

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศเขตร้อนชื้นที่มีอัตราการเกิดฝนฟ้าคะนองค่อนข้างสูง และมีผลทำให้ความหนาแน่นของจำนวนลัมฟ้าผ่าลงสู่ภาคพื้นดินมีจำนวนสูงไปด้วย เมื่อเกิดฟ้าผ่าลงเสาไฟฟ้าหรือสายล่อฟ้าโดยตรงหรือลงในบริเวณข้างเคียง จะทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำตกรวมจนวนลูกถ้วย ถ้ามีค่าสูงกว่าแรงดันวิกฤติที่ฉนวนลูกถ้วยทนได้ ก็จะทำให้เกิดวาวไฟขึ้นที่ฉนวนลูกถ้วย และนำไปสู่การเกิดไฟดับ และที่ผ่านมาก็ได้มีการพัฒนาวิธีการป้องกันความเสียหายจากฟ้าผ่าหลายวิธีด้วยกัน เช่นการจัดการฉนวนแบบไม่สมมาตรหรือเพิ่มจำนวนฉนวนลูกถ้วยให้มากกว่าปกติ การเพิ่มคัปปลิ่งของสายดิน การลดมุมป้องกันการลดความต้านทานดินและการติดตั้งกับดักฟ้าผ่า เป็นต้น

คุณสมบัติของระบบรากสายดินภายใต้สภาวะฟ้าผ่า จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากต่อความปลอดภัยในชีวิต ทรัพย์สินและความเชื่อถือได้ในการทำงานของระบบไฟฟ้ากำลัง เมื่อเกิดฟ้าผ่าลงที่เสาไฟฟ้าจะเกิดคลื่นเคลื่อนที่ไปทั้งตามสายและตามเสาไฟฟ้า เพื่อลงดินดังแสดงในรูปที่ 1.1 เสิร์จิมพีแดนซ์ที่จุดฟ้าผ่าเป็นผลรวมของเสิร์จิมพีแดนซ์ของเสา Z_T ขนานกับสายดินป้องกันฟ้าผ่า Z_g ค่าแรงดันที่หัวเสา V_T หาได้จาก

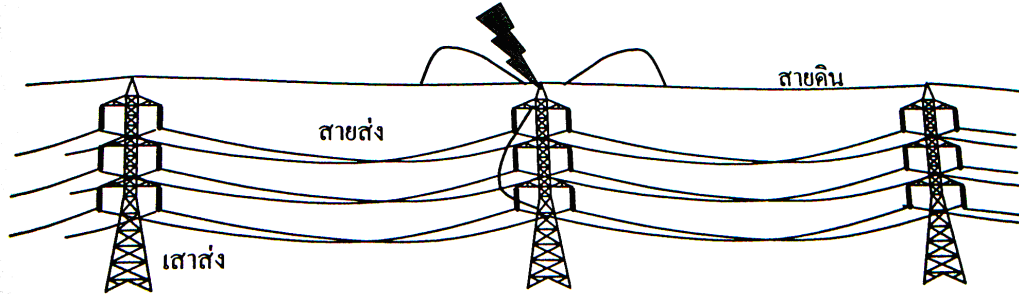
$$V_T = I_0 \left(\frac{Z_T}{1 + \frac{2Z}{Z_g}} \right) \quad (1.1)$$

เมื่อ I_0 คือกระแสฟ้าผ่า

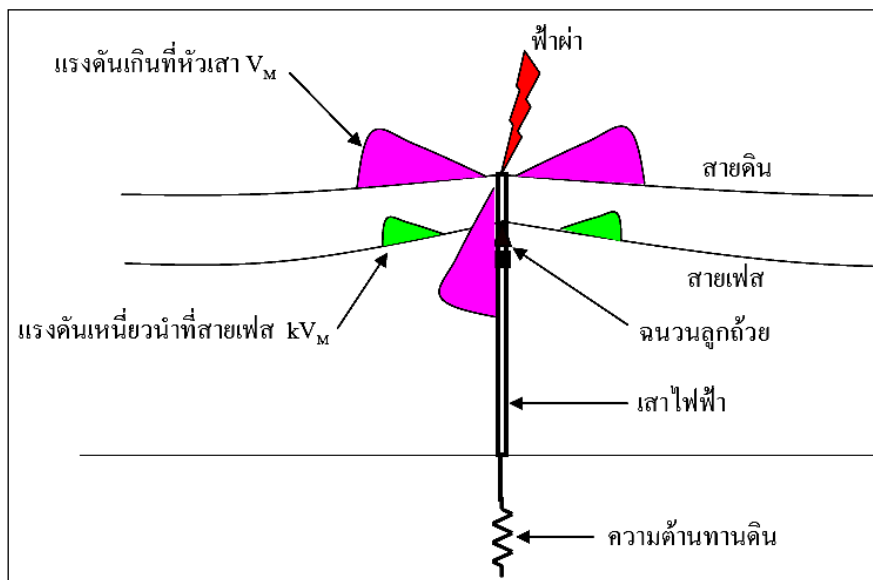
และแรงดันที่หัวเสาจะเปลี่ยนไปเมื่อมีคลื่นแรงดันสะท้อนจากฐานเสาและจากเสาข้างเคียง ซึ่งสามารถหาได้จากสัมประสิทธิ์การสะท้อน(Coefficient of Reflection, Γ)

