารถการชดเชยพลังงานรีแอกทีฟ และมีการตัดตอน ส่วนที่มีผลกระทบต่อระบบน้อยที่สุดออกไป ตัวอย่างเช่น กรณีการเพิ่มของโหลดในปริมาณสูง ณ จุด ๆหนึ่ง อุปกรณ์ป้องกันควรจะรับรู้ความสามารถในการชด

เชยพลังงานรีแอกทีฟให้กับระบบ ซึ่งถ้าการเพิ่มของโหลดมีมากเกินกว่าความสามารถในการชดเชยแล้วควรจะเลือกตัดส่วนที่มีความสำคัญน้อยกว่า เช่น ตัดโหลดทิ้งแทนที่จะตัดสายส่งออกจากระบบ

3) กรณีการเกิดข้อผิดพร่อง (Fault) ขึ้นในระบบ ถ้าเวลาในการตัดข้อผิดพร่องสูงเกินไปจะทำให้แรงดันของระบบลดลง จนอาจทำให้เกิดการพังทลายของแรงดันได้ ดังนั้นการออกแบบระบบและตั้งค่า เวลาวิกฤติในการกำจัดข้อผิดพร่องของระบบ จะต้องคำนึงถึงการเกิดการพังทลายของแรงดันเอาไว้ด้วย

4) ปัจจัยอันเนื่องมาจากระบบเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง เพราะปกติการเกิดการพังทลายของแรงดันมักจะเกิดขึ้นกับระบบที่อยู่ในสภาวะเครียด(Stress Conditions)นั่นคือ ระบบมีความยืดหยุ่น (พลังงานไฟฟ้าสำรอง) ต่ำอันเนื่องมาจากรายจ่ายที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับรายได้ ตัวอย่างเช่น ในสหรัฐอเมริกา ปริมาณการใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าค่อนข้างจะอิ่มตัว มีอัตราการเพิ่มของผู้ใช้เพียง 1.3 ถึง 1.9 % ต่อปีโดยเฉลี่ย [3] และมีกระแสการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมค่อนข้างจะรุนแรง ทำให้รัฐบาลออกกฎหมายมาควบคุมให้โรงงานไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง และต้องทำการติดอุปกรณ์ที่ช่วยลดมลพิษที่เรียกว่า Scrubbers ซึ่งมีราคาแพงมาก

จากสภาวะดังกล่าวและเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจ ทำให้บรรดาผู้ผลิตไฟฟ้าต่าง ๆ จำเป็นต้องปิดโรงงานไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินบางโรงงานลง อันเนื่องมาจากความไม่คุ้มทุน (ซึ่งตามความจริงในช่วงเวลาดังกล่าวต้องมีโรงไฟฟ้าบางโรงต้องปิดตัวเองอยู่แล้ว เนื่องจากหมดอายุการใช้งาน ทำให้กำลังผลิตลดลงไปอีก) การสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ต้องใช้งบลงทุนอย่างมหาศาล และโรงไฟฟ้าหลายประเภทก็ได้รับการต่อต้าน เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ทำให้ผู้ผลิตไฟฟ้าต้องหันมาใช้การซื้อขายไฟระหว่างกันมากขึ้น ผลที่ตามมาในแง่ของเสถียรภาพของระบบก็คือ ปัญหาการพังทลายของแรงดันจะมีโอกาสเกิดได้มากขึ้น เพราะพลังงานรีแอกทีฟจะถูกส่งออกมาจากแหล่งกำเนิดได้ไม่ไกลนัก อีกทั้งการออกแบบระบบสายส่งทำมาก่อนหน้านี้นานแล้ว ไม่ได้มีการคิดคำนึงถึงการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าปริมาณมาก ๆ อย่างปัจจุบัน ทำให้อาจจะเกิดข้อผิดพลาด อันจะส่งผลให้เกิดการพังทลายของแรงดันขึ้นมาได้

1.4 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1.4.1 เพื่อทำการวิเคราะห์และคำนวณถึงจุดวิกฤติในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยอาศัยทฤษฎีการไหลของกำลังไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (Continuation Power Flow) เป็นพื้นฐาน

1.4.2 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาถึงเสถียรภาพด้านแรงดันไฟฟ้าของระบบไฟฟ้ากำลังภายใต้การจ่ายโหลดที่สภาวะต่าง ๆ

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

แบ่งออกได้เป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.5.1 ศึกษาทฤษฎีและวิธีการปฏิบัติจากหนังสือและวารสารต่าง ๆ

1.5.2 ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาการหาจุดวิกฤติในการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้า

1.5.3 นำทฤษฎีและวิธีการที่ค้นคว้าได้มาประยุกต์แก้ไข

1.5.4 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมรวมทั้งทดสอบผลลัพธ์เทียบกับวิธีการเดิม

1.5.5 วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากการวิจัย

1.5.6 งานเขียน พิมพ์ ตรวจสอบ แก้ไข และจัดรูปเล่ม

1.6 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1.6.1 การคำนวณหาบัสที่อ่อนแอที่สุดในระบบเพื่อหาบัสตัวแทนของระบบ โดยจะถือว่าบัสที่มีอัตราการลดลงของแรงดันเทียบกับอัตราการเพิ่มขึ้นของโหลดสูงสุด คือบัสที่อ่อนแอที่สุดในระบบ

1.6.2 ทำการวิเคราะห์หาจุดวิกฤติของระบบไฟฟ้ากำลังในระบบทดสอบที่ไม่จำกัดจำนวนบัสแต่วิธีการคำนวณจะคำนวณหาจุดวิกฤติได้ทีละ 1 บัสเท่านั้นเช่นเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นของโหลดที่ตัวโปรแกรมจะคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของโหลด ณ บัสที่กำลังพิจารณาอยู่เท่านั้น

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์

1.7.1 ในระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ สามารถวิเคราะห์หาบัสที่อ่อนแอที่สุด ในระบบได้ ทั้งนี้ไม่มีการจำกัดว่าระบบจะมีขนาดกี่บัส แต่ทั้งนี้การวิเคราะห์ที่ซับซ้อนย่อมต้องใช้เวลาในการคำนวณมากขึ้น

1.7.2 สามารถคำนวณหาค่าของแรงดันไฟฟ้า มุมของแรงดันที่บัสต่าง ๆ ได้ทุก ๆจุดไม่เว้นแม้แต่จุดวิกฤติของระบบ

1.7.3 สามารถวิเคราะห์หาจุดวิกฤติของบัสต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

1.7.4 แสดงถึงค่าพลังงานที่ส่งผ่านไปได้สูงสุดของระบบ (Maximum Power Transfer) ณ สภาวะปกติ-มีการชดเชยพลังงานรีแอกทีฟด้วยอุปกรณ์ชดเชย (Compensator) ต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย