

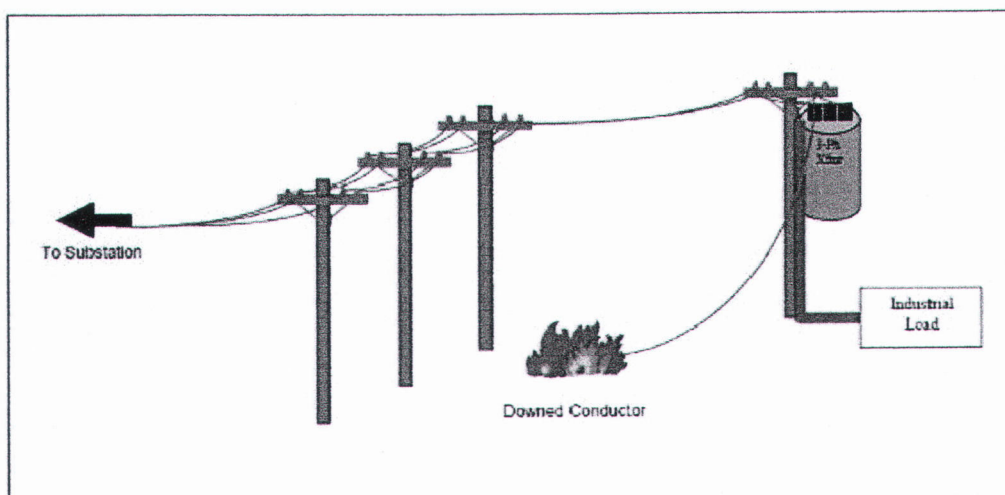
## บทที่ 1

### บทนำ

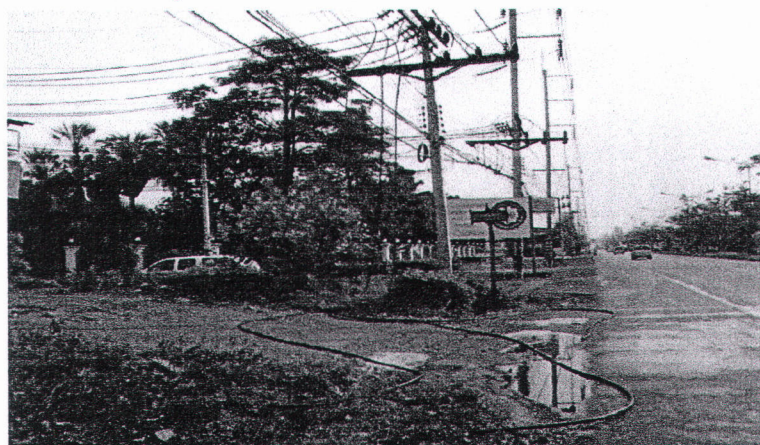
#### 1. บทนำ

##### 1.1 ที่มาของปัญหา

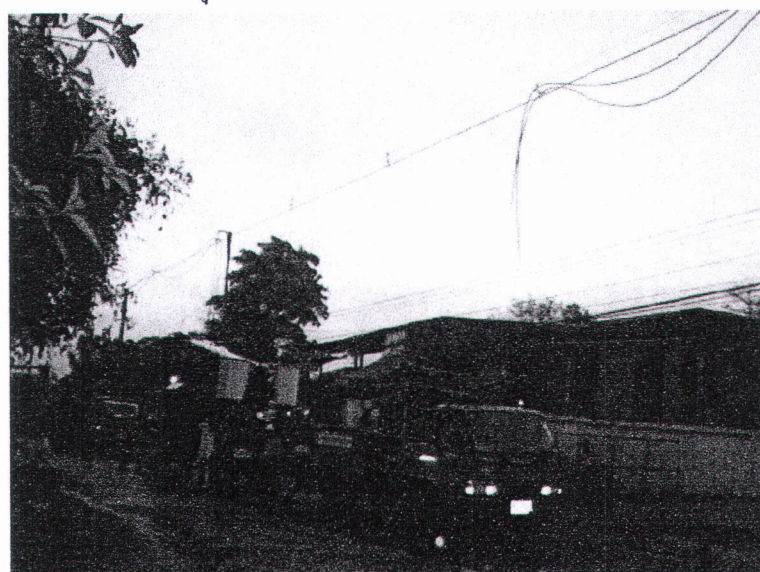
ระบบจำหน่ายไฟฟ้านับว่ามีความสำคัญต่อผู้ใช้ไฟฟ้า เพราะเป็นระบบที่สามารถเข้าถึงผู้ใช้ไฟฟ้าได้โดยตรง นั่นจึงเป็นเหตุผลให้ผู้ใช้ไฟฟ้าต้องตระหนักถึงเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในระบบจำหน่าย ในระบบจำหน่ายก็สามารถเกิดเหตุการณ์ที่เรียกว่าความผิดปกติขึ้นได้ ซึ่งความผิดปกติในระบบก็มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ขึ้นอยู่กับสาเหตุการเกิดความผิดปกติ ลักษณะของการเกิดความผิดปกติ อาทิเช่น ความผิดปกติระหว่างเฟสกับเฟส ความผิดปกติลงดินและความผิดปกติเนื่องจากสายตัวนำขาด เป็นต้น ความผิดปกติระหว่างเฟสกับเฟส และความผิดปกติลงดินสามารถตรวจจับได้ด้วยอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วในระบบ เช่น หม้อแปลงกระแส รีเลย์ป้องกัน เพราะปริมาณของความผิดปกตินั้นสูงจนหม้อแปลงกระแส สามารถตรวจจับได้ แต่ในอีกลักษณะหนึ่งความผิดปกติเนื่องสายตัวนำขาดหรือความผิดปกติโดยจุดที่ผิดปกติเกิดอิมพีแดนซ์ค่าสูงนั้น อุปกรณ์ตรวจจับที่มีอยู่ในระบบไม่สามารถตรวจจับได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะระดับความรุนแรงของกระแสผิดปกติมีปริมาณไม่มากเพียงพอ ที่จะทำให้อุปกรณ์ตรวจจับนั้นตรวจพบได้ ความผิดปกติประเภทนี้ส่งผลกระทบต่อประชาชนในด้านความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน เนื่องจากระบบไม่สามารถตรวจจับได้ ทำให้ไม่สามารถกำจัดความผิดปกติประเภทนี้ ถ้ามีประชาชนอยู่ในบริเวณที่เกิดความผิดปกติจะทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิตได้ ดังภาพที่ 1.1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อสายตัวนำไฟฟ้าขาด สายจะตกลงสู่พื้นด้วยน้ำหนักของสายเอง ทำให้บริเวณดังกล่าวเกิด Gradient Voltage ขึ้น เมื่อมีคนหรือสิ่งมีชีวิตอยู่ในบริเวณดังกล่าวก็อาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ ส่วนภาพที่ 1.2 เป็นเหตุการณ์สายตัวนำไฟฟ้าขาดทั้งสามเฟสแล้วสัมผัสพื้น ซึ่งบันทึกได้จากสถานที่เกิดเหตุจริง และภาพที่ 1.3 ก็เป็นเหตุการณ์สายตัวนำไฟฟ้าขาด แต่ขาดเพียง 2 เฟส ด้านหนึ่งสัมผัสกับพื้นดินแล้วและอีกด้านหนึ่งจะพบว่าสายตัวนำห้อยอยู่ในอากาศ



ภาพที่ 1.1 เหตุการณ์จำลองของสายตัวนำไฟฟ้าขาดแล้วสัมผัสพื้น



ภาพที่ 1.2 เหตุการณ์สายจ่ายไฟฟ้าขาด 3 เฟสจากสถานที่จริง



ภาพที่ 1.3 เหตุการณ์สายจ่ายไฟฟ้าขาด 2 เฟสจากสถานที่จริง

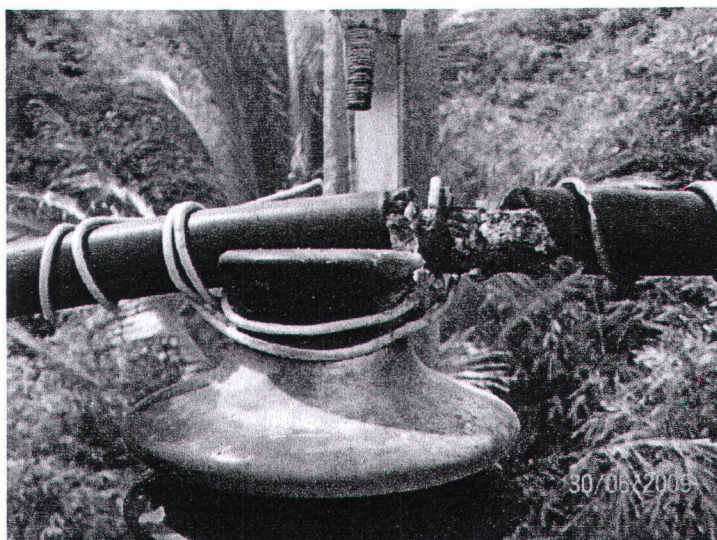


เหตุการณ์สายไฟฟ้าขาดนั้นมีสาเหตุ และปัจจัยหลายต่อหลายอย่างในการทำให้เกิดการชำรุดขึ้นกับสายตัวนำไฟฟ้า เช่น ภัยธรรมชาติ อุบัติเหตุ ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในตัวนำ ความไม่สมบูรณ์ในกระบวนการผลิตสายไฟฟ้า หรือการติดตั้งสายตัวนำไฟฟ้าในสถานที่ใช้งานก็ดี ล้วนเป็นสาเหตุเริ่มต้นให้เกิดการชำรุดต่อสายตัวนำไฟฟ้า ลักษณะการเกิดความชำรุดของสายไฟฟ้าจนนำมาซึ่งการขาดเสียหาย นั้น พออธิบายได้คร่าวๆ 2 ลักษณะดังนี้

1. กลไกการชำรุดของสายตัวนำไฟฟ้านั้นเริ่มจากการสั่น (Vibration) ซึ่งเกิดจากลม หรือ แผ่นดินไหว จุดเกิดเหตุการณ์สายไฟฟ้าขาดที่พบมากที่สุดนั้นคือ บริเวณจุดที่ห้อยกับสเปเซอร์ (Spacer) และเสาต้นที่เป็นจุดต่อสายร่วม (Splicing pole) เพราะจุดดังกล่าวถูกยึด หรือตรึงไว้เป็นเหตุให้เกิดการแกว่งเกิดขึ้นกับสายตัวนำไฟฟ้าที่ติดตั้งใช้งาน การแกว่งนี้จะทำให้ตัวนำเกิดการเปราะแตกได้ เมื่อตัวนำเปราะแตกแล้ว ความหนาแน่นกระแสจะสูงขึ้นในบริเวณที่ตัวนำเปราะแตก ส่งผลให้ความร้อนบริเวณดังกล่าวมีค่าสูงขึ้น จนวนก็จะได้รับความร้อนสูงขึ้นตามไปด้วย ทำให้ความคงทนแข็งแรงของฉนวนสายไฟฟ้าลดลง จนไม่สามารถรับแรงดึงเนื่องจากน้ำหนักสายตัวนำไฟฟ้าได้ ทำให้สายตัวนำไฟฟ้าขาดในที่สุด เวลาที่สายไฟฟ้าขาดจะเกิดแรงดึงเนื่องจากน้ำหนักของสายไฟฟ้าเอง ทำให้สายไฟฟ้าตกสู่พื้นเบื้องล่างและนำมาซึ่งอันตรายต่อประชาชนและสิ่งมีชีวิต

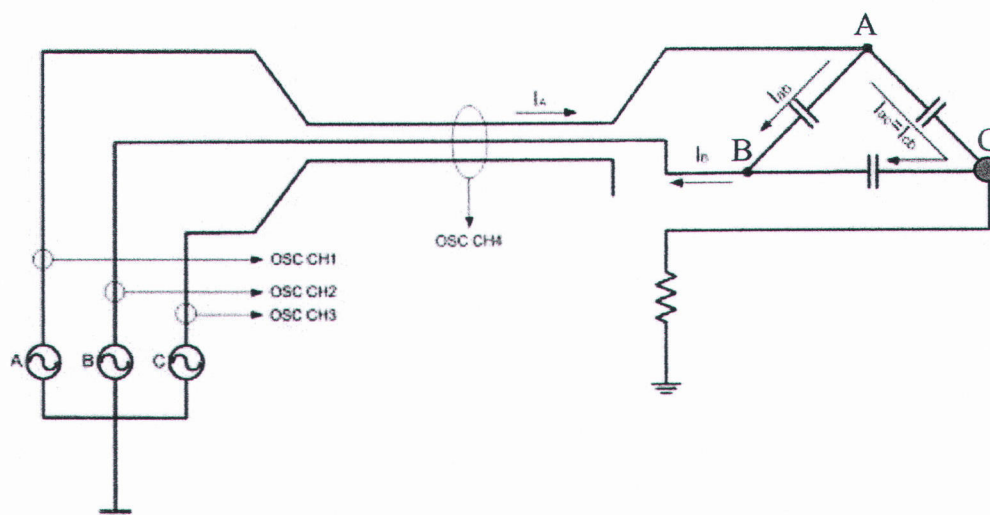
2. เกิดจากแรงดึงอย่างแรง ซึ่งอาจเกิดจากอุบัติเหตุกับเสาไฟฟ้า แล้วส่งผลให้เกิดการฉุดรั้งของสายตัวนำไฟฟ้าที่ติดตั้งบนเสาไฟฟ้า ได้ด้วยน้ำหนักของเสาไฟฟ้าที่รั้งลงบนสายตัวนำไฟฟ้า ทำให้สายตัวนำไฟฟ้าขาดแล้วตกลงสู่พื้นได้

จากลักษณะการเกิดความชำรุดกับสายตัวนำไฟฟ้า ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จึงมีภาพที่แสดงให้เห็นถึงความชำรุดของสายไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่จริงในระบบจำหน่ายไฟฟ้า ตามภาพที่ 1.4 จะพบว่าส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้าของสายไฟฟ้าเกิดการแตกเสียหาย และฉนวนของสายไฟฟ้าเกิดการฉีกขาด ถ้ายังใช้งานสายไฟฟ้าเส้นดังกล่าวต่อไป อาจจะทำให้เกิดเหตุการณ์สายตัวนำไฟฟ้าขาดแล้วตกลงมาสัมผัสพื้นตามมา จนทำให้ประชาชนในบริเวณดังกล่าวได้รับอันตรายได้ และในความเป็นจริงของระบบไฟฟ้าในปัจจุบันนั้นคือ ถ้าไม่มีการแจ้งจากประชาชนว่าพบปัญหาด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า ผู้ให้บริการไฟฟ้าย่อมไม่ดำเนินการแก้ไขปัญหานั้นได้ เช่นกันกับเหตุการณ์นี้ ถ้าสายไฟฟ้าชำรุด ตัวนำไฟฟ้าเปราะแตก แต่ไม่ถึงขั้นที่สายไฟฟ้าจะขาด ประชาชนผู้ที่สัญจรผ่านไปผ่านมาย่อมไม่ทราบหรือรับรู้ว่ สภาพสายไฟฟ้าที่ขาดผ่านศีรษะนั้นเกิดปัญหาหรือความบกพร่องอยู่ ผู้ให้บริการไฟฟ้าก็ยังไม่ได้ดำเนินการเปลี่ยนสายไฟฟ้าให้ใหม่ได้ เหตุการณ์สายไฟฟ้าขาดจึงเป็นเหตุการณ์ที่พร้อมจะเกิดขึ้นได้เสมอ



