บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ฟ้าผ่าเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สำคัญอย่างหนึ่ง เพราะเมื่อเกิดฟ้าผ่าจะทำให้เกิดผลกระทบที่ตามมาทั้งด้านความร้อน แรงกล และผลไฟฟ้า ซึ่งผลกระทบต่างๆเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อคน สิ่งมีชีวิต สิ่งปลูกสร้าง สถาปัตยกรรมต่างๆ รวมทั้งในระบบไฟฟ้าด้วยเช่นกัน ตัวอย่างผลกระทบทางความร้อนและทางกลได้แก่ หากโดนฟ้าผ่าที่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตโดยตรงก็อาจทำให้ถึงแก่ชีวิต หรืออาจทำให้เกิดการลุกไหม้หรือการระเบิด ณ จุดที่เกิดฟ้าผ่า และหากฟ้าผ่าเกิดใกล้กับสิ่งปลูกสร้างก็จะก่อให้เกิดความเสียหายกับสิ่งปลูกสร้างนั้นๆได้ ในส่วนของผลกระทบทางไฟฟ้านั้น ฟ้าผ่าสามารถส่งผลกระทบได้กับทุกส่วนของระบบไฟฟ้า แต่ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นกับระบบที่มีการติดตั้งอยู่กลางแจ้ง จากการศึกษาของ Fedoseev, S.A.พบว่าการเกิดฟ้าผ่าแต่ละครั้ง กระแสฟ้าผ่ามีโอกาสเข้าสู่ระบบมากกว่า 50 % ของกระแสฟ้าผ่าสูงสุด (Fedoseev, S.A., 2001) จึงเห็นได้ชัดว่าฟ้าผ่าเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดไฟฟ้าดับและความเสียหายของอุปกรณ์ต่างๆในระบบไฟฟ้า เช่น สายส่ง หม้อแปลง อุปกรณ์ในระบบส่งจ่าย อุปกรณ์ป้องกัน สถานีไฟฟ้าและบริภัณฑ์อื่นๆภายในสถานีไฟฟ้า เป็นต้น

นอกจากนี้ผลกระทบทางไฟฟ้าที่กำลังเป็นที่สนใจมากในขณะนี้คือ ผลกระทบของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากกระแสฟ้าผ่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบที่เกิดกับอุปกรณ์ที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากฟ้าผ่านี้จะเข้าไปรบกวนการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งในระบบควบคุม ระบบสื่อสาร หรือในระบบคอมพิวเตอร์อาจทำให้ไม่สามารถทำงานได้เป็นปกติ จัดเป็นการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า(Electromagnetic Interference (EMI)) อย่างหนึ่ง ดังนั้นจึงต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันต่างๆให้กับระบบไฟฟ้า ระบบการสื่อสาร และสิ่งปลูกสร้าง รวมถึงการป้องกันการรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอกเพื่อป้องกันและลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากฟ้าผ่า

การเกิดฟ้าผ่าแต่ละครั้งจะมีปริมาณกระแส ประจุพลังงาน และความร้อนเกิดขึ้นเป็นจำนวนมหาศาล เพราะฉะนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันนั้นต้องสามารถทนทานต่อค่ากระแสสูงๆ (กิโลแอมแปร์) และอุณหภูมิความร้อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากฟ้าผ่าได้ การจัดหาวัสดุที่จะใช้ในการสร้างอุปกรณ์ การวางแผน การออกแบบและการสร้างระบบการป้องกันนั้น เราจำเป็นที่จะต้องศึกษาข้อมูลเรื่องฟ้าผ่า เพื่อที่จะทราบข้อมูลทางสถิติ และค่าตัวแปรต่างๆที่เกิดจากฟ้าผ่าให้แน่นอนเสียก่อน (Cummins, K.L., 2002)

การศึกษาข้อมูลฟ้าผ่าในประเทศไทยนั้นเริ่มขึ้นโดยสถาบันวิจัยฟ้าผ่า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2534 โดยใช้เครื่องนับฟ้าผ่าที่สร้างขึ้นเองตามมาตรฐานที่ CIGRE (Conference Interationale des Grands Reseaux Electriques) กำหนด (ธวัชชัย พิชิตชัยกุล, 2534; Anderson et al., 1979) ในการเก็บข้อมูลจำนวนวันที่เกิดฝนฟ้าคะนองในรอบปี ต่อมาการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้นำระบบตรวจหาตำแหน่งฟ้าผ่า (Lightning Location System, LLS) เข้ามาใช้งาน เพื่อระบุตำแหนงของฟ้าผ่ารวมทั้งหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของฟ้าผ่า เช่น ค่ายอดของกระแสฟ้าผ่าและจำนวนฟ้าผ่าซ้ำ เป็นต้น (Supatra Bhumiwat, 1996)

การหาพิกัดหรือบอกตำแหน่งของการเกิดฟ้าผ่าในแต่ละครั้ง มีความสำคัญและมีส่วนช่วยทางด้านการเก็บข้อมูล สถิติ และการพยากรณ์ ระบบการตรวจจับและบอกพิกัดตำแหน่งฟ้าผ่า (Lightning Detection and Lightning Location Systems) ในงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะเป็นการตรวจจับโดยใช้การวัดค่าของสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเกิดฟ้าผ่า (ณรงค์ ทองฉิม พงศ์ภัทร อะสีติรัตน์ และสำรวย สังข์สะอาด, 2543) ร่วมกับระบบการหาตำแหน่ง (Fedoseev, S.A., 2001 ; Cummins, K.L., 2002 ; Medelius, P.J., ; Ihlefeld, C.M.,;) ซึ่งมีพิสัยในการวัดได้ไกลหลายสิบกิโลเมตร แต่บางครั้งการเปลี่ยนแปลงค่าของสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอาจไม่ได้เกิดจากฟ้าผ่าโดยตรงแต่อาจเป็นแค่การเกิดฟ้าแลบหรือการที่ประจุเคลื่อนที่จากก้อนเมฆสู่ก้อนเมฆเท่านั้น จึงต้องมีการพัฒนาระบบที่ใช้ในการตรวจจับฟ้าผ่าเพื่อให้ได้ข้อมูลฟ้าผ่าที่ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับฟ้าผ่าจากการวัดค่าแรงดันเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากกระแสฟ้าผ่ามาใช้ในกาประเมินหาขนาด ขั้วของกระแสฟ้าผ่าและตำแหน่งที่เกิดฟ้าผ่า

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

ขอบเขตในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ เพื่อที่จะศึกษาความเป็นไปได้และพัฒนาระบบตรวจจับฟ้าผ่าที่ใช้หลักการของแรงดันเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนั้นในเงื่อนไขในการทดลองจึงกำหนดตัวแปรควบคุมดังต่อไปนี้

- ฟ้าผ่าที่ใช้ในการทดสอบเป็นฟ้าผ่าเดี่ยว (Single stroke) และสมมติให้กระแสฟ้าผ่าผ่าลงเป็นแนวตรงตั้งฉากกับพื้นที่ที่ใช้ทดสอบ
- คลื่นฟ้าผ่าที่ใช้ในการทดสอบมาจากแหล่งกำเนิดเดียว โดยใช้เครื่องกำเนิดอิมพัลส์ซึ่งสามารถกำหนดขนาดของกระแสอิมพัลส์ฟ้าผ่า รวมทั้งการใช้แท่งโลหะกำหนดตำแหน่งของลำฟ้าผ่าได้

- พื้นที่ด้านหลังของเซ็นเซอร์โดยรอบถูกสมมติว่าไม่มีการสะท้อนกลับของคลื่น

เพื่อสามารถคำนวณหาค่ายอด และตำแหน่งของกระแสอิมพัลส์ฟ้าผ่าที่ใช้ในการทดสอบได้ ความสามารถของระบบตรวจจับเพื่อประเมินหาขนาด และตำแหน่งของฟ้าผ่า โดยการวัดค่าแรงดันเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้า มีดังนี้

1. ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) ที่ออกแบบสามารถตรวจจับสัญญาณกระแสอิมพัลส์ จากเครื่องกำเนิดกระแสอิมพัลส์ภายในพื้นที่ที่กำหนดได้
2. ส่วนการประมวลผลสามารถคำนวณหาค่ายอดของกระแสอิมพัลส์ฟ้าผ่าและตำแหน่งของกระแสอิมพัลส์ฟ้าผ่าที่ใช้ในการทดสอบได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

นอกเหนือจากความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินแล้ว ฟ้าผ่ายังเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดการขัดข้องในระบบไฟฟ้า ดังนั้นเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากฟ้าผ่า การศึกษาปรากฏการณ์เรื่องฟ้าผ่านี้จึงจำเป็นและสำคัญ เห็นได้จากการศึกษาและพัฒนาระบบการตรวจจับ และระบบป้องกันฟ้าผ่าในอดีตที่ผ่านมา เพื่อที่จะทราบถึงกลไกและตัวแปรต่างๆของฟ้าผ่าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แต่ระบบตรวจจับและวัดค่าตัวแปรต่างๆ ในปัจจุบันนี้ยังมีราคาสูงเนื่องจากส่วนใหญ่เป็นระบบของต่างประเทศ ส่วนในประเทศไทยของเรานั้นในเรื่องนี้ก็มีการศึกษาพัฒนาและวิจัยอยู่เช่นเดียวกัน แต่ยังมีข้อด้อยกว่าของต่างประเทศอยู่บ้าง ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จะช่วยให้เราสามารถพัฒนาระบบตรวจจับฟ้าผ่า ที่มีความสามารถในการตรวจจับฟ้าผ่า การบอกตำแหน่ง ทิศทาง และระยะห่างของฟ้าผ่าถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น โดยใช้ต้นทุนที่ถูกลงและใช้งานได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น นอกจากนี้การพัฒนาระบบตรวจจับฟ้าผ่าโดยการวัดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำเนื่องจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากฟ้าผ่าในงานวิจัยนี้ ยังสามารถคำนวณหาค่ายอดของกระแสฟ้าผ่าได้อีกด้วย

ดังนั้น การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับฟ้าผ่าตรวจจับเพื่อประเมินหาขนาดและตำแหน่งของฟ้าผ่าโดยการวัดค่าแรงดันเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบและพัมนาระบบป้องกันฟ้าผ่า เพื่อให้ระบบป้องกันฟ้าผ่ามีประสิทธิภาพและเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบ