บทที่1

บทนำ

1.1 บทนำทั่วไป

แรงดันเกินเนื่องจากเสิร์จฟ้าผ่าเป็นสาเหตุซึ่งพบได้บ่อยที่ทำให้การฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหายและส่งผลให้ระบบส่งจ่ายไฟฟ้ามีปัญหาตามไปด้วย โดยส่วนใหญ่จะพบในระบบส่งจ่ายที่มีระดับแรงดันปานกลางและระดับแรงดันต่ำ[1] เสิร์จฟ้าผ่าเดินทางเข้าสู่ระบบส่งจ่ายไฟฟ้าได้ 2 แบบ คือ ผ่าลงบนระบบส่งจ่ายไฟฟ้าโดยตรง หรือ ผ่าลงส่วนอื่นแล้วเกิดแรงดันเหนี่ยวนำในระบบ ในการออกแบบการฉนวนของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้ารวมถึงการจัดสัมพันธ์ของฉนวน(Insulation Coordination)จะใช้ลักษณะของการเป็นฉนวนของอุปกรณ์เมื่อได้รับรูปคลื่นอิมพัลส์มาตรฐาน 1.2/50 μs ในการออกแบบเป็นหลัก[1-2] โดยลักษณะการเป็นฉนวนของอุปกรณ์เมื่อได้รับแรงดันอิมพัลส์ก็คือเส้นโค้งแรงดัน-เวลา(Volt-time Curve) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ายอดแรงดันอิมพัลส์เบรกดาวน์และเวลาเบรกดาวน์นั่นเอง แต่ในทางปฏิบัติเสิร์จที่เกิดในระบบนั้นมีรูปคลื่นหลากหลายรูปแบบและไม่ใช่รูปคลื่นมาตรฐาน[1,3]เนื่องจากปัจจัยต่างๆมากมาย เช่น ปรากฏการณ์การวาบไฟตามผิวย้อนกลับ(backflashover) ที่เกิดกับ arcing horn ซึ่งทำให้เกิดเสิร์จฟ้าผ่ารูปคลื่นตัดวิ่งเข้าสู่สายส่ง, ค่าอิมพีแด็นซ์ของเสา(characteristic impedance of transmission tower), เวลาที่คลื่นใช้เดินทางในเสา(propagation constant of tower), ค่าความต้านทานดินฐานเสา(footing resistance), ผลที่เกิดจากโคโรน่า และอื่นๆ โดยช่วงหน้าคลื่นของเสิร์จฟ้าผ่าที่พบมักมีค่าไม่เกิน 10 μs [1] ดังนั้นในการออกแบบการฉนวนของอุปกรณ์สำหรับป้องกันเสิร์จที่ไม่ใช่รูปคลื่นมาตรฐานเหล่านี้จึงต้องจัดสัมพันธ์ฉนวนของอุปกรณ์แบบเผื่อไว้(Overdesign) เพราะเป็นไปไม่ได้ที่จะหาเส้นโค้งแรงดัน-เวลาสำหรับทุกรูปคลื่น ซึ่งทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นอย่างมาก ในปัจจุบันความต้องการในการที่จะลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบได้เพิ่มขึ้น จึงมีการศึกษาแบบจำลองการเกิดเบรกดาวน์ของอุปกรณ์เพื่อจะสร้างเส้นโค้งแรงดัน-เวลาของอุปกรณ์สำหรับเสิร์จรูปคลื่นใดๆหรือสร้างเส้นโค้งแรงดัน-เวลาของเสิร์จรูปคลื่นไม่ใช่มาตรฐานจากเส้นโค้งแรงดัน-เวลาของเสิร์จรูปคลื่นมาตรฐานขึ้น เพื่อใช้ประโยชน์ในการจัดสัมพันธ์ของฉนวนอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 ที่มาของปัญหา

มีงานวิจัยจำนวนมากที่นำเสนอผลการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดเบรกดาวน์และแบบจำลองการเกิดเบรกดาวน์ รายชื่องานวิจัยเหล่านี้ได้ถูกรวบรวมไว้ใน[4] แบบจำลองการเกิดเบรกดาวน์ที่ได้รับการศึกษานั้นมีมากมายหลายโมเดล แบบจำลองที่ได้รับความนิยม ได้แก่ อินทิเกรชันโมเดล (Integration Model) [2,5-9] และ ลีดเดอร์โมเดล(Leader Model) [10-14] นอกจากนี้ยังมีแบบจำลองชนิดอื่นอีกดังแสดงในงานวิจัย[3,15-19]

อย่างไรก็ตาม แบบจำลองเหล่านี้เน้นไปที่อิเล็กโตรดแบบ rod-rod และ rod-plane เนื่องจากแต่ละโมเดลมีคุณสมบัติและลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน จึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำลองแบบของโมเดลเหล่านี้ และเนื่องจากยังไม่เคยมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้โมเดลเหล่านี้ในการจำลองเบรกดาวน์ที่เกิดจากแรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่าที่ไม่ใช่รูปคลื่นมาตรฐานซึ่งเป็นรูปคลื่นที่เกิดขึ้นจริงในระบบ จึงควรมีการศึกษาผลเมื่อนำโมเดลเหล่านี้ไปใช้ในกรณีรูปคลื่นแรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่าที่ไม่ใช่รูปคลื่นมาตรฐานด้วย และเพราะว่าโมเดลเหล่านี้เน้นที่อิเล็กโตรดแบบ rod-plane และ rod-rod เท่านั้น ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้ามักไม่ได้มีลักษณะอิเล็กโตรดแบบ rod-rod หรือ rod-plane จึงควรมีการศึกษาผลของการใช้โมเดลเบรกดาวน์เหล่านี้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าจริงๆในระบบ อุปกรณ์อย่างหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับทุกระบบส่งจ่ายไฟฟ้าที่น่าสนใจก็คือลูกถ้วย ดังนั้นจึงควรศึกษาผลของการใช้โมเดลเบรกดาวน์ข้างต้นกับลูกถ้วยด้วย โดยลูกถ้วยที่เลือกศึกษาในงานวิจัยนี้คือ ลูกถ้วยแท่งก้านตรง (Pin-Post Insulator) ซึ่งคือการเกิดเบรกดาวน์ของอากาศบนผิวลูกถ้วย หรือการเกิดวาบไฟตามผิว(Flashover) ของลูกถ้วยนั่นเอง

การเปรียบเทียบผลความถูกต้องในการจำลองนั้น ทำการเปรียบเทียบเส้นโค้งแรงดัน-เวลาที่หาได้จากการทดลองกับเส้นโค้งแรงดัน-เวลาที่ได้จากการจำลองด้วยโมเดลที่สร้างขึ้นในโปรแกรม EMTP ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมในการใช้คำนวณระบบไฟฟ้าในสภาวะทรานเซียนต์ในโดเมนเวลา เพื่อจะได้นำโมเดลไปประยุกต์ใช้ในการจัดสัมพันธ์การฉนวนของระบบส่งจ่ายไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของแบบจำลองการเกิดวาบไฟชนิดต่างๆ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการเกิดเบรกดาวน์ของระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ทดสอบหาลักษณะการเกิดเบรกดาวน์ในแกปอากาศ ระหว่างอิเล็กโตรดแบบ rod-plane rod-rod และ ลูกถ้วยแห่งก้านตรง ชนิด 56/57-2 และ 56/57-3 โดยใช้แรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่ารูปคลื่น 1.2/50 μs และ 5/50 μs ทั้งรูปคลื่นขั้วบวกและขั้วลบ

2. จำลองลักษณะการเกิดเบรกดาวน์ โดยใช้โมเดลเบรกดาวน์ต่างๆซึ่งสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม EMTP เพื่อจำลองเส้นโค้งแรงดัน-เวลา และเปรียบเทียบเส้นโค้งแรงดัน-เวลาที่ได้จากการจำลองกับที่ได้จากการทดลองจริง

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

มีความเข้าใจในโมเดลจำลองการเกิดเบรกดาวน์ประเภทต่างๆ สามารถนำไปจำลองเส้นโค้งแรงดัน-เวลาได้ และสามารถเลือกใช้ในการวิเคราะห์ผลของการเกิดเบรกดาวน์ของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าด้วยโปรแกรม EMTP ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

1.6 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการทำวิทยานิพนธ์

1.1 ศึกษามูลเหตุแห่งปัญหาที่ก่อให้เกิดการทำวิทยานิพนธ์

1.2 ศึกษาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและขอบเขตในการทำวิทยานิพนธ์

1.3 ศึกษาและประเมินแผนงาน ระยะเวลา และแนวทางการแก้ไขในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์

2. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของกระบวนการเกิดเบรกดาวน์ของรูปคลื่นแรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่าในแกปอากาศ และโมเดลที่ใช้ในการจำลองการเกิดเบรกดาวน์ต่างๆ โดยค้นคว้าจากเอกสาร หนังสือ และวารสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์

3. ทดสอบหาลักษณะการเกิดเบรกดาวน์ของแรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่ารูปคลื่นต่างๆ ทั้งขั้วบวกและขั้วลบ ของแกปอากาศ

4. จำลองลักษณะการเกิดเบรกดาวน์ด้วยโปรแกรม EMTP และเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองจริง

5. สรุปผลงานและข้อเสนอแนะ

6. เรียบเรียง ตรวจสอบ และจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์เสนอต่อคณะกรรมการและดำเนินการจัดสอบต่อไป