ภาพที่ 1.4 สาย SAC เสื่อมสภาพ และอาจเกิดเหตุการณ์สายขาดในลำดับต่อมาได้

เมื่อเหตุการณ์สายไฟฟ้าขาดแล้วตกลงสัมผัสพื้นเกิดขึ้นแล้ว จะมีวงจรสมมูลของการเกิดเหตุการณ์ดังได้แสดงไว้ในภาพที่ 1.5 เมื่อพิจารณาวงจรสมมูลดังกล่าวแล้วจะพบว่า เมื่อสายตัวนำไฟฟ้าเฟส C ขาดนั้น กระแสในเฟส A และเฟส B ยังคงมีกระแสไหลไปยังด้านภาระอยู่ ทำให้โนดของภาระมีแรงดันเกิดขึ้น ทั้งโนด A ( $V_A$ ) และ โหนด B ( $V_B$ ) ส่วนโนด C ( $V_C$ ) นั้น จะมีแรงดันเป็นครึ่งหนึ่งของแรงดันระหว่างโนด A และ B ( $V_{AB}$ ) เมื่อ โหนด C (จุดสีแดง) มีแรงดันเป็น  $V_C$  แล้วตกลงมาสัมผัสกับพื้นดิน โดยพื้นผิวดินจะมีค่าความต้านทาน ( $R_F$ ) ความต้านทานนี้ได้รวมค่าความต้านทานดินในบริเวณดังกล่าวแล้ว ลักษณะดังกล่าวนี้เสมือนการนำแรงดันจุ่มลงดิน จึงทำให้มีกระแสไหลลงดิน ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าแรงดันเกรเดียนต์ (Gradient Voltage) ในบริเวณดังกล่าว นำมาซึ่งแรงดันอย่างก้าวที่อาจจะเกิดขึ้นกับบุคคลที่เข้าไปในบริเวณนั้นได้

