บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำทั่วไป

ฟ้าผ่าเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีความสำคัญ เพราะเมื่อเกิดฟ้าผ่า จะเกิดผลกระทบตามมาในรูปของความร้อน แรงกล และทางไฟฟ้า ซึ่งสามารถทำให้เกิดความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่คน สัตว์ สิ่งก่อสร้าง รวมทั้งระบบไฟฟ้า ผลกระทบทางความร้อนและทางกลที่เห็นได้ชัดคือ การที่อาจจะเกิดไฟไหม้หรือเกิดระเบิด ณ จุดที่ฟ้าผ่า ในส่วนของผลกระทบทางไฟฟ้านั้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้ากำลังในส่วนของระบบป้องกันฟ้าผ่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสาเหตุหนึ่งของการเกิดไฟฟ้าดับก็มาจากการเกิดฟ้าผ่าลงที่ระบบส่งจ่าย ทำให้เกิดแรงดันเกิน ซึ่งมีมาตรการป้องกันเช่น ใช้สายล่อฟ้า (Overhead Ground Wire , OGW) และกับดักแรงดันเกิน (Lightning Arrester) โดยกับดักแรงดันเกินจะต้องทนกระแสฟ้าผ่าได้และตัดกระแสติดตามได้ นอกจากนั้น ผลกระทบทางไฟฟ้าที่กำลังเป็นที่สนใจมากในขณะนี้คือ ผลกระทบของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากกระแสฟ้าผ่า โดยสนามแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะเข้าไปรบกวนระบบควบคุม ระบบสื่อสาร และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จัดเป็น Electromagnetic Interference (EMI) ถ้าระบบต่างๆที่กล่าวมานั้นไม่มีการป้องกันการรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอก หรือไม่มี Electromagnetic Compatibility (EMC) ระบบเหล่านั้นอาจจะทำงานผิดพลาด ทำให้เกิดความเสียหายได้

1.2 ที่มาของปัญหา

ในอดีตการศึกษาข้อมูลของฟ้าผ่าในเชิงวิทยาศาสตร์เริ่มจากการใช้กล้องถ่ายรูปของ Boys และ Malan (Schonland , 1956 : 580-597) เพื่อศึกษาแนวทางการเกิดดีสชาร์จและดูจำนวนฟ้าผ่าซ้ำและใช้เครื่องมือวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ (เช่นออสซิลโลสโคป) วัดพารามิเตอร์ของฟ้าผ่า (Schonland , 1956 : 601-602 ; Anderson , 1977 : 437-464 ; Uman , 1984 : 47-137) ซึ่งอาจจะเป็นการวัดกระแสฟ้าผ่า ซึ่งเป็นการวัดโดยตรง หรือเป็นการวัดสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ซึ่งเป็นการวัดโดยอ้อมก็ได้ เครื่องนับฟ้าผ่านริ่มมีบทบาทในการวิจัยฟ้าผ่าในปี 1956 โดย Pierce ได้ประดิษฐ์เครื่องนับฟ้าผ่าเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการหาความหนาแน่นฟ้าผ่าพื้นโลกต่อพื้นที่ (Lightning Ground Flash Density) และหาวันเวลาที่เกิดฝนฟ้าคะนอง (Thunder Storm Day) ซึ่งในเวลาต่อมาก็มีกลุ่มบุคคลที่ทำการวิจัยฟ้าผ่า พัฒนาและปรับปรุงเครื่องนับฟ้าผ่าให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เริ่มจาก Golde ในปี1966 , Prentice และ Mackerras ในปี1969 และฯลฯ เมื่อมีการใช้เครื่องนับฟ้าผ่ากันอย่างแพร่หลายทั่วโลก Conference Interationale des Grands Reseaux Electriques

(CIGRE) จึงได้พัฒนาเครื่องนับฟ้าผ่าให้เป็นมาตรฐาน (Prentice , 1972 ; Anderson , Niekerk , Prentice and Mackerras , 1979) เพื่อให้ข้อมูลฟ้าผ่าจากเครื่องนับฟ้าผ่าทั่วโลกเป็นข้อมูลที่ได้จากเครื่องนับฟ้าผ่าที่มีมาตรฐานเดียวกัน

ข้อมูลของฟ้าผ่าที่ได้จากวิธีการเก็บข้อมูลดังกล่าวข้างต้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า และข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะสมบัติของฟ้าผ่าที่ใช้ในการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าในประเทศ ปัจจุบันยังก็ใช้ข้อมูลของต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ โดยไม่อาจทราบได้ว่าข้อมูลเหล่านั้นเหมือนกับข้อมูลของฟ้าผ่าในประเทศเราหรือไม่ ดังนั้นการศึกษาข้อมูลของฟ้าผ่าในประเทศไทยจึงได้เริ่มขึ้นโดยสถาบันวิจัยฟ้าผ่า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2534 โดยใช้เครื่องนับฟ้าผ่าที่สร้างขึ้นเองตามมาตรฐานที่ CIGRE กำหนด (ธวัชชัย พิชิตชัยกุล , 2534 ; Anderson et al. , 1979) ในการเก็บข้อมูลจำนวนวันที่เกิดฝนฟ้าคะนองในรอบปี ต่อมา การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้นำระบบตรวจหาตำแหน่งฟ้าผ่า (Lightning Location System , LLS) เข้ามาใช้งาน เพื่อระบุตำแหน่งของฟ้าผ่ารวมทั้งหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆของฟ้าผ่า เช่น ค่ายอดของกระแสฟ้าผ่าและจำนวนฟ้าผ่าซ้ำ เป็นต้น (Supatra Bhumiwat , 1996) โดยระบบ LLS ดังกล่าวจะบันทึกวันและเวลาจริงที่เกิดฟ้าผ่า ทำให้ทราบข้อมูลโดยละเอียดของฟ้าผ่ามากกว่าการใช้เครื่องนับฟ้าผ่าแต่เพียงอย่างเดียว

อย่างไรก็ตาม ความเชื่อถือได้ของระบบ LLS ยังเป็นที่สนใจในต่างประเทศ (Robert , Charles and Simon-Pierre , 1995) เพราะข้อมูลจาก Robert et al. ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบผลการวัดระหว่าง การตรวจจับฟ้าผ่าด้วยระบบ LLS , การบันทึกด้วยกล้องวิดีโอ และการใช้เครื่องนับฟ้าผ่า ในการประเมินประสิทธิภาพการตรวจจับฟ้าผ่า (Detection Effiency) ของระบบ LLS ชี้ให้เห็นว่าในฟ้าผ่า 100 ครั้งที่บันทึกจากกล้องวิดีโอ เครื่องนับฟ้าผ่าจะนับได้ 89 ครั้งในขณะที่ระบบ LLS ตรวจจับได้เพียง 55 ครั้งเท่านั้น แสดงให้เห็นว่าเครื่องนับฟ้าผ่าน่าจะมีประสิทธิภาพในการตรวจจับฟ้าผ่ามากกว่าระบบ LLS นอกจากนี้ การเก็บข้อมูลฟ้าผ่าควรใช้ทั้งเครื่องนับฟ้าผ่าและระบบตรวจหาตำแหน่งฟ้าผ่าประกอบกัน (Rosa and Vel'azquez , 1989) เนื่องจากเมื่อเทียบค่าใช้จ่ายกันแล้ว การใช้เครื่องนับฟ้าผ่าจะประหยัดกว่าการใช้ระบบตรวจหาตำแหน่งฟ้าผ่าประมาณ 5 เท่า และข้อมูลที่ได้ก็มีความเชื่อถือได้

ในทางปฏิบัติ การใช้เครื่องนับฟ้าผ่าตามที่ CIGRE กำหนดแต่เพียงอย่างเดียวไม่สามารถรู้เวลาและตำแหน่งที่เกิดฟ้าผ่าได้ จึงต้องมีระบบ LLS เพื่อให้การศึกษาข้อมูลฟ้าผ่าทำได้ละเอียดและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ด้วยเหตุผลข้างต้นนี้ จึงควรพัฒนาเครื่องนับฟ้าผ่าให้มีประสิทธิภาพและมีความสามารถมากขึ้นเพื่อใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลฟ้าผ่าอีกทางหนึ่งด้วย

นอกจากนั้น ข้อมูลของฟ้าผ่ายังมีความสำคัญอย่างมากต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความเกี่ยวข้องกับฟ้าผ่าโดยตรง เช่น กับดักแรงดันเกิน (หรือกับดักฟ้าผ่า) เพราะได้มีการศึกษาการทำงานของกับดักแรงดันเกินเมื่อเกิดฟ้าผ่าซ้ำที่กับดักแรงดันเกิน (Darveniza , 1992 , 1994) ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพ

และความน่าเชื่อถือได้ของกับดักแรงดันเกิน มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะของฟ้าผ่าที่เกิดว่าเป็นฟ้าผ่าเดี่ยวหรือฟ้าผ่าซ้ำ ดังนั้นจำนวนฟ้าผ่าซ้ำจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญข้อมูลหนึ่งในการเลือกกับดักแรงดันเกินเพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามหน้าที่และสามารถเชื่อถือได้ นอกจากนี้ ฟ้าผ่าที่มีจำนวนฟ้าผ่าซ้ำสูง(10-15 ครั้ง) อาจทำให้เกิดเบรกดาวน์ย้อนกลับ (Back Flashover) ที่ถูกถ้วยของสายส่ง 115 kV ของกฟผ. แม้ว่าค่ายอดกระแสฟ้าผ่าจะมีค่าไม่สูงนัก โดยอยู่ในช่วง 30-40 kA ซึ่งเป็นค่าโดยเฉลี่ยของกระแสฟ้าผ่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลโดยระบบ LLS ของกฟผ. (Supatra Bhumiwat , 1996)

ดังนั้น การออกแบบและพัฒนาเครื่องนับฟ้าผ่าซึ่งสามารถนับจำนวนฟ้าผ่าซ้ำได้อย่างถูกต้องจึงเป็นสิ่งจำเป็นและมีประโยชน์ต่อการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า เพื่อให้ระบบป้องกันฟ้าผ่ามีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและทำให้ความเชื่อถือได้ของระบบสูงขึ้น

1.3 ขอบข่ายของวิทยานิพนธ์

ทำการออกแบบและประกอบสร้างเครื่องนับฟ้าผ่าให้มีประสิทธิภาพและความสามารถในการบันทึกข้อมูลของฟ้าผ่าพื้นโลกมากกว่าเครื่องนับฟ้าผ่าที่สถาบันวิจัยฟ้าผ่า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พัฒนามาจากเครื่องนับฟ้าผ่าของ CIGRE (ธวัชชัย พิชิตชัยกุล , 2534 ; Anderson et al. , 1979) เพราะเครื่องนับฟ้าผ่าของ CIGRE จะนับเฉพาะฟ้าผ่าลบเท่านั้น โดยไม่สามารถบันทึกฟ้าผ่าบวก , ฟ้าผ่าซ้ำ รวมทั้งวันเวลาจริงที่เกิดฟ้าผ่าแต่ละครั้งได้ ในขณะที่เครื่องนับฟ้าผ่าที่ออกแบบและประกอบสร้างจะสามารถแยกแยะฟ้าผ่าบวกและฟ้าผ่าลบ รวมทั้งสามารถนับจำนวนฟ้าผ่าซ้ำได้อย่างถูกต้องและมีความเชื่อถือได้ โดยเครื่องนับฟ้าผ่านี้จะบันทึกวันและเวลาจริงที่เกิดฟ้าผ่าแต่ละครั้ง ซึ่งจะทำให้หาจำนวนฟ้าผ่าพื้นโลกในช่วงเวลาที่สนใจ ซึ่งอาจเป็นชั่วโมง , วัน , เดือน หรือปีได้

1.4 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้ ประกอบด้วยเนื้อหาส่วนหลักๆ 5 บท คือ บทที่ 1 (บทนำ) , บทที่ 2 ซึ่งเป็นบทของทฤษฎีของฟ้าผ่าและปรากฏการณ์หลังจากการเกิดฟ้าผ่า รวมทั้งการวัดสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กจากฟ้าผ่าโดยใช้สายอากาศ , บทที่ 3 การออกแบบและประกอบสร้างเครื่องนับฟ้าผ่าโดยจะเน้นหนักในส่วนของการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องนับฟ้าผ่า , บทที่ 4 ผลการทดสอบเครื่องนับฟ้าผ่าและการวิเคราะห์ผลการทดสอบ , บทที่ 5 ซึ่งเป็นข้อสรุปและข้อเสนอแนะของวิทยานิพนธ์ และภาคผนวก ซึ่งเป็นวงจรของเครื่องนับฟ้าผ่าที่ออกแบบสร้าง