$$\Gamma = \frac{Z_T - R}{Z_T + R} \quad (1.2)$$

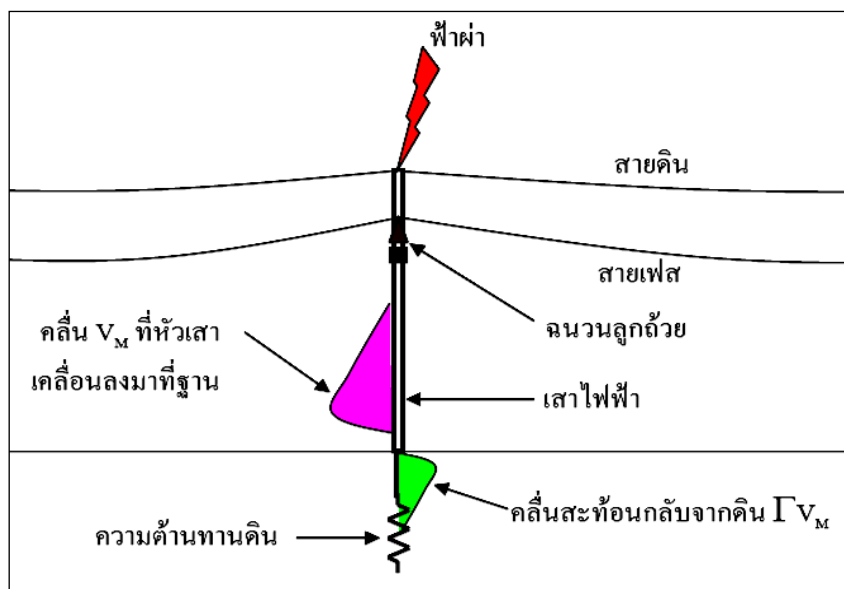
เมื่อ R คือความต้านทานดินที่ฐานเสา



ภาพที่ 1.1 แรงดันฟ้าผ่าที่เกิดบนสายส่งและเสาส่งไฟฟ้า



ก. แรงดันฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นที่ยอดเสา



ข. แรงดันเหนี่ยวนำที่สายเฟสและคลื่นสะท้อนกลับจากดิน

ภาพที่ 1.2 แรงดันฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นที่ยอดเสา, แรงดันเหนี่ยวนำที่สายเฟสและคลื่นสะท้อนกลับจากดิน

ดังนั้นคุณสมบัติของระบบการต่อลงดินภายใต้สภาวะฟ้าผ่า จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก ต่อความปลอดภัยในชีวิต ทรัพย์สินและความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลัง เมื่อเกิดฟ้าผ่าลงที่เสา ไฟฟ้าจะเกิดคลื่นจรเคลื่อนที่ไปตามสายและตามเสาไฟฟ้าลงดินดังในภาพที่ 1.2 ถ้าความต้านทานดินที่ฐานเสามีค่าต่ำกว่าเสิร์จอิมพีแดนซ์ของเสาถือว่าเป็นการออกแบบที่ดี เพราะคลื่นเคลื่อนที่ลงไปถึงจุดต่อระหว่างเสากับดิน ก็จะสะท้อนกลับด้วยคลื่นที่มีชั่วตรงข้าม (เป็นลบ) และเมื่อคลื่นสะท้อนกลับขึ้นมาถึงจุดต่อของคอนกับเสาหลังจากเวลาไม่กี่ไมโครวินาที ก็จะไปหักล้างกับคลื่นแรงดันที่หัวเสาขณะนั้น ทำให้ค่ายอดของแรงดันที่หัวเสาตกลง หากเวลาหน้คลื่นยาวกว่าเวลาที่คลื่นสะท้อนใช้ในการเดินทาง จากยอดเสากลับขึ้นมาที่ยอดเสา คลื่นสะท้อนก็จะกลับมาถึงก่อนที่สัญญาณคลื่นจะมีค่าเพิ่มขึ้นถึงค่ายอด ทำให้สามารถหักล้างค่ายอดส่วนเกินที่เกิดขึ้น และทำให้ขนาดของคลื่นฟ้าผ่ามีขนาดลดลง จากผลของความต้านทานดินที่ฐานเสาที่มีค่าน้อยกว่าเสิร์จอิมพีแดนซ์ของเสา และในทางกลับกันหากค่าความต้านทานดินที่ฐานเสามีค่าสูงกว่าเสิร์จอิมพีแดนซ์ของเสา ส่งผลทำให้คลื่นสะท้อนกลับมีค่าเป็นบวก และจะไปเสริมกับคลื่นแรงดันที่เคลื่อนที่ลงมา ทำให้ขนาดของคลื่นแรงดันมีค่าเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดแรงดันเกินที่ยอดเสาสูงมาก และเหนี่ยวนำทำให้แรงดันตกคร่อมจนวนลูกสูงตามไปด้วย หากสูงเกินค่าแรงดันวาวไฟตามผิวที่จนวนลูกถ้วยทนได้ก็จะเกิดวาวไฟตามผิวจนวนลูกถ้วย

แรงดันที่หัวเสาเมื่อเกิดฟ้าผ่าลงเสาส่ง จะมีค่าเท่ากับคลื่นของแรงดันที่หัวเสาเคลื่อนที่ลงมาพบกับความต้านทานดินที่ฐานเสาแล้วทำให้เกิดคลื่นสะท้อนกลับขึ้นไปด้วยขนาดตามค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน และไปรวมกับแรงดันที่หัวเสาตอนเริ่มต้น ดังนั้นแรงดันที่หัวเสา จะเป็นไปตามสมการ

$$V_T' = \Gamma V_T \quad (1.3)$$

การต่อลงดินของเสาส่งและเสาจำหน่ายมีวัตถุประสงค์เพื่อให้แรงดันเกินที่เกิดขึ้นที่หัวเสา ลดลงให้มากที่สุด ยิ่งความต้านทานที่เสาส่งหรือเสาจำหน่ายมีค่าต่ำมากเท่าใด แรงดันเกินที่หัวเสาก็จะยิ่งมีค่าน้อยลง

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จะทำการวิเคราะห์การตอบสนองต่ออิมพัลส์ฟ้าผ่าของระบบสายดิน ที่มีผลต่อความต้านทานดินอิมพัลส์ ด้วยการพิจารณารูปทรงของระบบสายดิน(แท่งหลักดิน รากสายดินชนิดแฉก) ขนาด, ชนิดของดินและขนาดของกระแสฟ้าผ่า ซึ่งจะทำให้สามารถคาดคะเนค่าความต้านทานดินอิมพัลส์ได้อย่างถูกต้องและจะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบเสาส่ง ไฟฟ้าและเสาจำหน่ายไฟฟ้าต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การตอบสนองต่ออิมพัลส์ฟ้าผ่าของแท่งหลักดิน โดยการพิจารณาขนาดของแท่งหลักดิน, ชนิดของดิน ที่มีผลต่อความต้านทานดินอิมพัลส์
2. ทดสอบลักษณะดินตามสถานที่ต่างๆ เพื่อพิจารณาการตอบสนองต่ออิมพัลส์ฟ้าผ่าของแท่งหลักดินในบริเวณนั้นๆ
3. เพื่อศึกษาผลของค่าความต้านทานจำเพาะของดินต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์อิมพัลส์

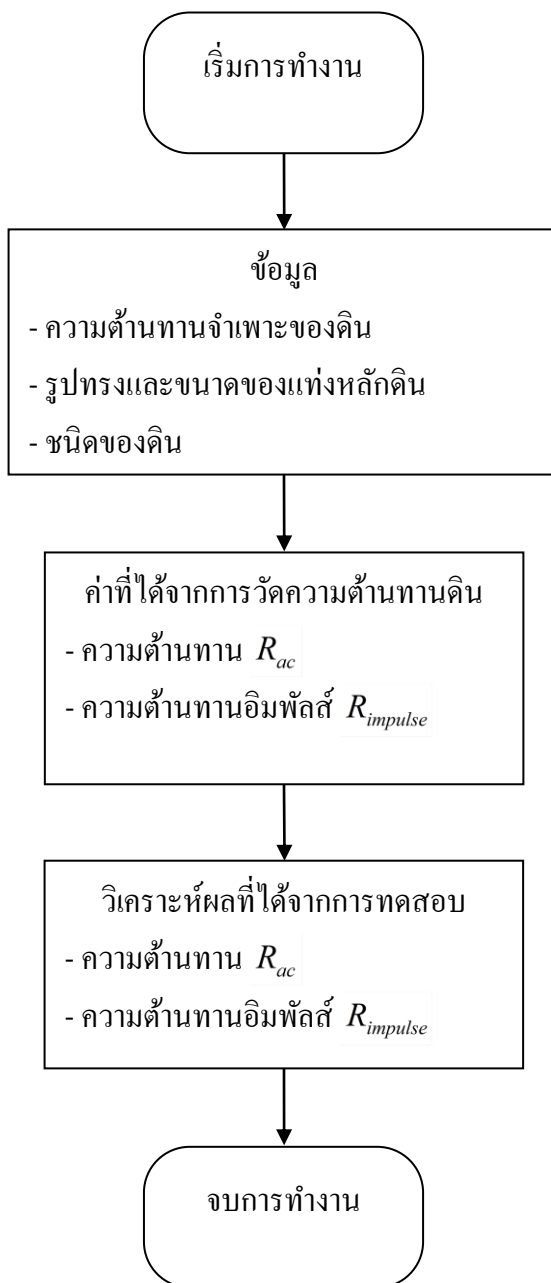
1.3 วรรณกรรม

William A. Chisholm และ Wasył Janischewskyj(1989) ได้ทำการคำนวณและทดสอบการตอบสนองต่ออิมพัลส์ไฟฟ้าของ Conducting Ground Plane โดยทำการพิจารณารูปทรงของรากสายดิน ชนิดของดิน การไอออไนเซชันและการเคลื่อนที่ของคลื่นนำมารวมสรุปเพื่อสร้างแบบจำลองระบบรากสายดินที่ฐานเสาส่งไฟฟ้าสำหรับใช้ในการทำนายอัตราการเกิดไฟดับของสายส่งไฟฟ้าที่เดินในอากาศ พบว่าองค์ประกอบของความเหนี่ยวนำจะมีผลต่อการตอบสนองต่ออิมพัลส์ไฟฟ้าของระบบรากสายดิน และเมื่อศึกษาโดยใช้ Time-Domain Reflectometry ตรวจสอบ พบว่าการตอบสนองต่ออิมพัลส์ไฟฟ้าของระนาบพื้นดิน เมื่อแทนเสาส่งด้วยรูปกรวยจะมีค่าไม่เป็นศูนย์ในทางกลับกัน ถ้าแทนการเคลื่อนที่ของคลื่นด้วยรูปทรงกระบอก อิมพีแดนซ์จะมีค่าเริ่มต้นที่ 60 โอห์ม ซึ่งค่าความเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นนี้มีค่าน้อยกว่าความเหนี่ยวนำของเสาส่ง แต่จะไปส่งผลให้แรงดันที่ฐานเสาส่งมีค่าสูงขึ้น[1]

He Jin-Liang และคณะ (1993) ได้ทำการทดสอบด้วยการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการศึกษาการตอบสนองต่ออิมพัลส์ไฟฟ้าของระบบรากสายดิน โดยการพิจารณาผลของกระแสไฟฟ้า ความต้านทานจำเพาะดิน ขนาดและรูปทรงของรากสายดิน ความลึกและชนิดของวัสดุรากสายดิน พบว่าความต้านทานดินอิมพัลส์จะมีค่าลดลง เมื่อมีกระแสไฟฟ้า ขนาดของรากสายดิน ความลึกในการปักรากสายดินมีค่าเพิ่มขึ้นและค่าความต้านทานดินอิมพัลส์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความต้านทานจำเพาะดินมีค่าเพิ่มขึ้น [2]

S.Visacro (2009) ได้ทำการทดสอบการตอบสนองต่ออิมพัลส์ไฟฟ้าของแท่งรากสายดิน พบว่าในกรณีคลื่นกระแสไฟฟ้าหน้าคลื่นชัน ค่าความต้านทานดินอิมพัลส์ของแท่งรากสายดินชนิดสั้นจะมีค่าน้อยกว่าความต้านทานดินที่ความถี่กำลัง ในขณะที่แท่งหลักดินชนิดยาว (มีความยาวมากกว่าความยาวที่เหมาะสม) ค่าความต้านทานดินอิมพัลส์จะมีค่ามากกว่าความต้านทานดินที่ความถี่กำลัง [3]

1.4 โครงสร้างการทำงาน



ภาพที่ 1.3 โครงสร้างการทำงาน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์และทดสอบการตอบสนองต่ออิมพัลส์ไฟฟ้าของแท่งหลักดิน โดยทำการพิจารณาพารามิเตอร์ดังนี้

1. ขนาดของแท่งหลักดิน
2. ความต้านทานจำเพาะดิน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงผลการตอบสนองต่ออิมพัลส์ของแท่งหลักดินที่มีต่อค่าความต้านทานดินอิมพัลส์
2. ทำให้ทราบค่าความต้านทานดินอิมพัลส์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการออกแบบระบบการป้องกันฟ้าผ่าของสายส่งหรือสายจำหน่ายไฟฟ้าต่อไป