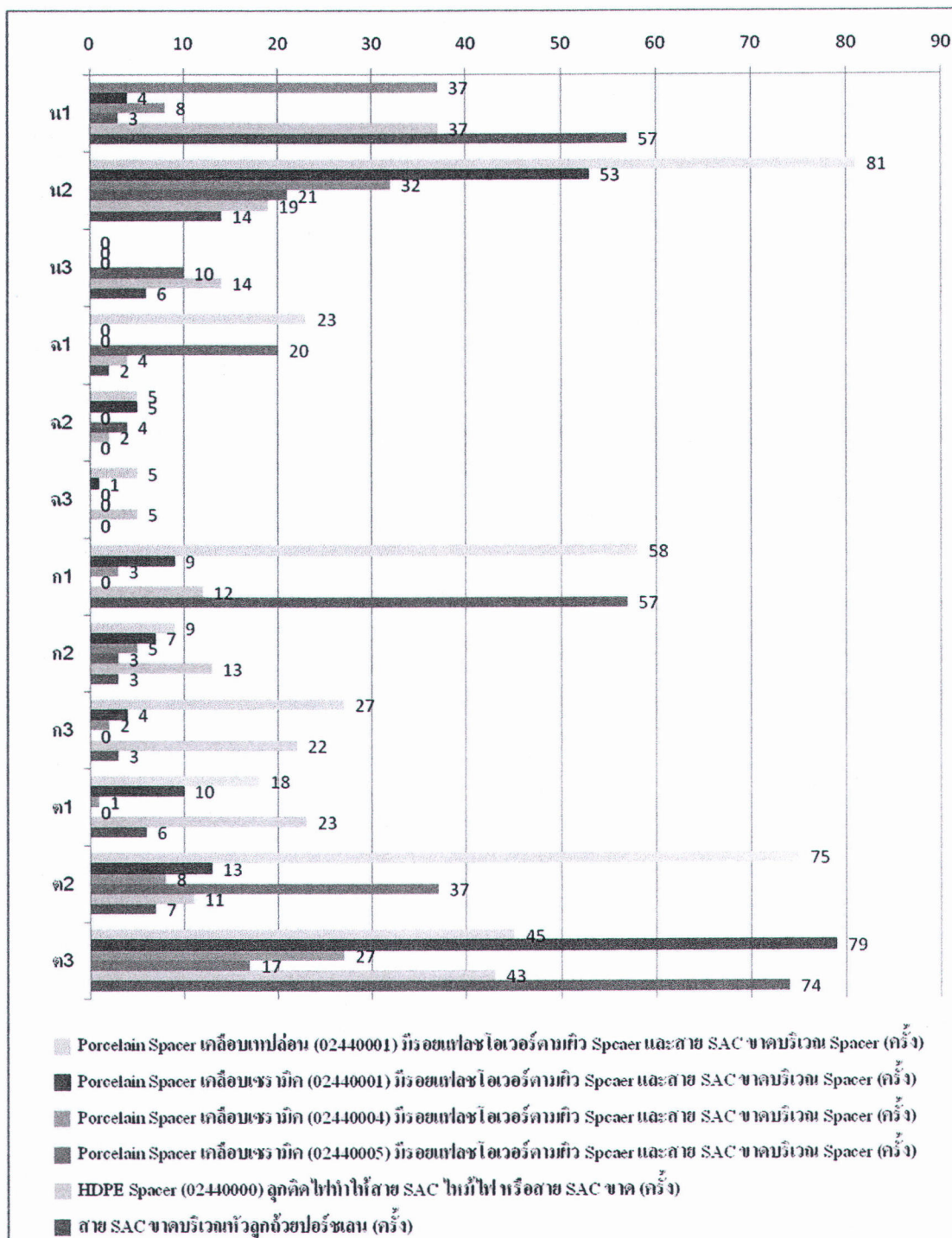


ภาพที่ 1.5 วงจรสมมูลกรณีสายตัวนำขาด และทิศทางการไหลของกระแสสาย



เหตุการณ์สายไฟฟ้าขาดนี้สามารถเกิดขึ้นได้ในระบบจำหน่าย โดยจากสถิติข้อมูลที่ได้รับจากกองวิจัย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่รวบรวมเหตุการณ์สายไฟฟ้าขาดจากเขตการให้บริการไฟฟ้า ภายใต้ความรับผิดชอบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้ง 12 เขต ประกอบด้วยภาคเหนือ 3 เขต ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 เขต ภาคกลาง 3 เขต และภาคใต้ 3 เขต โดยแสดงในภาพที่ 1.7 เป็นกราฟแท่งแบ่งตามเขตการรับผิดชอบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งแบ่งจำนวนการเกิดเหตุการณ์สายไฟฟ้าประเภท SAC – Space Aerial Cable ขาดบนสเปเซอร์ชนิดต่างๆที่มีใช้ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในช่วงปี พ.ศ. 2551 – 2552 มีจำนวนเหตุการณ์สายจำหน่ายไฟฟ้าขาดถึง 1,203 เหตุการณ์ นับว่าเกิดเหตุการณ์ลักษณะนี้ขึ้นในระบบจำหน่ายไฟฟ้าบ่อยครั้ง และก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและทรัพย์สินอีกด้วย [1]

ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จะนำเสนอวิธีการออกแบบจำลองความผิดปกติของแบบสายจำหน่ายไฟฟ้าขาดแล้วตกลงมาสัมผัสกับพื้นดิน เพื่อหาลักษณะจำเพาะของความผิดปกติที่ได้จากการจำลองทั้งแบบจำลองด้วยโปรแกรมประยุกต์ หรือจำลองความผิดปกติลงบนระบบจำหน่ายไฟฟ้าจำลอง และการวิจัยนี้ยังได้นำเสนอแบบแผนใหม่ในการตรวจจับเหตุการณ์ความผิดปกติเนื่องจากสายจำหน่ายไฟฟ้าขาดแล้วตกลงมาสัมผัสกับพื้นดินให้มีประสิทธิภาพมากกว่าระบบการตรวจจับความผิดปกติที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เมื่อได้ลักษณะจำเพาะของความผิดปกติของแบบสายจำหน่ายไฟฟ้าขาดแล้วตกลงมาสัมผัสพื้นดินรวมกับแบบแผนการตรวจจับความผิดปกติใหม่แล้ว จะสามารถออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับความผิดปกติของแบบสายจำหน่ายไฟฟ้าขาดแล้วตกลงมาสัมผัสพื้น โดยใช้สัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีอยู่แล้วเช่น หม้อแปลงกระแสในการตรวจจับ เป็นต้น อุปกรณ์ตรวจจับที่ได้ออกแบบนี้จะใช้อุปกรณ์จำพวกอิเล็กทรอนิกส์ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการตรวจจับในระบบจำหน่ายไฟฟ้าเดิมให้มีประสิทธิภาพในการตรวจจับความผิดปกติของแบบสายจำหน่ายไฟฟ้าขาดแล้วตกลงมาสัมผัสกับพื้นได้



ภาพที่ 1.6 สถิติสายไฟฟ้าขาด แยกตามการไฟฟ้าเขตของ กฟภ. ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2552

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับในระบบจำหน่ายไฟฟ้า ให้มีความสามารถในการแจ้งเตือนเหตุการณ์ความผิดปกติเนื่องจากสายตัวนำขาด โดยอาศัยเทคนิคการตรวจจับกระแสสายในแต่ละเฟส ทั้งสามเฟสในระบบไฟฟ้า แล้วใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลเหตุการณ์ผิดปกติของสายตัวนำขาดในการแจ้งเตือนเหตุการณ์ดังกล่าวให้ผู้ใช้งานได้ทราบถึงความบกพร่องในระบบไฟฟ้า

## 1.3 ขอบเขตในการทำวิทยานิพนธ์

พิจารณาเฉพาะระบบจำหน่ายไฟฟ้าในสายป้อนเดี่ยว (Single Feeder) ระดับแรงดันสูงปานกลาง สำหรับสายตัวนำด้านไฟฟ้าแรงสูงขาด แล้วสัมผัสลงดินด้านภาระ โดยครอบคลุมภาระแบบเคลด้า, วาย 3 เฟส 3 สาย และวาย 3 เฟส 4 สาย

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ระบบตรวจจับความผิดปกติที่พัฒนาขึ้นมานี้ สามารถจำแนกประเภทของความผิดปกติแบบต่างๆ ได้ ซึ่งจะช่วยให้ออกแบบ และพัฒนาต่อยอด เพื่อดำเนินการตัดวงจร (De-energize) เมื่อเกิดเหตุการณ์ความผิดปกติขึ้นในระบบไฟฟ้า และต่อวงจร (Energize) เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการใช้พลังงานไฟฟ้า
- 2) อุปกรณ์ตรวจจับความผิดปกติที่สามารถป้องกันเหตุการณ์ความผิดปกติแบบสายจำหน่ายไฟฟ้าขาดแล้วตกลงมาสัมผัสกับพื้น เพื่อเกิดความปลอดภัยต่อชีวิต และทรัพย์สิน
- 3) สามารถลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

## 1.5 ขั้นตอนในการทำวิทยานิพนธ์

- 1) รวบรวมสถิติการเกิดเหตุการณ์สายจำหน่ายขาด และภาพเหตุการณ์สายตัวนำขาดในระบบไฟฟ้า
- 2) แยกแยะความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในระบบไฟฟ้า พร้อมศึกษาความสามารถของระบบป้องกันที่มีต่อความผิดปกติแบบต่างๆ
- 3) ศึกษาองค์ประกอบของระบบไฟฟ้ากำลัง พร้อมทั้งจำลองระบบจำหน่ายไฟฟ้าขึ้น เพื่อศึกษาปริมาณกระแสด้วยแรงดัน 3 เฟส 380 โวลต์



4) จำลองเหตุการณ์ความผิดปกติของแบบสายจำหน่ายไฟฟ้าขาดแล้วตกลงมาสัมผัสพื้นด้าน  
ภาระ ด้วยโปรแกรม EMTP – ATP

5) จำลองเหตุการณ์ความผิดปกติของฯ ลงบนระบบจำหน่ายไฟฟ้าจำลอง

5) วิเคราะห์รูปคลื่นของกระแสสายที่ได้จากการจำลองความผิดปกติของฯ

6) ศึกษาวิธีเขียน Microcontroller และการนำสัญญาณเข้าไปเพื่อประมวลการทำงานใน  
Microcontroller

7) นำ Microcontroller มาทดลองในชุดจำลองระบบจำหน่าย และ จำลองความผิดปกติของ  
เพื่อให้ Microcontroller ตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติที่สมมติขึ้น

8) รวบรวมผลการทดลอง พร้อมการวิเคราะห์ผลการทดลอง และเขียนรูปเล่มวิทยานิพนธ์