

การป้องกันและแก้ไขปัญหา Voltage Sag Voltage Sag Mittigation and Solution

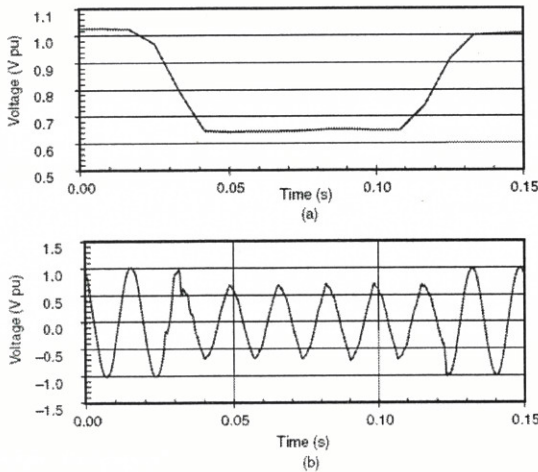
*ชาณณรงค์ สอนดิษฐ์
Channarong Sorndit

ปัจจุบันปัญหาไฟฟ้าขัดข้องที่เกิดขึ้นกับโรงงานอุตสาหกรรมสมัยใหม่มีโอกาสเกิดขึ้นมากกว่าโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีสมัยเก่า ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสูง จึงทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีคุณภาพไฟฟ้าที่สูงด้วย แต่ทางกลับกันระบบไฟฟ้าที่จ่ายจากการไฟฟ้าอาจมีคุณภาพไฟฟ้าที่ไม่สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่ต้องการคุณภาพไฟฟ้าที่สูงกว่าปกติเช่นนี้ได้ ดังนั้นผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าดังกล่าวจำเป็นต้องเข้าใจของพฤติกรรมของระบบไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมและพฤติกรรมของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้อย่างดี จึงจะสามารถแก้ไขปัญหไฟฟ้าขัดข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัญหานี้ไม่ใช่เกิดขึ้นเฉพาะกับประเทศไทย ในอีกหลายประเทศในแถบตะวันตก หรือในอเมริกาเหนือเองก็มีปัญหาเช่นเดียวกับที่บ้านเราเหมือนกัน เพียงแต่จำนวนปัญหาอาจมีมากหรือน้อยแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ สภาพอากาศและการออกแบบระบบไฟฟ้าที่แตกต่างกัน เช่นระบบจำหน่ายไฟฟ้าชนิดฝังใต้ดิน (Underground) ก็จะมีจำนวนปัญหาไฟฟ้าลัดวงจรน้อยกว่าระบบไฟฟ้าที่เดินสายเหนือดิน (Overhead) แต่เงินลงทุนก็สูงตามไปด้วยเช่นกัน นอกจากการเกิดปัญหาไฟดับในพื้นที่ที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจรแล้ว ยังมีปัญหาแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงอย่างรวดเร็ว หรือที่เรียกว่าแรงดันไฟฟ้าตกลงชั่วขณะ (Voltage dip หรือ Sag) ดังรูปที่ 1

*รองผู้อำนวยการวิจัย กองวิจัย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

E-mail : channarong.so@gmail.com


รูปที่ 1

แสดงแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงอย่างรวดเร็ว

รูปบนแสดงค่า rms. รูปด้านล่างแสดงค่า

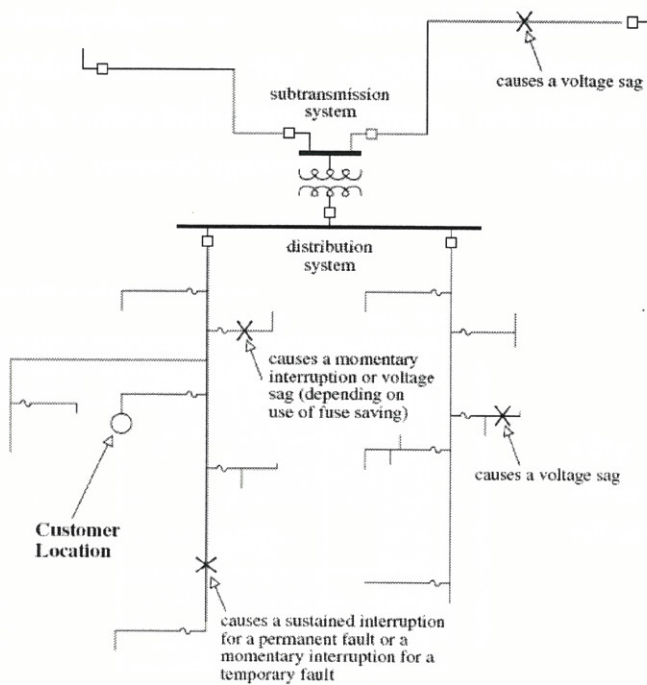
Instantaneous

ซึ่งจะเกิดขึ้นในขณะเดียวกันที่มีการเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรไม่ว่าจะเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ณ ที่ตำแหน่งใดในระบบไฟฟ้า ดังนั้นการควบคุมไม่ให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งอาจสามารถทำได้ด้วยการปรับปรุงระบบไฟฟ้าในพื้นที่นั้นให้ดีที่สุด เช่น ระบบจำหน่ายไฟฟ้าเป็นชนิดฝังใต้ดิน (Underground) ทั้งหมด เพื่อป้องกันปัญหาไฟฟ้าดับในพื้นที่นั้นๆ แต่ก็เป็นเรื่องที่ยากลำบากที่จะเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงระบบไฟฟ้าทั้งระบบให้เป็นชนิดฝังใต้ดิน เนื่องด้วยข้อจำกัดของการลงทุนที่สูงมากซึ่งจะมีผลทำให้โครงสร้างค่าไฟฟ้าในอนาคตที่ผู้ใช้ไฟฟ้าทุกรายต้องรับผิดชอบร่วมกันทั้งหมด ซึ่งอาจไม่เป็นธรรมกับผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไม่ต้องการคุณภาพไฟฟ้าที่ดีขนาดนั้นแต่ต้องจ่ายค่าไฟฟ้าที่สูงขึ้น ดังนั้นโอกาสเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในพื้นที่อื่นๆตามจุดต่างๆ ดังรูปที่ 2 ซึ่งอาจอยู่ภายนอกนิคมอุตสาหกรรม หรือที่อยู่ห่างไกลออกไปหลายสิบกิโลเมตรจากพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมจึงยังมีโอกาสเกิดขึ้นได้อยู่ และอาจส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ภายในนิคมอุตสาหกรรมทำให้เกิดไฟฟ้า

ขัดข้องขึ้นได้ หากระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้ามีความอ่อนไหวมากกว่าปกติหรืออาจไม่ได้ออกแบบเพื่อรองรับกับปัญหาดังกล่าวไว้

ถึงแม้ว่าระบบไฟฟ้าในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมจะได้ควบคุมปัญหาไฟฟ้าขัดข้องไม่ให้เกิดในพื้นที่แล้วก็ตาม แต่ปัญหาแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีสาเหตุจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรจากพื้นที่อื่นยังเป็นปัญหาที่จะเข้ามารบกวนต่อผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ภายในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมได้ และปัญหาแรงดันไฟฟ้าที่ยุบตัวลงดังกล่าวนี้อาจมีผลกระทบใกล้เคียงกับปัญหาไฟดับได้เช่นกัน หากอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงานนั้นมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้ามากกว่าปกติ หรือออกแบบยังไม่เหมาะสมกับสภาพปัญหาในพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทันสมัยต้องการระบบไฟฟ้าที่มีคุณภาพที่สูงกว่าปกตินั่นเอง

ดังนั้นหากจะป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้ายุบตัวดังกล่าวข้างต้น ก็จะต้องไม่ทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรในระบบไฟฟ้าเลยไม่ว่าจะเป็นที่จุดใดก็ตาม ระบบจำหน่ายไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องเป็น



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งที่เกิดไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลง และมีผลกับผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไม่ได้อยู่ในส่วนที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจร

สายเดินใต้ดิน ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนสูง และมีผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าอย่างมาก อาจเป็นทางเลือกที่ไม่เหมาะสมกับการแก้ไขดังกล่าวในขณะนี้ แต่ก็ยังมีอีกหลายทางเลือกที่จะสามารถช่วยลดจำนวนการเกิดไฟฟ้าขัดข้องได้ เช่น การปรับปรุงระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าในรัศมี 10 กิโลเมตรแรกจากสถานี ซึ่งเป็นบริเวณที่มีนัยสำคัญต่อผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าสำคัญในโรงงานอุตสาหกรรม ก็สามารถช่วยลดผลกระทบที่มีต่อภาคอุตสาหกรรมได้แล้ว การเตรียมการเพื่อรับมือกับปัญหาแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงหรือไฟฟ้าดับของผู้ใช้ไฟฟ้าก็เป็นอีกหนทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นไฟฟ้าได้อีกด้วยดังนี้

■ การใช้ข้อมูลทางสถิติของไฟฟ้าขัดข้องหรือปัญหาคุณภาพไฟฟ้าจากการไฟฟ้าที่เคยเกิดขึ้นมาในอดีต มาประกอบในการพิจารณาปรับปรุงระบบไฟฟ้าภายในของผู้ใช้ไฟฟ้าเอง เช่น การปรับค่า Relay setting ให้มีความเหมาะสมกับระบบที่เชื่อมต่ออยู่

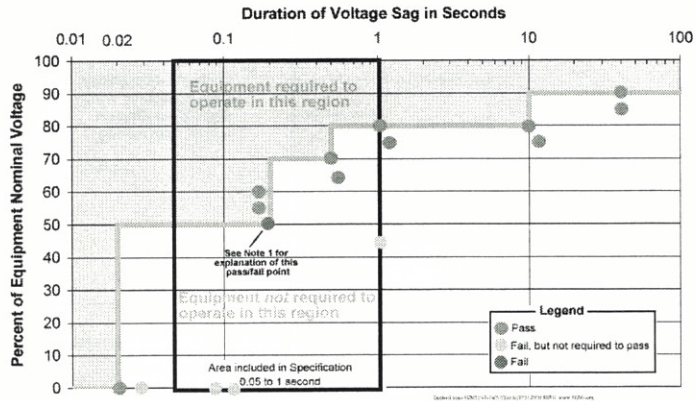
■ การใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองมากกว่า 1 แหล่ง เช่น Uninterruptible power supply หรือ UPS หรือ Emergency generator มาช่วยจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการคุณภาพสูงกว่าปกติ

■ การเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน (Immunity) ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความอ่อนไหว (Sensitive) ต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ภายในโรง

งาน โดยการปรับปรุงรายละเอียดทางเทคนิค (Specifications) ของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีภูมิคุ้มกันมากขึ้น เช่น มาตรฐาน SEMI-F47 ตามรูปที่ 3 รวมทั้งระบบไฟฟ้าภายในเอง

■ การเพิ่มอุปกรณ์เพื่อช่วยพยุงแรงดันไฟฟ้า ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าของระบบเกิดความผิดปกติในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เช่น Dynamic Voltage Restorer (DVR)

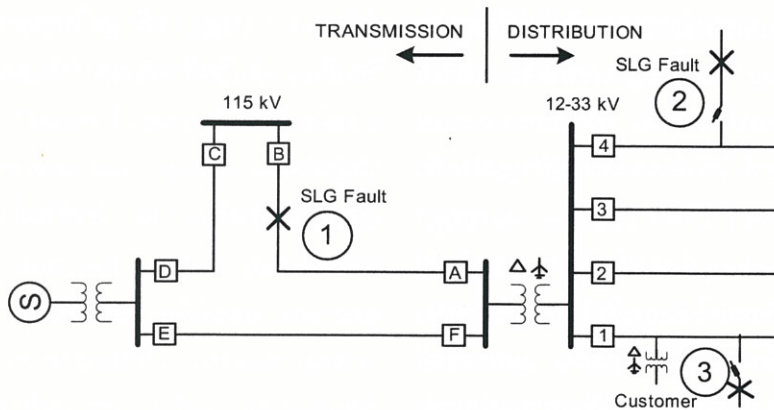
รูปที่ 3
Voltage Sag Immunity
- SEMI-F47



Voltage Sag Immunity - SEMI F47
 Intratech Stepper/Washer, 240V 50 Hz power
 Model 2200, S/N 99SW4502, 5/00

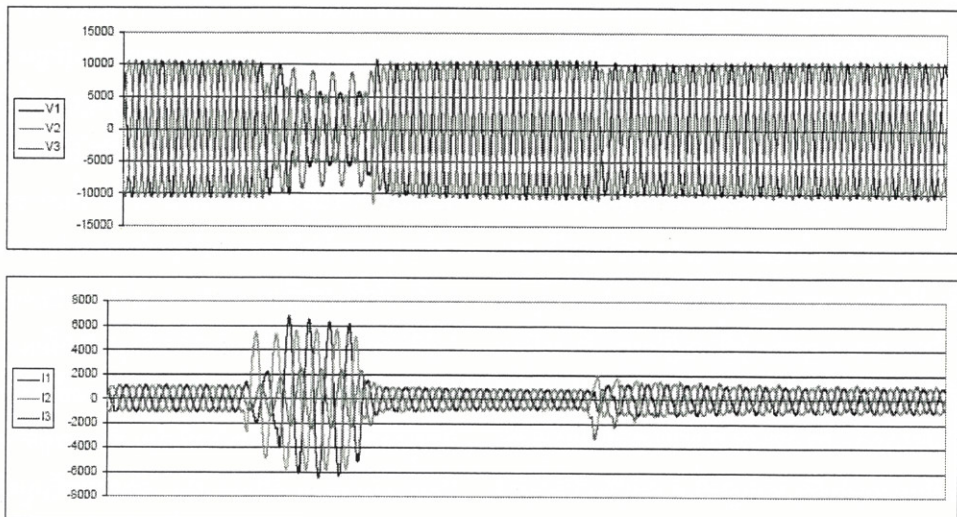
ดังนั้นการเสริมสร้างระบบไฟฟ้าในโรงงาน ให้มีความแข็งแกร่งขึ้น ก็จะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง (Ride through) จะสามารถช่วยบรรเทาความรุนแรง (mitigation) ของปัญหาได้เช่นกัน ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าในหลายๆ ประเทศ ก็ได้พยายามหาข้อมูลปัญหาคุณภาพไฟฟ้า มาพิจารณาตัดสินใจเลือกพื้นที่ตั้งโรงงาน มาประกอบในการออกแบบระบบไฟฟ้าของโรงงาน เพื่อให้มีความเหมาะสมทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์ และวิศวกรรมไว้ล่วงหน้าแล้ว เพื่อรองรับปัญหาแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลง หรือไฟดับดังกล่าว ดังนั้นจึงทำให้จำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นมีจำนวนน้อยกว่าในประเทศเรา

จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าในขณะที่เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรในระบบไฟฟ้าที่จุดใด ๆ เช่น ระบบสายส่ง (Transmission system) 115 kV (จุดที่ 1) ที่อยู่ทางด้านต้นน้ำ (Up stream) ซึ่งอาจอยู่ห่างไกลออกไปหลายสิบลกิโลเมตร หรือเกิดที่ระบบจำหน่าย (Distribution system) ในสายป้อนที่ 4 (จุดที่ 2) ก็ได้ หรือแม้ว่าเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในสายป้อนที่ 1 ซึ่งเป็นสายป้อนเดียวกันก็ตาม ก็จะมีผลทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมกับสายป้อนที่ 1 (ยกเว้นผู้ที่ต่อเชื่อมอยู่ด้านหลังฟิวส์ทางแยกที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจรตำแหน่งที่ 3) ได้รับปัญหาแรงดันไฟฟ้ายุบตัวดังกล่าวขึ้นทุกครั้งที่เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรขึ้นตามจุดต่างๆ ตามรูป



รูปที่ 4 แสดงผลกระทบที่เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจรในระบบสายส่งหรือสายป้อนเดียวกัน หรือสายป้อนอื่นที่อยู่ใน network เดียวกัน ทำให้เกิดการยุบตัวของแรงดันไฟฟ้าปรากฏขึ้นที่ Customer

ความรุนแรงของปัญหา Voltage sag



Voltage and Current Waveforms

รูปที่ 5 แสดง Voltage waveform (บน) และ Current waveform (ล่าง) ขณะเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ทำให้เกิดการยุบตัวของแรงดันไฟฟ้า

ความรุนแรงของปัญหาแรงดันไฟฟ้าที่ยุบตัวนี้ (Voltage sag) จะขึ้นอยู่กับขนาดของกระแสที่ไหลผ่านในระบบไฟฟ้านั้น ซึ่งนอกจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้ายุบตัวแล้ว การเริ่มเดินมอเตอร์ ไฟฟ้า (Motor starting) หรือการสับ-ปลดอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ (Switching) ก็จะทำให้ระบบไฟฟ้านั้นเกิดการยุบตัวของแรงดันไฟฟ้าทุกครั้งด้วยเช่นกัน แต่อาจจะมี ความรุนแรงที่ต่างกันทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความแข็งแกร่งของระบบเครือข่าย (Network) ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้แล้วระยะเวลาที่เกิดแรงดันไฟฟ้ายุบตัวนี้ ก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดความรุนแรงของปัญหาด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ระยะเวลาที่เกิดการยุบตัวของแรงดันไฟฟ้านั้นจะเท่ากับระยะเวลาที่กระแสดังกล่าวไหลผ่านอยู่ในระบบไฟฟ้า หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือระยะ Total clearing time ของระบบป้องกันไฟฟ้าที่ใช้ในการ Isolated ไฟฟ้าลัดวงจร ออกจากระบบในขณะนั้นนั่นเอง จากรูปที่ 5 จะเห็นว่า Total clearing time มีค่าอยู่ประมาณ 6 cycles หรือ 0.12 วินาที ซึ่งจะประกอบด้วย Relay operating time จำนวน 3 cycles (ขึ้นอยู่กับ การปรับค่า Relay setting) และ Breaker open time จำนวน 2-3 cycles (ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีในการเปิดวงจรของเบรกเกอร์) และหากกระแสดังกล่าวมีปริมาณมาก ก็จะทำให้แรงดันไฟฟ้ายุบตัว มีความลึกมากเช่นกัน จากรูปที่ 5 จะเห็นว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่เหลืออยู่มีค่าเพียง 55% ของพิกัดจำนวน 2 เฟส สำหรับอีกหนึ่งเฟสที่เหลือมีค่า 90% ของพิกัดแรงดัน ซึ่งเมื่อพิจารณาตามรูปที่ 5 แล้ว พบว่าเกิดแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงของแต่ละเฟสไม่เท่ากันในช่วงระยะเวลา 0.12 วินาที ซึ่งในสภาวะอย่างนี้บางท่านอาจเรียกว่าเกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าต่ำเกิน

(Under voltage) แล้ว แต่ในขณะเดียวกันระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้ากลับมองว่าในขณะนี้เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุลชั่วคราว (Temporary Unbalance voltage) และโดยมากระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าด้านแรงต่ำ มักปรับตั้งค่าการทำงานของ Under voltage function ไว้ที่ประมาณ 85%-90% ของพิกัด และปรับตั้ง Unbalance voltage function ไว้ที่ประมาณ 3%-5% ของพิกัด ก็จะเกิดการ ทำงานสั่งให้เบรกเกอร์แรงต่ำปลดวงจร ทั้งนี้ เนื่องจากระบบป้องกัน (Voltage relay) ส่วนใหญ่จะทำงานในฟังก์ชันของ Unbalance voltage ไม่ใช่ Under voltage ดังนั้นการปรับตั้งค่า Relay setting จึงมีส่วนสำคัญอย่างมาก ในขณะเดียวกันเมื่อมองในมุมของอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรกำลัง (Power circuit) เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า อาจยังไม่มีผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อการชำรุดเสียหายอันใดเลย เนื่องระยะเวลาที่เกิดปัญหานั้นสั้นเพียง 0.12 วินาที แต่ระบบป้องกันกลับสั่งให้ตัดวงจรไปแล้ว ทำให้โรงงานสูญเสียโอกาสในการผลิตสินค้าโดยไม่จำเป็นเลยก็ได้ ดังนั้นการปรับตั้งค่ารีเลย์ต่างๆ จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการดำเนินธุรกิจ ดังนั้นเราจึงควรทราบพฤติกรรมของอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงานเป็นอย่างดีว่ามีคุณสมบัติและมีภูมิคุ้มกันในระดับไหน และที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ข้อมูลของระบบไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมอยู่ด้วยว่ามี Performance เป็นอย่างไร โดยอาศัยข้อมูลปัญหาคุณภาพไฟฟ้าเชิงสถิติที่ได้จากการตรวจวัด (Disturbance recorder) มาช่วยประกอบในการพิจารณาตัดสินใจด้วย

แต่ก็ไม่ทุกครั้งเสมอไปที่เกิดแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงแล้วมีผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรม อาจมีเพียงบางครั้งที่เท่านั้นที่มีกระทบ

ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความอ่อนไหว (Sensitive loads) หรือในบางครั้งก็อาจไม่มีผลกระทบเลยก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าอุปกรณ์ไฟฟ้างดกล่าว จะมีผลกระทบขึ้นอยู่กับปัจจัยใด ดังนี้

- ขนาด (Sag Magnitude) ของแรงดันไฟฟ้าที่ยุบตัวลงเพียงอย่างเดียว

- ระยะเวลา (Sag Duration) ที่เกิดแรงดันไฟฟ้ายุบตัว

- ทั้งขนาด(Sag Magnitude) และระยะเวลา(Sag Duration)

- ตำแหน่งหรือมุมบนรูปคลื่น (Point on Wave)ที่เกิดแรงดันไฟฟ้ายุบตัว

- ลักษณะของรูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้าที่ยุบตัว

- ปริมาณของภาระทางไฟฟ้าในขณะที่เกิดแรงดันไฟฟ้ายุบตัว

- จำนวนเฟสที่เกิดการยุบตัว ของอุปกรณ์ไฟฟ้าระบบ 3 เฟส

จะเห็นว่าขนาดของแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงนั้น จะแปรผันตรงกับค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านระบบในปริมาณมาก ๆ จากการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ (Motor Starting) หรือในขณะที่ Switching หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ ก็สามารถก่อให้เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงได้เช่นกัน และถ้าหากแรงดัน

ไฟฟ้ายุบตัวลงมีค่าเหลือน้อยกว่า 85% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้าแล้ว อาจมีผลกระทบทำให้อุปกรณ์บางประเภทที่มีความอ่อนไหว ที่ต่อรวมอยู่ในวงจรควบคุม (Control circuit) ของขบวนการผลิตสินค้า เช่น Programmable Logic Control (PLC) หยุดการทำงานได้ แต่ก็อาจไม่เสมอไปที่ PLC จะหยุดทำงาน ที่แรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงมีค่าจนมีค่าเหลือน้อยกว่า 85% ของพิกัดเหมือนกันทุกรุ่น หรือทุกผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบของแต่ละรุ่นหรือผลิตภัณฑ์ ซึ่งในบางผลิตภัณฑ์ก็ได้ออกแบบไว้เพื่อรองรับปัญหาไว้แล้ว เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐาน SEMI-F47 ก็จะได้รับปัญหาน้อยกว่า หรือบางผลิตภัณฑ์อาจจะไม่ได้ผลิตตามมาตรฐานดังกล่าว แต่ได้ออกแบบและกำหนดให้ติดตั้งเสริมระบบแหล่งจ่ายที่มั่นคงเพิ่มขึ้น เช่น ใช้ DC Power supply จ่ายให้ชุด PLC หรือ ติดตั้ง Constance Voltage Transformer(CVT) เพื่อจ่ายให้กับวงจรควบคุม ก็จะได้รับปัญหาน้อยกว่าได้เช่นกัน จากตัวอย่างดังรูปที่ 5 จะเห็นว่า PLC ดังกล่าวสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องแม้ว่าแรงดันไฟฟ้าจะมีขนาดเหลือเพียง 72% ของพิกัด และยังคงสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องหากค่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเป็น 0% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า ในช่วงระยะเวลาที่น้อยกว่า 0.025 วินาที

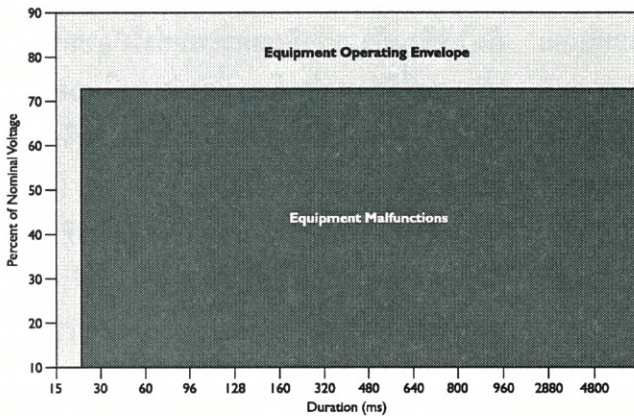


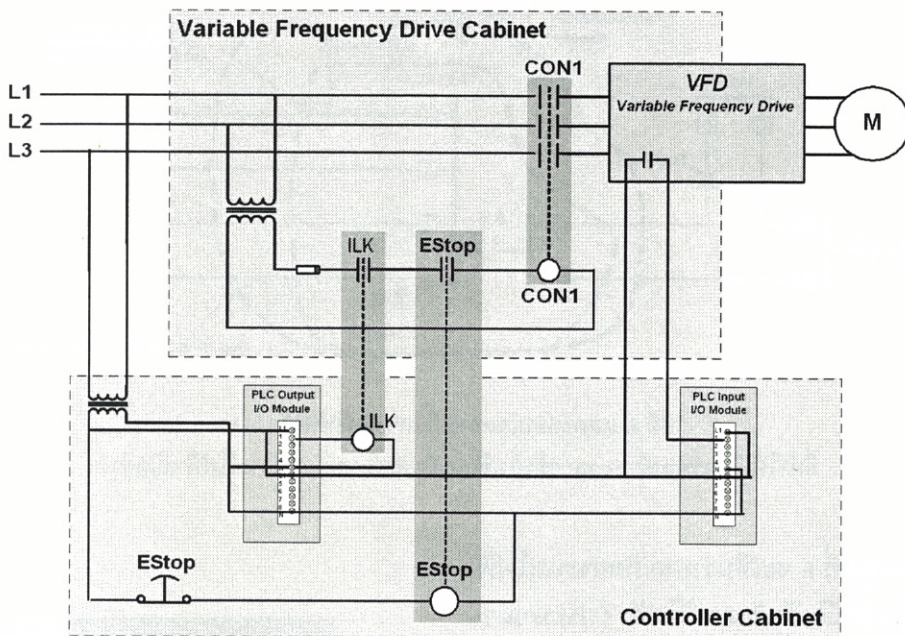
Figure 2: Dip-Tolerance Curve of a Sensitive PLC

รูปที่ 5 แสดง Voltage waveform (บน) และ Current waveform (ล่าง) ขณะเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ทำให้เกิดการยุบตัวของแรงดันไฟฟ้า

หากแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงมีค่าเหลือน้อยกว่า 50%–70% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า ส่วนใหญ่มักทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรควบคุม (Control circuits) เช่น Auxiliary relays, Magnetic contactors, Power supply ที่เป็นชนิดหนึ่งเฟส(Single phase) หยุดการทำงาน หรือระบบป้องกันด้านแรงดันไฟฟ้าลัดวงจรได้ และมีผลทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าในภาคกำลัง(Power circuits) เช่น เครื่องจักรต่างๆ หยุดทำงานไปด้วย โดยที่อุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรกำลังอาจยังไม่มีผลกระทบอะไรเลย จึงทำให้สูญเสียโอกาสในการผลิตสินค้าที่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ดังนั้นหากเราได้ทราบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าชิ้นใด(Components)ที่เป็นจุดที่อ่อนไหวที่สุดในวงจร (Circuits) ดังรูปที่ 7 เราจะสามารถแก้ไขปัญหาในจุดที่อ่อนไหวที่สุดก็จะสามารถแก้ปัญหานั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้การลงทุนที่ต่ำ ซึ่งในการที่เราจะทราบว่าอุปกรณ์ชิ้นใดเป็นชิ้นที่มีความอ่อนไหวที่สุดในวงจรนั้น ต้องอาศัยวิธีการหรือเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ดังนี้

วิธีที่ 1 โดยการใช้การตรวจวัด (Monitoring) ด้วยเครื่อง Disturbance recorder เพื่อหาขนาด (Magnitude) และระยะเวลา (Duration) ของแรงดันไฟฟ้าที่เริ่มทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าหยุดการทำงาน ซึ่งวิธีนี้ต้องอาศัยระยะเวลาในการตรวจวัดเป็นระยะเวลายาวนาน เพื่อรอให้เกิดปัญหาเหล่านั้นขึ้นอีก และถึงแม้ว่ามีปัญหานั้นเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่ตรวจวัดก็ตาม แต่ถ้าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนั้น อาจไม่ใช่ค่าที่เริ่มทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นหยุดการทำงานก็ได้

วิธีที่ 2 โดยใช้เครื่อง Sag generation จำลองลักษณะของแรงดันไฟฟ้ายุบตัวไปยังอุปกรณ์ที่จะทดสอบ ซึ่งเครื่องทดสอบดังกล่าวสามารถควบคุมได้ทั้งจำนวนเฟสที่เกิดแรงดันไฟฟ้ายุบตัว ขนาดของแรงดันไฟฟ้า ระยะเวลา มุมบน Waveform ซึ่งด้วยวิธีนี้จะประหยัดเวลาและทราบขนาดที่เริ่มเกิดปัญหาได้อย่างชัดเจน

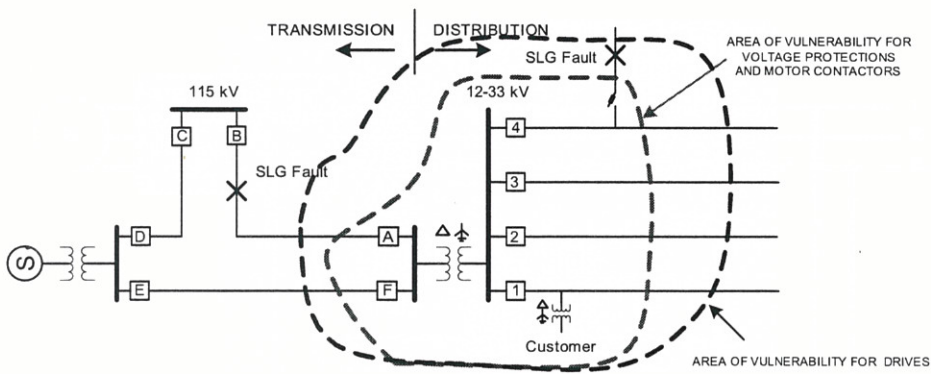


รูปที่ 7 แสดงส่วนประกอบของวงจรกำลังไฟฟ้าและวงจรควบคุมไฟฟ้าของ VFD

ปัจจัยที่มีผลต่อของขนาด Voltage sag

ขนาดของแรงดันไฟฟ้ายุบตัวจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง หนึ่งในจำนวนนั้นก็คือความแข็งแกร่งของระบบไฟฟ้า (Strong Grid) ที่ระบบต่อเชื่อมอยู่ หากระบบไฟฟ้าที่มีค่าอิมพีแดนซ์ของระบบต้นกำลัง (Low Source Impedance) โดยรวมที่มีค่าต่ำ กล่าวคือระบบไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายไฟขนาดใหญ่หลายแหล่งที่เชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นเครือข่าย (Network) โดยที่จ่ายไฟผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังที่สถานีไฟฟ้าซึ่งมีขนาดใหญ่ และอยู่ไม่ห่างไกลจากจุดที่ต่อเชื่อมอยู่ หากค่าอิมพีแดนซ์ของระบบต้นกำลังโดยรวมมีค่าต่ำกว่า ก็จะมีความแข็งแกร่งกว่า และเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจรที่ตำแหน่งเดียวกับการยุบตัวของแรงดันไฟฟ้า ก็จะมีผลเล็กน้อยกว่า

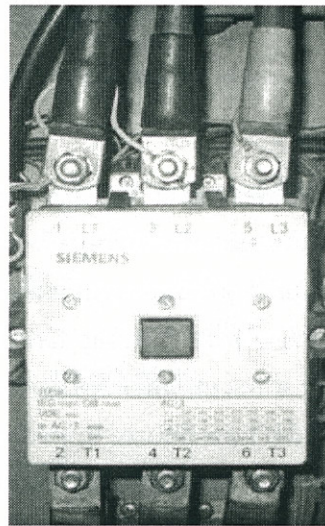
โดยทั่วไปปริมาณของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรจะแปรผกผันกับค่า Source Impedance และ Line Impedance ที่ต่ออนุกรมอยู่ในระบบขณะที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจร ในขณะเดียวกันค่า Line Impedance จะแปรผันตรงกับระยะทาง ดังนั้นหากเกิดไฟฟ้าลัดวงจรแบบลงดิน (Single to Ground Faults) ใกล้กับสถานีไฟฟ้า ค่า Line Impedance ก็จะมีค่าน้อย ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าจึงยุบตัวลงลึกมาก และในทำนองเดียวกันหากเกิดไฟฟ้าลัดวงจรแบบ Phase faults ก็จะทำให้แรงดันไฟฟ้ายังยุบตัวลงลึกมากกว่าอีก (ณ ตำแหน่งที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจรเดียวกัน)



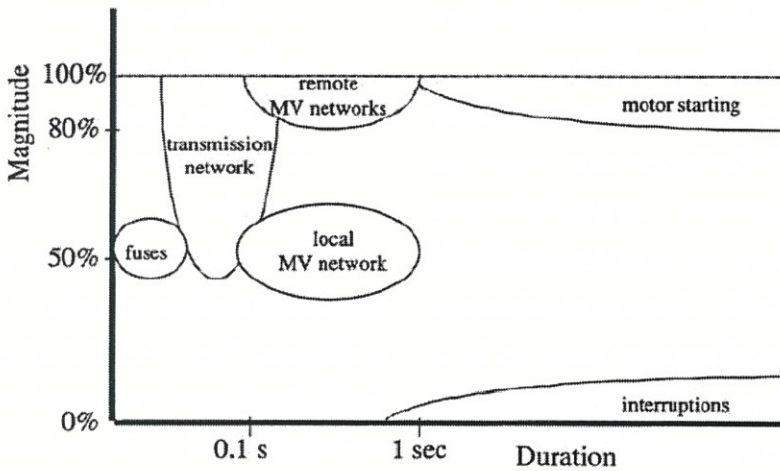
รูปที่ 8 แสดงขอบเขตการเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร
 ที่ทำให้เกิดการยุบตัวของแรงดันไฟฟ้าจนมีผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ

จากรูปที่ 8 จะเห็นว่าหากเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรในรัศมีใกล้เคียงกับสถานีไฟฟ้า (ประมาณ 7-10 กิโลเมตร) หรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจรแบบ Three phase faults ขึ้นจะมีผลทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่สถานีไฟฟ้าเกิดการยุบตัวลงจนมีค่าเหลือน้อยกว่า 50%-70% ของปกติ ซึ่งจะมีผลทำให้ชุดป้องกันระบบไฟฟ้าด้านแรงต่ำที่เกี่ยวข้องกับแรงดันไฟฟ้า เช่น Voltage relay หรือ อุปกรณ์ช่วยปลดวงจรเมื่อแรงดันไฟฟ้าต่ำเกิน (Under voltage release devices) ของเบรกเกอร์สั่งปลด circuit breakers ออก หรือ Magnetic contactors รวมทั้ง Auxiliary relay เกิดการปลดหน้าสัมผัสและเปิดวงจรออกได้ และในทำนองเดียวกันหากเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในลักษณะเดียวกัน ในรัศมีที่

มากกว่า 10 กิโลเมตร ขนาดของแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลง อาจมีค่าเหลือน้อยกว่า 70% ของปกติ (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไฟฟ้าลัดวงจรที่เกิดขึ้นด้วย) และโดยมากจะมีผลกระทบทำให้มอเตอร์ปรับความเร็วรอบ (Adjustable Speed Drives) หรือ PLC หยุดการทำงานเกิดขึ้นได้



รูปที่ 9 แสดง Contactor ที่ผลกระทบ
 จากการเกิดแรงดันไฟฟ้ายุบตัว (Voltage sag)



รูปที่ 10 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้ายุบตัว (Voltage sag) ในขณะที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจร ที่จุดต่างๆในระบบไฟฟ้า

จากรูปที่ 10 จะเห็นว่าเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร ณ ที่จุดต่างๆในระบบไฟฟ้า จะมีผลต่อขนาดและระยะเวลาของแรงดันไฟฟ้ายุบตัวแตกต่างกันไป ซึ่งจะเห็นว่า

- หากเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในระบบแรงดันไฟฟ้าปานกลาง (Medium voltage : MV) ณ ที่จุดไกลจากสถานีไฟฟ้า (MV Remote) กว่า 10 กิโลเมตร ขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดการยุบตัวลงจะไม่มากนัก และอาจไม่มีผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้นมีการปรับตั้งค่าการทำงานไว Sensitive เกินไป

- หากเกิดไฟฟ้าลัดวงจรใน Local MV network หรือบริเวณรัศมี 10 กิโลเมตร จากสถานีไฟฟ้า จะทำให้แรงดันไฟฟ้ายุบตัวมากและมีผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงานค่อนข้างมาก

- หากเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในระบบสายส่งแรงสูง Transmission network ทางด้านต้นกำลัง หรือบริเวณรัศมีมากกว่า 50 กิโลเมตร จาก

สถานีไฟฟ้า จะทำให้แรงดันไฟฟ้ายุบตัวมากและมีผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงานค่อนข้างมาก

- กรณีที่ Motor starting ขนาดใหญ่และระบบไฟฟ้ามีความแข็งแกร่งน้อย (Power short circuit ไม่มากนัก) ส่วนใหญ่มักไม่ค่อยมีผลกระทบมากนัก

ดังจะเห็นแล้วว่าขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่เหลือน้อย มีนัยที่สำคัญต่อความรุนแรงของปัญหาแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงค่อนข้างมาก และหากเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในพื้นที่ที่ไกลออกไป (MV Remote network) จะมีผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ค่อนข้างน้อย เว้นแต่ว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าบางส่วนของผู้ใช้ไฟฟ้านั้นจะความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้ากว่าปกติ (Sensitive) และไม่ได้ออกแบบหรือสร้างภูมิคุ้มกันที่เหมาะสมเพียงพอที่จะรองรับปัญหาไว้ล่วงหน้า ซึ่งจำนวนของผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีผลกระทบอาจมีอยู่จำนวนค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ใช้

ไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ต่อเชื่อมอยู่ในระบบไฟฟ้านั้นอาจไม่มีผลกระทบหรือมีก็อาจจะน้อยมาก

ดังนั้นการออกแบบหรือวางแผนปรับปรุงระบบไฟฟ้า จึงจำเป็นต้องพิจารณาความเหมาะสมทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์ และทางด้านวิศวกรรมควบคู่กันไป เนื่องจากความยาวของสายป้อนในระบบจำหน่ายไฟฟ้า(Distribution)ของการไฟฟ้าแต่ละวงจรมีระยะทางไกลมากกว่า 10 กิโลเมตร และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากไฟฟ้าลัดวงจรที่ไกลกว่า 10 กิโลเมตร กับผู้ใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่ค่อนข้างน้อย ดังนั้นหากพิจารณาปรับปรุงระบบไฟฟ้าทั้งหมด อาจเหมาะสมกับทางด้านวิศวกรรม แต่อาจไม่เหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากมีผู้ได้รับผลกระทบมีไม่มากนักดังเหตุผลข้างต้น ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งมีความอ่อนไหวกว่าปกติ ซึ่งมีอยู่จำนวนน้อยรายที่ได้รับผลกระทบนั้น อาจจำเป็นต้องพิจารณาปรับปรุงระบบไฟฟ้าด้วยตนเอง อาจมีความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์ในภาพรวมมากกว่า ถ้าหากให้การไฟฟ้าปรับปรุงระบบทั้งหมดจะทำให้โครงสร้างค่ากระแสไฟฟ้ามีราคาที่สูงเกินไปสำหรับผู้ที่ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ไฟฟ้าที่มีคุณภาพสูงกว่าความต้องการ โดยเฉพาะกลุ่มบ้านอยู่อาศัยและกลุ่มการเกษตรจะได้รับผลกระทบในด้านราคาค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายเพิ่มขึ้นด้วย และเพื่อให้เกิดความเป็นธรรมต่อทุกกลุ่ม การไฟฟ้าจึงได้แบ่งพื้นที่ในการออกแบบระบบจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อให้ได้ระดับความน่าเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ามีความสอดคล้องและใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ประกอบการให้มากที่สุดโดยแบ่งเกณฑ์การออกแบบระบบไฟฟ้าให้สอดคล้องกับสภาพตามพื้นที่ต่างๆ ถึง 5 พื้นที่ด้วยกัน คือ

- พื้นที่นิคมอุตสาหกรรม
- พื้นที่เมืองและธุรกิจ
- พื้นที่เทศบาลเมือง
- พื้นที่เทศบาลตำบล
- พื้นที่ชนบท

ในการกำหนดระดับความน่าเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าโดยแบ่งตามพื้นที่ดังกล่าว ทำให้การลงทุนด้านระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยพื้นที่เขตนิคมอุตสาหกรรมจะมีระบบไฟฟ้าที่มีความน่าเชื่อถือได้และมีความมั่นคงรวมทั้งจะมีคุณภาพไฟฟ้าดีขึ้นตามมาและมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นๆ ทั้งนี้เพื่อให้กลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าอุตสาหกรรมที่อยู่ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมได้ใช้ไฟฟ้าที่มีความน่าเชื่อถือได้ที่สูงกว่า นั่นก็คือมีคุณภาพไฟฟ้าที่สูงกว่ากลุ่มอื่นๆนั่นเอง แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพไฟฟ้าที่การไฟฟ้าจัดหาให้ นั้นอาจยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าอุตสาหกรรมบางรายหรือบางประเภท ซึ่งต้องการคุณภาพไฟฟ้าที่สูงเป็นพิเศษกว่าที่การไฟฟ้าจัดให้ ดังนั้นผู้ประกอบการที่ต้องการคุณภาพไฟฟ้าที่พิเศษกว่าปกติเหล่านี้จำเป็นต้องออกแบบหรือจัดหาระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับปัญหาไว้ล่วงหน้าด้วย

การลงทุนเพื่อให้ได้ระบบไฟฟ้าซึ่งมีความน่าเชื่อถือได้สูงๆนั้นจะต้องลงทุนสร้างระบบไฟฟ้าเป็นแบบฝังใต้ดินทั้งหมดซึ่งมีราคาสูง สุดท้ายเม็ดเงินที่นำมาลงทุนดังกล่าวก็จะคิดกลับเข้าไปในโครงสร้างค่าไฟฟ้าในอนาคตที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ สุดท้ายผู้ใช้ไฟฟ้าทุกรายต้องรับภาระ แต่เนื่องจากมีผู้ใช้ไฟฟ้าเพียงบางกลุ่ม เช่น กลุ่มอุตสาหกรรม ซึ่งความถี่ต้องการใช้ระบบไฟฟ้าที่มีคุณภาพไฟฟ้าสูงกว่ามาตรฐานปกติที่การไฟฟ้าจัดหาให้ ในขณะที่เดียวกันผู้ใช้

ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยไม่มีความจำเป็นที่ต้องใช้ไฟฟ้าที่มีคุณภาพสูงกว่าปกติเช่นเดียวกับกลุ่มดังกล่าว ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเป็นธรรมต่อทุกภาคส่วน รัฐจึงได้ควบคุมและกำกับดูแลค่ากระแสไฟฟ้าให้มีราคาที่ต่ำและมีคุณภาพไฟฟ้าที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้กลุ่มบ้านอยู่อาศัยได้จ่ายค่าไฟฟ้าในราคาที่ต่ำและมีคุณภาพที่เหมาะสมกับการอยู่อาศัย ดังนั้นจึงต้องเลือกลงทุนปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าในเฉพาะบางพื้นที่หรือเฉพาะกลุ่มที่ต้องการคุณภาพไฟฟ้าที่สูงกว่าปกติ เช่น ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม เป็นต้น เพื่อให้กลุ่มอุตสาหกรรมได้ใช้ไฟฟ้าที่มีความเชื่อถือได้และมีคุณภาพไฟฟ้าที่สูงกว่ากลุ่มบ้านอยู่อาศัยทั่วไป และกลุ่มอุตสาหกรรมก็จึงต้องมีส่วนรับผิดชอบในการลงทุนเพื่อให้ได้คุณภาพไฟฟ้าที่ดีกว่าบ้านอยู่อาศัยทั่วไปด้วย

การปรับปรุงระบบไฟฟ้าด้าน Utilities ระบบจำหน่ายไฟฟ้า

เพื่อลดจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นกับกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าอุตสาหกรรม จากสาเหตุของการยุบตัวของแรงดันไฟฟ้าเพียงชั่วขณะที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรในรัศมีระยะใกล้กับสถานี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะรัศมี 10 กิโลเมตรแรก ซึ่งจะทำให้แรงดันไฟฟ้าของระบบมีค่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเหลือน้อยกว่า 70% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้าปกติ และมีผลกระทบอย่างมากกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า ดังนั้นการไฟฟ้าจึงได้พยายามปรับปรุงระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Distribution system) 22-33 kV

ในรัศมี 10 กิโลเมตรแรกจากสถานีไฟฟ้าให้มีโอกาสเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรในน้อยที่สุด ด้วยการปรับปรุงระบบจำหน่ายไฟฟ้าในส่วนความรับผิดชอบของการไฟฟ้าเป็นสายหุ้มฉนวนทั้งหมด (ดังนั้นก็จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงระบบจำหน่ายที่อยู่ในส่วนของผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในรัศมีดังกล่าวด้วย) ปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า ระบบการต่อลงดิน ระบบการป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรให้มีความมั่นคงสูง พร้อมกันได้จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) เพื่อให้ระบบมีความมั่นคงเพิ่มขึ้นในรัศมีดังกล่าว

ระบบป้องกันไฟฟ้า

เนื่องจากระยะเวลา (Duration) ของแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลง ก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความรุนแรงของปัญหา ซึ่งถ้าหากระยะเวลาที่เกิดขึ้นนานผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าที่อาจได้รับผลกระทบจากระยะเวลาของแรงดันไฟฟ้าที่ยุบลง เช่น PLC, Voltage relay, Drive เป็นต้น ซึ่งการไฟฟ้าก็ได้พยายามปรับลดระยะเวลาของ Total clearing time ของระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน ให้มีระยะเวลาน้อยที่สุดภายใต้เงื่อนไขของ Relay Co-ordination ที่จะต้องไม่ได้รับผลกระทบ รวมถึงการเพิ่มระบบป้องกัน เช่น ฟิวส์ป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่วงจรแยกและแยกย่อยไว้อย่างเหมาะสม

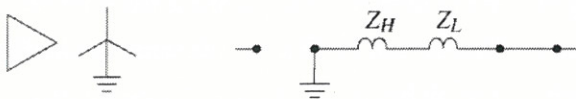
ระบบการต่อลงดิน

สำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้าในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม ในแต่ละสายป้อนส่วนใหญ่มักมีระยะ

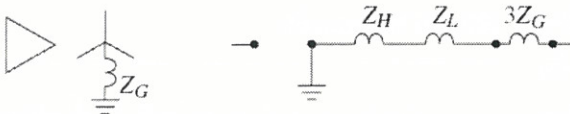
ทางไม่เกิน 5 กิโลเมตร แม้ว่าการไฟฟ้าจะได้ออกแบบสายจำหน่ายของการไฟฟ้าเป็นสายหุ้มฉนวนทั้งหมดแล้วก็ตาม แต่ก็ยังมีสายจำหน่ายที่อยู่ในพื้นที่ของผู้ใช้ไฟฟ้าบางราย ซึ่งขาดการบำรุงรักษาที่ดี อาจทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรขึ้นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรส่วนใหญ่มักเป็นแบบ Single Phase to Ground Faults ซึ่งถือว่ามีส่วนในการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรมากที่สุด

ดังนั้นการไฟฟ้าจึงได้ปรับปรุงระบบการต่อลงดิน (System Grounding) เฉพาะสถานีไฟฟ้าที่จ่ายไฟฟ้าให้กับพื้นที่นครอุตสาหกรรมในส่วนภูมิภาคจากการต่อลงดินโดยตรง (Solidly Ground System) มาเป็นแบบต่อผ่านค่าความต้านทานก่อนต่อลงดิน หรือเรียกว่า Neutral Grounding Resistance ; (NGR) ซึ่งในการต่อความต้านทานแบบนี้จะทำให้ปริมาณของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรลงดินมีค่าน้อยกว่าแบบการต่อลงดินโดยตรง และเมื่อกระแสไฟฟ้าลัดวงจรมีค่าลดลง ก็จะทำให้แรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงชั่วคราวไม่ยุบตัวลงมากนัก ระดับแรง

ดันไฟฟ้าที่เหลือมีค่าสูงกว่า 70% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เคยมีปัญหาจากแรงดันไฟฟ้าตกชั่วคราวก็จะอาจจะไม่ได้รับผลกระทบหรือมีก็มีผลกระทบน้อยกว่าระบบที่มีการต่อลงดินโดยตรง (Solidly ground) ดังรูปที่ 11 สำหรับข้อควรระวังกับการเลือกใช้ระบบการต่อลงดินแบบ Neutral Grounding Resistance ดังรูปที่ 12 นี้ก็คือ ในขณะที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจรลงดิน (Ground fault) ที่เฟสใด ๆ จะทำให้เฟสที่ไม่ได้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรเกิดแรงดันไฟฟ้าสูงเกินชั่วขณะ (Temporary Overvoltage) เกิดขึ้น ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภท เช่น กับดักฟ้าผ่า (lightning arrester) และ หม้อแปลงลดทอนแรงดันไฟฟ้า (Potential transformer) ชำรุดเสียหายได้ ดังนั้นการเลือกใช้ระบบการต่อลงดินแบบนี้จึงต้องพิจารณาปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามมาด้วย หรือในบางครั้งก็จำเป็นต้องพิจารณาเปลี่ยนขนาดพิกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าดังที่กล่าวแล้วให้มีพิกัดที่สูงขึ้นด้วย



รูปที่ 11 แสดงระบบการต่อลงดินโดยตรง หรือแบบ Solidly ground ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรลงดินมีค่าสูง ทำให้เกิดการยุบตัวของแรงดันไฟฟ้าค่อนข้างลึก ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในกลุ่มอุตสาหกรรมหยุดการทำงาน



รูปที่ 12 แสดงระบบการต่อลงดินโดยผ่านความต้านทานก่อนลงดิน หรือ Neutral grounding Resistance (NGR) ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรลงดินมีค่าลดลง และการยุบตัวของแรงดันมีน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบ Solidly ground ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในกลุ่มอุตสาหกรรมน้อยลง

อย่างไรก็ตามแม้ว่าระบบไฟฟ้าจะได้รับการปรับปรุงให้มีความเชื่อถือได้ที่สูงขึ้นทุกปีก็ตาม แต่ปัญหาไฟฟ้าขัดข้องที่เกิดจากความผิดปกติของระบบไฟฟ้า (Faults) ก็ยังมีโอกาสเกิดขึ้นได้เสมอ เช่น เกิดอุบัติเหตุ หรือมีภัยธรรมชาติจากฟ้าผ่าทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร และทุกครั้งที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจรขึ้น ระบบการป้องกันทางไฟฟ้าก็จะทำการปลดส่วนที่เกิดความผิดปกติออกจากระบบให้ระบบไฟฟ้า (Network) ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้ระบบไฟฟ้าในส่วนที่ไม่ได้เกิดความผิดปกติสามารถใช้ไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นจะเห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้ามี 2 ประเด็น คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจรก็จะถูกปลดวงจรออก เกิดปัญหาไฟฟ้าดับ สำหรับส่วนที่ไม่เกิดไฟฟ้าลัดวงจรก็จะได้รับปัญหาแรงดันไฟฟ้าเกิดการยุบตัวอย่างรวดเร็ว หรือที่เรียกว่า Voltage sag ซึ่งความรุนแรงของปัญหาในลักษณะที่สองนี้อาจมีความรุนแรงพอกับปัญหาไฟฟ้าดับก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือได้ออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับปัญหาเหล่านี้ไว้ล่วงหน้าแล้ว ก็จะไม่มีหรือมีผลกระทบน้อย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปัญหาไฟฟ้าดับในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมักมีไม่มากนักเพราะการ

ไฟฟ้าได้ปรับปรุงระบบจำหน่ายเป็นสายหุ้มฉนวนเกือบทั้งหมดแล้ว จึงไม่ค่อยเกิดปัญหาไฟฟ้าดับในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมากนัก แต่ปัญหาที่ได้รับมักเป็นปัญหา Voltage sag ยังมีโอกาสได้รับอยู่ โดยส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในระบบไฟฟ้าที่อยู่ภายนอกนิคมอุตสาหกรรม หรืออยู่ห่างไกลจากนิคมอุตสาหกรรมนั้นๆ ออกไปอีกหลายสิบกิโลเมตร แต่มีผลกระทบเข้ามายังพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภทที่มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้ามากๆ เช่น มอเตอร์ปรับความเร็วรอบ (Adjustable Speed Drive) หรือบางครั้งก็อาจทำให้ระบบป้องกันที่ตู้บริภัณฑ์ประธาน(Main Distribution Board) เกิดการปลดวงจรโดยไม่จำเป็น ทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ภายในนิคมอุตสาหกรรมได้รับผลกระทบจากปัญหาที่เกิดจากภายนอกพื้นที่ได้เช่นกัน ดังนั้นผู้ประกอบการจำเป็นต้องศึกษาพฤติกรรมของคุณภาพไฟฟ้าจากระบบของการไฟฟ้าควบคู่ไปกับพฤติกรรมของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงงานของตนเองไว้ด้วย จึงจะทำให้ปัญหาไฟฟ้าขัดข้องเนื่องแรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงมีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยลง