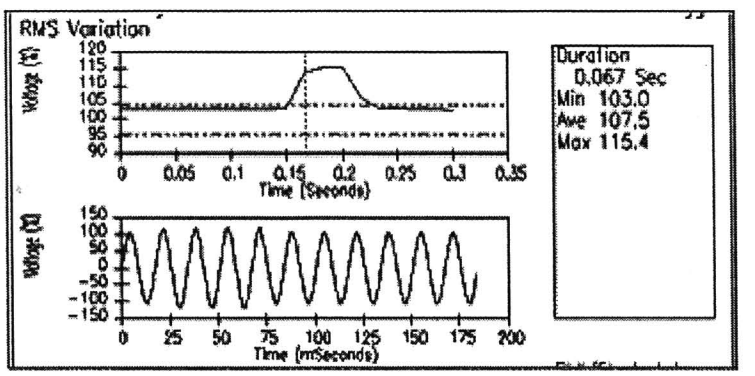
# บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ปัญหาที่จากการเกิดสภาวะความผิดพร่อง (Fault) ทางไฟฟ้า

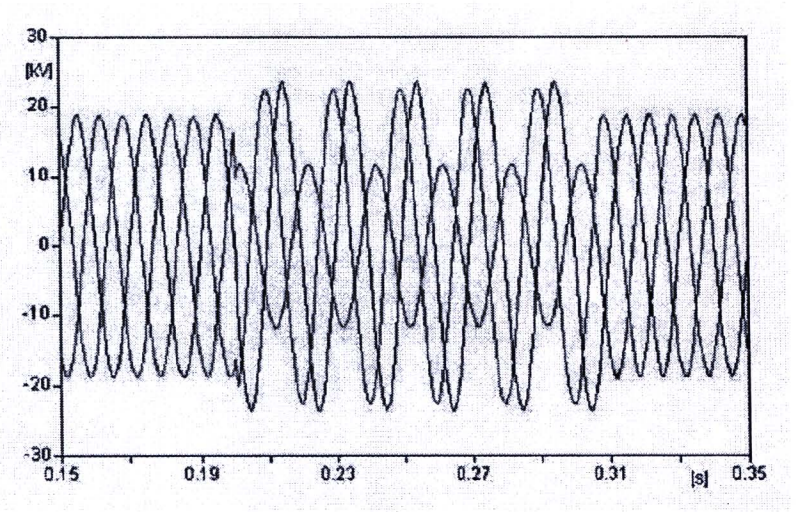
### 2.1.1 แรงดันเกินช่วงสั้น (Voltage Swell)

ค่าแรงดัน RMS มีค่าในช่วงเวลาระหว่าง 10 ms – 1 min [9],[10] ปัญหาแรงดันเกินช่วงสั้น มีสาเหตุหลักมาจากฟอลต์แบบ Single Line to Ground Fault ที่เกิดขึ้นในระบบ โดยในขณะที่เกิดฟอลต์ขึ้นนั้น ค่าแรงดันไฟฟ้าในเฟสที่ไม่เกิดฟอลต์จะมีขนาดที่เพิ่มขึ้น ค่าแรงดันไฟฟ้าในเฟสที่ไม่เกิดฟอลต์อาจมีค่าสูงถึง 1.73 P.U. แต่โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าประมาณ 1.4 P.U. นอกจากนั้น การปลดโหลดขนาดใหญ่ และการสวิตช์ชิ่งคาปาซิเตอร์ขนาดใหญ่เข้าระบบก็มีส่วนในการทำให้เกิดปัญหาแรงดันเกินช่วงสั้น เช่นกัน แต่ระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าสามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 2.19 และรูปที่ 2.20




Instantaneous Voltage Swell Caused by a SLG Fault

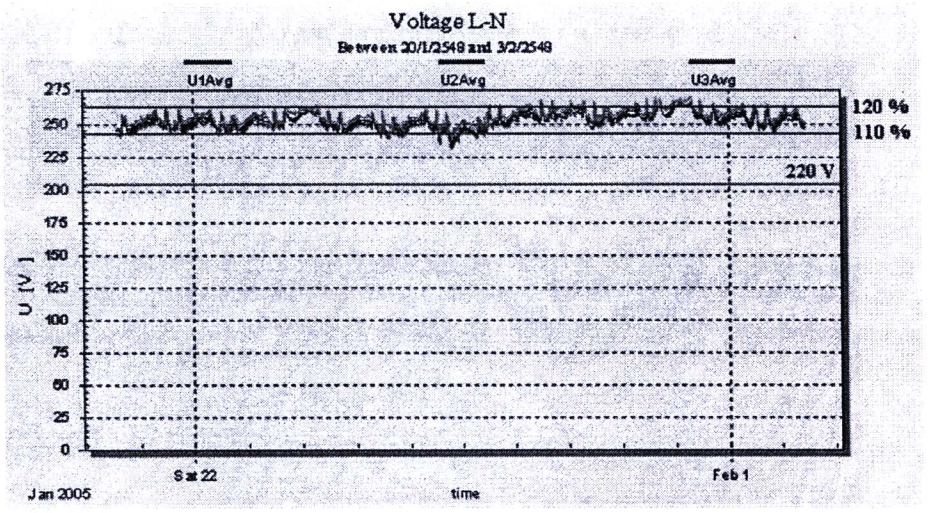
**รูปที่ 2.1** Voltage Swell จากสาเหตุการเกิดความผิดพร่องทางไฟฟ้าลงดิน



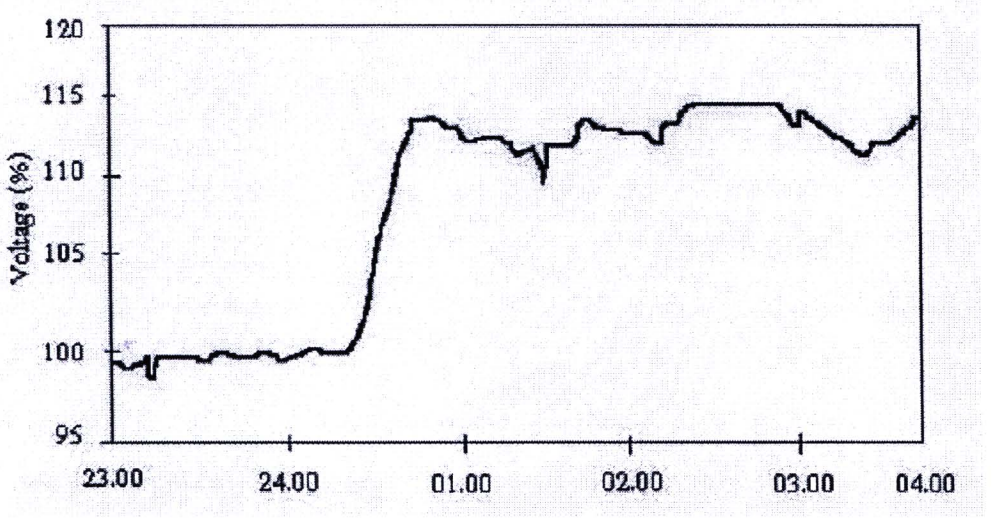

**รูปที่ 2.2** แรงดันเกินชั่วขณะที่มีสาเหตุมาจากฟอลต์แบบ Single Line to Ground Fault

### 2.1.2 แรงดันไฟเกิน (Over voltage )

เป็นการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟช่วงระยะยาวของค่าแรงดัน RMS มีค่าสูงขึ้นถึง 1.1 – 1.2 P.U. เป็นระยะเวลานานกว่า 1 min มีสาเหตุของปัญหาเช่นเดียวกับปัญหาแรงดันตก เพียงแต่อยู่ในสภาวะที่ตรงข้ามกันยกตัวอย่างเช่น การปลดโหลดขนาดใหญ่การชดเชยค่า Reactive Power ในช่วง Light Load ที่มากเกินไป หรือแม้กระทั่งการปรับแท็ปที่ผิดพลาดของหม้อแปลงก็จะมีผลทำให้เกิดแรงดันเกินขึ้นได้ ผลกระทบเมื่อมีแรงดันเกินในลักษณะนี้เกิดขึ้นจะมีความรุนแรงเท่า ๆ กัน กับการเกิดแรงดันเกินจากฟ้าผ่าและแรงดันเกินจากการสวิตช์ชิ่งคาปาซิเตอร์ขนาดใหญ่ จากแรงดันไฟเกินในลักษณะของ Long Duration Variationsนี้จะไม่ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดอย่างทันทีทันใด แต่จะมีผลในระยะยาวมากกว่า คือทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานและอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าลดลง ลักษณะการเกิดแรงดันไฟเกิน ดังรูปที่ 2.21 และ 2.22 ตามลำดับ




**รูปที่ 2.3** แรงดันไฟเกินที่มีค่าสูงอยู่ในช่วงระหว่าง 110% ถึง 120%




**รูปที่ 2.4** แรงดันไฟเกินในลักษณะของ Long Duration Variations

### 2.1.2 การจำกัดแรงดันไฟฟ้า (Clamping voltage )

เมื่อมีแรงดันเกินหรือ Over Voltage (Surge) เกิดขึ้นจำนวนเงินสูงสุดของแรงดันไฟฟ้าที่ป้องกันไฟกระชากจะช่วยให้ผ่านตัวเองก่อนที่จะปราบปรามการกระชากไฟ เมื่อถึงแรงดันไฟฟ้าอุปกรณ์จับยึดของบล็อกมันใด ๆ เพิ่มเติมจากรายการที่ไหลผ่านอุปกรณ์และเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ

The maximum amount of voltage that a surge protector will allow through itself before it will suppress the power surge. When the device reaches its clamping voltage, it blocks any further current from flowing through the device and into a computer system or other electronic device.

## 2.2 หลักการป้องกันฟ้าผ่าโดยทั่วไป

การป้องกันฟ้าผ่าไม่ให้สร้างความเสียหายต่อระบบงานหรือลดระดับความเสียหายให้น้อยที่สุด สามารถแบ่งออกได้ 7 มาตรการอย่างกว้างๆ ด้วยกัน

**2.2.1** มาตรการที่ 1 กำหนดจุดการลงของฟ้าผ่าตามที่กำหนด ซึ่งหมายถึง การติดตั้งหัวล่อฟ้านั่นเอง

**2.2.2** มาตรการที่ 2 ติดตั้งเส้นทางนำกระแสฟ้าผ่าลงสู่ระบบกราวนด์อย่างปลอดภัย หรือหมายถึง การติดตั้งสาย Down Lead

**2.2.3** มาตรการที่ 3 ติดตั้ง ปรับปรุง ระบบกราวนด์ให้มีค่าความต้านทานต่ำที่สุด เพื่อลดค่า Earth Potential Rise ตลอดถึงการระบายกระแสฟ้าผ่าได้อย่างรวดเร็ว

**2.2.4** มาตรการที่ 4 ดำเนินการทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้ากราวนด์เป็นสมดุล (Equipotential) ขึ้นที่ระบบกราวนด์ เพื่อป้องกันมิให้อิทธิพลจากค่า Earth Potential Rise ก่อให้เกิดปัญหาในเรื่อง Earth Loop หรือ Ground Loop ขึ้นระหว่างส่วนงานต่างๆ ในระบบงาน (สำหรับระบบงานที่ต้องใช้ไฟฟ้าแรงสูง ขอแนะนำให้ติดตั้งกราวนด์ MAT)

**2.2.5** มาตรการที่ 5 ป้องกันแรงดันทรานเซียนต์หรือไฟกระโชกทางด้านสายจ่ายกำลังไฟฟ้า การพิจารณาป้องกันไฟกระโชกทางด้านสายจ่ายกำลังไฟฟ้า มิได้หมายความถึงเพียงจุดเข้าของสายจากตัวหม้อแปลงไฟฟ้าสูงตัวอาคารแต่หมายถึงทุกเส้นทางของการเข้าสู่ตัวระบบงานของสายจ่ายกำลังไฟฟ้า (สายจ่ายไฟเลี้ยงแสงสว่างบนเสารับ-ส่งสัญญาณมักจะถูกมองข้ามอยู่เสมอ)

**2.2.6** มาตรการที่ 6 ป้องกันแรงดันทรานเซียนต์หรือไฟกระโชกทางด้านสายสัญญาณต่างๆ ให้ครบทุกเส้นทาง เช่นสายโทรศัพท์ สายสัญญาณของระบบสกาดา สายสัญญาณควบคุมระหว่าง PLC กับเครื่องจักร เป็นต้น การพิจารณาป้องกันจะต้องป้องกัน ณ จุดปลายสายสัญญาณทั้งทางด้านต้นทางและปลายทาง

**2.2.7** มาตรการที่ 7 ดำเนินการชีลด์ส่วนงานอิเล็กทรอนิกส์ความไวสูง รวมไปถึงสายตัวนำสัญญาณต่างๆ เพื่อป้องกันปัญหาหาในเรื่องการคับเปิลของคลื่น Electromagnetic

## 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสร้างโหลดอิเล็กทรอนิกส์ป้องกันไฟกระโชกทางด้านเอซี มีรายละเอียดดังนี้

วิทวัส งามประดิษฐ์ และ สำรวย สังข์สะอาด [12] ทำการวิจัยเมื่อปี 2543 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินในระบบแรงต่ำและเทคนิคการทดสอบ สัมมนาวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงและอีเอ็มซีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย งานวิจัยนี้กล่าวถึง การป้องกันเสิร์จด้วยกับดักโดยใช้หลอดแก๊สวาริสเตอร์ และไดโอดสกัดเสิร์จ ให้รายละเอียดคุณลักษณะขององค์ประกอบของกับดักแต่ละชนิด การใช้วงจรผสมกับดักป้องกันเสิร์จ การเลือกอุปกรณ์กับดักเสิร์จ และเทคนิคการทดสอบ

ชัยมงคล คำสม [14] ทำการวิจัยเมื่อปี 2543 ระบบป้องกันและกำจัดฟ้าผ่าของ ทศท วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ งานวิจัยนี้กล่าวถึง ระบบป้องกันและกำจัดฟ้าผ่าของ ทศท เพื่อหยุดยั้งและระงับความเสียหายที่เกิดจากฟ้าผ่า และกำหนดว่าต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถหาได้ภายในประเทศมาใช้งาน โดยอาศัยหลักการฟ้าผ่าวิเคราะห์โดยละเอียดและได้ใช้ข้อมูลบันทึกฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นกับ ทศท เป็นแนวทางการออกแบบโดยอาศัยการทำลายแหล่งกำเนิดและแยกทิ้งกระแสฟ้าผ่าให้พ้นจากระบบสื่อสาร ลดระดับสัญญาณรบกวนขณะฟ้าผ่า และใช้อุปกรณ์ป้องกันเสริม สิ่งสำคัญที่สุดของระบบป้องกันและกำจัดฟ้าผ่าคือการนำระบบกราวนด์แบบต่อร่วมวงจรกัน ณ สภาพดินที่ให้ค่านำกระแสไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งมีอยู่ใต้ผิวดินที่ระดับความลึกค่าหนึ่งเข้ามาใช้ในระบบ

สรุป จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้ข้อสรุปในการดำเนินการวิจัยในส่วนของแนวทางการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินเสิร์จ การเลือกวัสดุที่นำมาใช้ในการลดทอนแรงดันไฟเกินลักษณะฟ้าผ่า ซึ่งศึกษาคุณสมบัติของ หลอดแก๊ส วาริสเตอร์ ซึ่งรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยจะกล่าวในบทต่อไป