บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำทั่วไป

ระบบจำหน่ายไฟฟ้าจัดเป็นส่วนทุติยภูมิของระบบการส่งจ่ายไฟฟ้า ที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟโดยตรง ดังนั้นระบบจึงจำเป็นต้องมีความเชื่อถือได้และความมั่นคงสูง โดยเฉพาะในย่านชุมชนเมือง ธุรกิจ และอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้า ความมั่นคงและคุณภาพกำลังไฟฟ้าสูง เนื่องจากเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนกลไกเศรษฐกิจของประเทศ ด้วยเหตุผลนี้ทำให้ระบบจำหน่ายไฟฟ้าจึงมีโครงสร้างของสายป้อนที่ซับซ้อน แม้ว่าระบบสายป้อนขณะจ่ายไฟปกติจะใช้ระบบจ่ายไฟแบบเรเดียล (redial system) เป็นพื้นฐาน แต่มีการต่อแยกสายป้อนออกเป็นส่วนๆ และเชื่อมต่อกันด้วยสวิตช์ใบมีด หรืออุปกรณ์ตัดต่อวงจรชนิดอื่นๆ เช่น สวิตช์ปิดกลับ (recloser) อีกทั้งยังมีการออกแบบให้สายป้อนเรเดียลทั้งที่มาจากสถานีไฟฟ้าย่อยเดียวกัน หรือต่างกันสามารถต่อเชื่อมกันเป็นระบบลูป (loop system) หรืออาจต่อเชื่อมกันเป็นระบบโครงข่าย (network system) ได้ในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน หรือต้องการดับไฟเพื่อปฏิบัติงานซ่อมบำรุงรักษาในจุดต่างๆ เพื่อทำให้มีผลต่อกระทบต่อผู้ใช้ไฟน้อยที่สุด

การปฏิบัติงานในระบบจำหน่ายไฟฟ้าจึงมีความยุ่งยาก เพราะต้องสับ-ปลดสวิตช์ในสายป้อนหลายจุดตามลำดับที่เหมาะสม ซึ่งผลจากการสับ-ปลดสวิตช์แต่ละครั้งอาจก่อให้เกิดปัญหาจากแรงดันเกินขึ้นได้เช่นกันในสองรูปแบบ คือ แรงดันเกินสวิตชิ่ง (switching overvoltage) เช่น การสับสวิตช์ชุดตัวเก็บประจุไฟฟ้า อาจทำให้เกิดเรโซแนนซ์กับความเหนี่ยวนำภายในวงจร เป็นผลให้รูปคลื่นแรงดันมีการแกว่งและเกิดเป็นแรงดันเกินขึ้น แต่จะเกิดขึ้นเพียง ชั่วครู่เนื่องจากผลการหน่วงของค่าความต้านทานภายในวงจร และขนาดของแรงดันเกินสูงสุดมีค่าไม่เกิน 2.0 p.u. อย่างไรก็ตามการแกว่งดังกล่าวอาจทำให้เกิดความเสียหายกับผู้ใช้ด้านแรงต่ำในกรณีเกิดการขยายขนาดของแรงดันเกิน (voltage magnification) สำหรับแรงดันเกินอีกรูปแบบหนึ่งคือ แรงดันเกินชั่วคราว (temporary overvoltage) ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้นานหลายวินาที หรือจนกว่าสภาวะที่เหมาะสมจะหมดไป เช่น แรงดันเกินชั่วคราวจากปรากฏการณ์เฟอร์โรเรโซแนนซ์ (ferroresonance phenomena) ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในระบบจำหน่ายไฟฟ้า เนื่องจากมีโครงสร้างและลักษณะการสับ-ปลดของสวิตช์ที่เหมาะสม โดยแรงดันอาจมีขนาดสูงเกินกว่า 3.0 p.u. ซึ่งส่งผลกระทบและความเสียกับอุปกรณ์ต่างๆ โดยตรง ความเสียหายทางอ้อมกับผู้ใช้ไฟ ภาคธุรกิจ และอุตสาหกรรม ซึ่งทำให้ประเทศสูญเสียโอกาสทางเศรษฐกิจและสังคมด้วยอีกทางหนึ่ง

1.2 ที่มาของปัญหา

จากรายงานการปฏิบัติงานที่ได้รับอนุเคราะห์จากการไฟฟ้านครหลวง พบว่ากับดักฟ้าผ่าได้ระเบิดขึ้นบ่อยครั้งขณะปฏิบัติงานสับ-ปลดสวิตช์ใบมีด หรือฟิวส์ชนิดขาดตก โดยเฉพาะกับดักฟ้าผ่าที่ติดตั้งบนเสาไรเซอร์เพื่อป้องกันแรงดันเสิร์จให้กับสายเคเบิลใต้ดิน นอกจากนั้นยังได้รับแจ้งการระเบิดของกับดักฟ้าผ่าที่ติดตั้งกับสายเคเบิลใต้ดินซึ่งต่อกับหม้อแปลงจำหน่ายของผู้ใช้ไฟภายในอาคาร ขณะสับฟิวส์ชนิดขาดตกเพื่อจ่ายไฟกลับคืนภายหลังการปฏิบัติงานเสร็จเรียบร้อย โดยในปัจจุบันยังคงเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำซึ่งส่งผลกระทบต่อความมั่นคงในการจ่ายไฟ เพราะขณะที่กับดักฟ้าผ่าระเบิดจะทำให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้นทางเปิดวงจร เนื่องจากการระเบิดของกับดักฟ้าผ่านั้นมีลักษณะคล้ายการเกิดผิดพร่องในระบบ ทำให้บางตำแหน่งของระบบจ่ายไฟฟ้าไม่สามารถติดตั้งกับดักฟ้าผ่าได้ เนื่องจากกับดักฟ้าผ่าระเบิดทุกครั้งขณะสับสวิตช์เพื่อจ่ายไฟกลับคืนภายหลังจากติดตั้งเสร็จ อุปกรณ์ต่างๆ จึงมีความเสี่ยงกับความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น เช่น หม้อแปลงจำหน่าย สายเคเบิลใต้ดิน ขณะที่เกิดฟ้าผ่า หรือได้รับแรงดันเกินเสิร์จในบริเวณดังกล่าว

เพื่อลดปัญหาและความเสียหายต่างๆ ที่เกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องศึกษาแรงดันเกินที่อาจเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานสับ-ปลดสวิตช์ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยศึกษาถึงสาเหตุ และวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ ตลอดจนศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ และปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่เนื่องจากปัญหาเกิดขึ้นในขณะสับ-ปลดสวิตช์ในระบบจำหน่ายที่กำลังจ่ายไฟให้กับผู้ใช้ไฟและมีขนาดแรงดันไฟฟ้าสูง จึงเป็นการยากในการศึกษากับระบบจริงโดยตรง อย่างไรก็ตามเราสามารถสร้างแบบจำลองของกรณีปัญหาในคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม EMTP (Electromagnetic Transients Program) และจำลองผลจากการสับ-ปลดสวิตช์ตามลำดับเหตุการณ์ขณะปฏิบัติงานจริงได้ โดยที่ความน่าเชื่อถือของผลการศึกษานั้นขึ้นอยู่กับความถูกต้องของแบบจำลอง พารามิเตอร์ และข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ สำหรับการทดสอบวัดรูปคลื่นแรงดันภาคสนาม ถ้าสามารถทำได้ก็จะทำให้ทราบถึงลักษณะรูปคลื่นของแรงดันขณะสับ-ปลดสวิตช์โดยตรง และยังนำมาใช้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้อีกทางหนึ่ง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะมุ่งเน้นศึกษาวิจัยเพื่อหาสาเหตุของปัญหาแรงดันเกินที่ทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าด้านแรงสูง เช่น กับดักฟ้าผ่า และหม้อแปลงจำหน่าย เป็นต้น โดยพิจารณาจากข้อมูลความเสียหาย ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบ จากนั้นจึงนำมาสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม EMTP เพื่อหาทางแก้ไขที่สามารถนำไปใช้ได้ในทางปฏิบัติ

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาปัญหา และความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่อาจมีสาเหตุจากแรงดันเกินเนื่องจากการสับ-ปลดสวิตช์ในสายป้อน
2. สร้างแบบจำลองกรณีปัญหาที่สนใจด้วยโปรแกรม EMTP เพื่อศึกษาหาสาเหตุของปัญหา
3. ศึกษาผลกระทบของพารามิเตอร์ต่างๆ จากแบบจำลองที่สร้างขึ้น
4. หาวิธีการลดทอน หรือหลีกเลี่ยงปัญหาแรงดันเกินจากการสับ-ปลดสวิตช์ในสายป้อน และเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไข ที่สามารถนำไปใช้ได้ในทางปฏิบัติ

1.4 ขั้นตอนการทำวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาปัญหาและความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการสับ-ปลดสวิตช์ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลจากเอกสารบันทึกการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ และสอบถามจากผู้ปฏิบัติงานโดยตรง
2. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและความเสียหายเบื้องต้น เพื่อจำแนกประเภทของปัญหา โดยศึกษาลำดับขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงานสับ-ปลดสวิตช์ เพื่อนำมาพิจารณาร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่น โครงสร้างและพารามิเตอร์ของระบบ ลักษณะของความเสียหายที่เกิดขึ้น สภาพของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้และติดตั้งอยู่ในระบบ รวมถึงสภาพแวดล้อมขณะปฏิบัติงาน เป็นต้น
3. รวบรวมและศึกษาบทความวิจัย หรือเอกสารทางวิชาการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงดันเกินจากการสับ-ปลดสวิตช์ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นเอกสารอ้างอิงและแนวทางในการศึกษาวิจัย
4. สร้างแบบจำลองระบบและการสับ-ปลดสวิตช์ในกรณีที่คาดว่าเกิดแรงดันเกินขึ้น โดยใช้โปรแกรม EMTP
5. วิเคราะห์พารามิเตอร์และปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิด ขนาด และลักษณะของแรงดันเกินที่เกิดขึ้นจากผลการจำลอง
6. ประเมินผลการวิเคราะห์ และหาแนวทางแก้ไขหรือลดทอนปัญหาแรงดันเกินที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสับ-ปลดสวิตช์ในสายป้อนจำหน่าย
7. สรุปผลการวิจัย และจัดทำเอกสารวิทยานิพนธ์

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้มีความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์แรงดันเกินที่เกิดขึ้นจากการสับ-ปลดสวิตช์ ภายในระบบจำหน่ายไฟฟ้า
2. สามารถวิเคราะห์ และหาวิธีแก้ไขหรือลดทอนแรงดันเกินที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปปรับปรุงและประยุกต์ใช้ในระหว่างการปฏิบัติงานสับ-ปลดสวิตช์ในสายป้อนของผู้ปฏิบัติงาน
3. ทำให้มีทักษะ และแนวทางในการศึกษาวิจัย โดยใช้โปรแกรม EMTP
4. ได้ความรู้ และประสบการณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาวิจัยในเรื่องอื่นๆ ซึ่งจะพัฒนาเป็นองค์ความรู้ต่างๆ ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย