

การแก้ไขปัญหาไฟดับชั่วคราว และแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

บทคัดย่อ

บทความนี้บรรยายถึงปัญหาไฟฟ้าขัดข้อง ปัญหาไฟดับ ไฟดับชั่วขณะ แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ สาเหตุของปัญหา ผลกระทบจากปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกที่มีต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ และวิธีการป้องกันและบรรเทาหรือแก้ไขปัญหารวมไปถึงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าและคุณภาพไฟฟ้า บทความนี้จะแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนแรกจะเป็นการบรรยายถึงปัญหาไฟฟ้าขัดข้องและสาเหตุของปัญหา ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าและคุณภาพไฟฟ้า เริ่มจากศัพท์เทคนิคที่เกี่ยวข้อง คำนิยาม ลักษณะและชนิดของแรงดันไฟฟ้าตก แล้วอธิบายสาเหตุการเกิดปัญหา ผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในส่วนที่เกี่ยวข้อง โอกาสที่จะเกิดไฟฟ้าขัดข้องภายในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเน้นไปที่ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำหรับตอนที่สองซึ่งอยู่ในฉบับต่อไปจะกล่าวถึงวิธีการแก้ไขปัญหที่เกิดจากปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ และปัญหาคุณภาพไฟฟ้าด้านอื่นๆ

การแก้ไขปัญหาไฟดับชั่วคราว และแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

*ชาญณรงค์ สอนดิษฐ์

ปัญหาไฟฟ้าขัดข้อง

ปัจจุบันปัญหาไฟฟ้าขัดข้องในภาคอุตสาหกรรมเริ่มมีจำนวนมากขึ้น ขณะเดียวกันในภาคบ้านอยู่อาศัยปัญหาต่างๆกลับมีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อยๆ ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมขณะนี้ได้เริ่มนำเอาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ และมีเทคโนโลยีที่สูงขึ้น มีความแม่นยำมากขึ้น แต่อุปกรณ์ดังกล่าวนี้ก็จะมีความอ่อนไหว (Sensitive) ต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าอย่างมากเช่นกัน จึงจำเป็นจะต้องได้รับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power supplies) ที่มีคุณภาพไฟฟ้าที่สูงตามไปด้วย กล่าวคือระบบไฟฟ้านั้นจะต้องมีค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage magnitude) และความถี่ (Frequency) ที่มีขนาด 1 per unit อย่างคงที่ตลอดเวลา แต่เนื่องจากระบบไฟฟ้าโดยทั่วไปจะมีโอกาส (Probability) ที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าในช่วงระยะเวลาสั้นๆ (น้อยกว่า 1 วินาที) อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเกิด

การรบกวน (Disturbances) ที่มีสาเหตุจากความผิดปกติ (Faults) ที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เช่น เกิดฟ้าผ่าลงในระบบไฟฟ้า หรืออุบัติเหตุรถยนต์ชนเสาไฟฟ้า หรือแม้กระทั่งการสับหรือปลด (Switching operation) อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ในระบบ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง คาปาซิเตอร์ เป็นต้น ทั้งนี้การเริ่มเดินมอเตอร์ขนาดใหญ่ (Motor starting) ที่มีการดึงกระแสขณะเริ่มเดินมอเตอร์เป็นปริมาณมากก็จะทำให้เกิดปัญหาคุณภาพไฟฟ้า เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าขึ้นได้ นอกจากนี้การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประเภท Power electronics ในภาคอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งจะสร้างปัญหาความผิดเพี้ยนให้กับรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าหรือฮาร์โมนิกส์ (Harmonics) ก็สามารถทำให้เกิดไฟฟ้าขัดข้องขึ้นได้

ปัญหาไฟฟ้าขัดข้องที่เกิดจากการรบกวนของระบบไฟฟ้า (Disturbances) ซึ่งเป็นปัญหาที่มักมีโอกาสดังขึ้นกับภาคอุตสาหกรรมได้เสมอ

*กองวิจัย ฝ่ายพัฒนาระบบไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

เช่น ปัญหาไฟดับ(Interruption) ไฟดับชั่วขณะ (Momentary interruption หรือ Short interruption) แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ/แรงดันไฟฟ้าดิ่งลง (Voltage Sag/Dip) แรงดันไฟฟ้าเกินชั่วครู่(Transient) แรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง (Voltage variation) และปัญหาความผิดเพี้ยนของรูปคลื่นไฟฟ้า (Harmonics) ซึ่งล้วนแต่เป็นสิ่งที่ใครๆ ไม่อยากให้เกิดขึ้น แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วเราจะมีวิธีการป้องกัน และแก้ไขหรือบรรเทาปัญหาได้อย่างไร เพื่อให้มีผลกระทบน้อยที่สุด ดังนั้นเราจึงควรมาทำความรู้จักกับปัญหาและวิธีการแก้ไข ปัญหาไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งในที่นี้จะได้ขอกล่าวถึงปัญหาที่มีโอกาสพบได้บ่อย คือ ปัญหาไฟดับ ปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ซึ่งทั้งสองปัญหานี้มีโอกาสเกิดขึ้นกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนปัญหาทั้งหมด

ปัญหาไฟดับ (Interruption)

สำหรับในประเทศไทยได้นิยามคำว่า "ไฟดับ" คือ เหตุการณ์ที่ขนาดของแรงดันไฟฟ้ามีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ (No Voltage) และมีระยะเวลา(Duration) ปรากฏอยู่นานตั้งแต่ 1 นาทีขึ้นไป แต่สำหรับในบางประเทศในแถบทวีปยุโรป และอเมริกาได้กำหนดค่าระยะเวลาแตกต่างกันบ้าง ก็กำหนดไว้ตั้งแต่ 3 นาที บ้างก็ 5 นาทีขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดระบบการป้องกันไฟฟ้าที่แตกต่างกันของแต่ละประเทศ สำหรับระยะไฟดับที่น้อยกว่า 3 นาที หรือ 5 นาทีนั้น ในประเทศต่างๆได้กำหนดเป็นไฟดับช่วงสั้น (Short interruption) แทน และไม่ได้นำมาพิจารณาพร้อมกับจำนวนที่เกิดไฟดับ ดังนั้นถ้าหากจะเปรียบเทียบสมรรถนะของ

ระบบไฟฟ้า (System Performance) ว่าระบบของใครมีจำนวนไฟดับน้อยกว่ากัน ด้วยการพิจารณาเฉพาะจำนวนครั้งที่เกิดไฟดับเพียงอย่างเดียว โดยไม่ได้คำนึงถึงนิยามของค่าระยะเวลาไฟดับประกอบด้วยแล้ว จะเห็นว่าระบบไฟฟ้าที่กำหนดค่าระยะเวลาของไฟดับตั้งแต่ 1 นาทีขึ้นไป จะมีจำนวนเชิงสถิติสูงกว่าระบบไฟฟ้าที่กำหนดค่าระยะเวลาไฟดับตั้งแต่ 3 หรือ 5 นาที อย่างแน่นอน เช่น กรณีที่เกิดไฟดับจำนวน 2 ครั้งซึ่งแต่ละครั้งดับนาน 1 นาที จะเห็นว่าค่าดัชนีไฟดับในระบบ 1 นาที จะนับเป็น 2 ครั้ง ในขณะที่เดียวกันในระบบการนับแบบ 3 นาที จะนับเป็น 0 (ศูนย์) ครั้ง เป็นต้น ดังนั้นเมื่อจะประเมินค่าความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า (Reliability index) ของระบบไฟฟ้าที่อยู่คนละพื้นฐานของนิยามแล้ว จึงไม่สามารถนำเปรียบเทียบกันได้อย่างสมบูรณ์

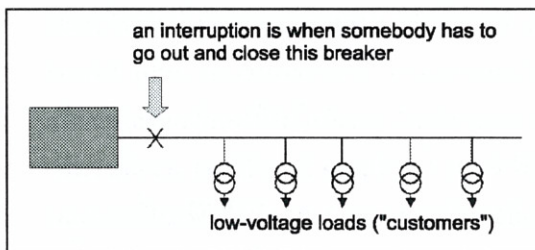
สาเหตุที่ทำให้เกิดไฟดับ คือ ความตั้งใจที่จะเปิดวงจรของอุปกรณ์ป้องกันและตัดตอน (Circuit breaker) ดังรูปที่ 1 เพื่อซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้า หรือตัดส่วนที่เกิดความผิดปกติของระบบไฟฟ้าชนิดถาวร (Permanent Fault) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรแบบถาวร (Permanent short circuit) ออกจากระบบ เช่น ป้ายโฆษณาล้มทับสายไฟขณะที่จ่ายกระแสไฟฟ้าอยู่ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบชำรุดเสียหาย เป็นต้น ซึ่งล้วนแล้วแต่ทำให้เกิดไฟฟ้าขัดข้องและต้องใช้เวลาในการแก้ไขนานกว่า 1 นาที ทั้งสิ้น และโอกาสการเกิดปัญหาในลักษณะนี้มีไม่บ่อยนัก ยกเว้นในกรณีที่เกิดพายุฝนรุนแรง หรือเกิดอุบัติเหตุ

ผลกระทบของปัญหานี้ คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกประเภทจะหยุดการทำงานทั้งหมด และถ้าหากเกิดขึ้นอยู่เป็นเวลานานความเสียหายก็จะมีค่ามากตาม ดังนั้นการเตรียมการหาแหล่งจ่ายไฟสำรองอีกแห่งหนึ่งจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ เช่น ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือ วงจรไฟฟ้าสำรองอีกวงจรหนึ่ง เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

การสังเกตลักษณะอาการของไฟดับสำหรับโรงงานนั้น สามารถสังเกตได้จากการปลดวงจรออกของ circuit breaker อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดจะหยุดการทำงาน หรือดูจากหลอดไฟ (Voltage Indicator lamp) จำนวน 3 ดวง (แดง เหลือง น้ำเงิน) ที่ตู้บริภัณฑ์ประธาน (Main Distribution Board : MDB) ซึ่งต่ออยู่ด้านบนของ circuit breaker ไปทางด้านแหล่งจ่ายไฟ จะดับสนิททั้งสามดวง

ไฟดับชั่วคราว

เป็นเหตุการณ์ที่ขนาดของแรงดันไฟฟ้ามีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ (No Voltage) เหมือนกับลักษณะของไฟดับดังที่กล่าวแล้วข้างต้น แต่จะแตกต่างกันก็ตรงที่มีระยะเวลา(Duration) ของแรงดันไฟฟ้าที่หายไปน้อยกว่า 1 นาที ดังรูปที่ 2 ส่วนใหญ่มักจะเกิดขึ้นในช่วงฝนตกฟ้าคะนอง และมีลมพัดกระโชกแรงจนทำให้กิ่งไม้หรือเศษวัสดุซึ่งอยู่ใกล้แนวสายไฟมาสัมผัสกับสายไฟจนเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร บางครั้งลมอาจพัดพาเอากิ่งไม้้ออกจากการสัมผัสสายไฟจนระยะห่างที่ปลอดภัยอย่างรวดเร็ว (เร็วกว่า 0.2 วินาที) ก่อนที่ระบบป้องกันไฟฟ้าจะทำงาน(Relay operating

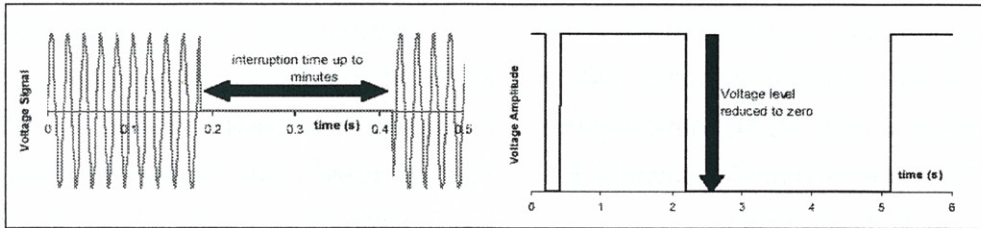


รูปที่ 1 แสดงสาเหตุการเกิดไฟดับ

time) เปิดวงจรจนสำเร็จ ซึ่งในลักษณะเช่นนี้จะเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรขึ้นแล้วแต่ยังไม่เกิดการปลดวงจรหรือไฟดับเกิดขึ้น แต่ถ้าหากกิ่งไม้สัมผัสอยู่กับสายไฟนานกว่าระยะเวลาทำงานของรีเลย์ป้องกัน (Relay operating time) ที่กำหนดไว้ ระบบก็จะเปิดวงจรออก (Breaker open) ทำให้เกิดไฟดับขึ้น โดยธรรมชาติแล้วลมกระโชกดังกล่าวจะพัดเอากิ่งไม้้ออกจากการสัมผัสพื้นระยะห่างที่ปลอดภัยเองโดยอัตโนมัติ ภายในระยะเวลา 0.5-2 วินาที ดังนั้นเพื่อให้ระบบมีไฟใช้ได้ตามปกติอีกครั้งอย่างรวดเร็ว การไฟฟ้าจึงได้ติดตั้งระบบการปิดกลับวงจรแบบอัตโนมัติ (Auto re-closing scheme) ขึ้น เพื่อปิดกลับวงจร (Re-close circuit breaker) อีกครั้งภายหลังที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจรแบบไม่ถาวรหรือชั่วคราว (Temporary faults or Transient faults) สำหรับระยะเวลาที่กำหนดให้ปิดกลับวงจรอัตโนมัติ (Dead time) ภายหลังที่เปิดวงจร (breaker opened) คือ 0.5-15 วินาที (ขึ้นอยู่กับระบบแรงดันไฟฟ้าหรือลักษณะภูมิประเทศ) ทั้งนี้เพื่อให้ระบบได้มีไฟใช้อีกครั้งอย่างรวดเร็วภายในไม่เกิน 1 นาที (Trip and re-close) ดังนั้นผู้ประสบปัญหาที่จะมองเห็นไฟกะพริบเป็นระยะ

เวลาสั้นๆ และเรียกเหตุการณ์ลักษณะเช่นนี้ว่า ไฟดับชั่วขณะ (Momentary or Short

Interruption) หรือบางครั้งเรียกว่าไฟกะพริบ ซึ่งโอกาสการพบปัญหาในลักษณะนี้อาจมีอยู่กว่าร้อย



รูปที่ 2 แสดงลักษณะอาการของไฟดับชั่วขณะแบบ Instantaneous (รูปซ้าย) และแบบ Root mean square หรือ rms.(รูปขวา)

ละ 20-40 ของจำนวนปัญหาทั้งหมด

ผลกระทบที่เกิดจากปัญหานี้คือ อาจทำให้ระบบป้องกันและตัดตอน (Air circuit breaker: ACB) ที่ปรับตั้งการทำงานของระบบรีเลย์ป้องกันที่ไม่เหมาะสมกับระบบไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่เกิดการปลดวงจรไฟฟ้าดับทั้งหมดรวมทั้งระบบไฟแสงสว่าง มอเตอร์ปรับความเร็วรอบได้ (Adjustable speed drive: ASD) หยุดทำงาน หรือชำรุด ขบวนการผลิตสินค้าหยุดการทำงาน

เนื่องจากลักษณะของไฟดับชั่วขณะนี้ จะเห็นว่าค่าแรงดันและความถี่ไฟฟ้าของระบบมีค่าเป็นศูนย์ (0) อยู่ชั่วครู่หนึ่งแล้วกลับเข้าสู่สภาวะปกติอย่างที่สุดภายใน 1 นาที(โดยปกติจะไม่เกิน 1-15 วินาที แล้วแต่ระบบไฟฟ้า) ดังนั้นหากคงให้ Main ACB ที่ตู้ MDB ปลดวงจรเกิดไฟดับทั้งโรงงานก็คงไม่เหมาะสมนัก เนื่องจากอาจมีความจำเป็นต้องใช้ระบบไฟแสงสว่างอยู่ ดังนั้นจึงควรพิจารณาปรับเพิ่มระยะเวลาหน่วงการปลดวงจรของ Main ACB ออกไปให้รอดพ้นในช่วงระยะเวลาดังกล่าว โดยทั่วไปอุปกรณ์ประกอบ (Under

voltage release) ของ ACB จะสามารถหน่วงเวลาได้นานสูงสุด 3 วินาที แต่ในขณะเดียวกันจะต้องจัดการให้อุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภท เช่น มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ ปลดวงจรออกก่อนที่ไฟจากการไฟฟ้าจะกลับคืนมาอีกครั้งเสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้กระแส Inrush โหลดเข้ามอเตอร์ไฟฟ้า เกิดชำรุดเสียหายได้ ในขณะที่ไฟจากการไฟฟ้ากลับคืนมาอีกครั้ง และถ้าหากประสงค์จะเปลี่ยนไปรับไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองขณะเกิดไฟดับชั่วขณะนี้ ก็ควรพิจารณาความเหมาะสมของเวลาที่ควรจะเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลังจากที่ไฟได้เริ่มดับแล้ว และถ้าหากพิจารณาในแง่มุมมองของความประหยัดค่าใช้จ่ายและจำนวนครั้งที่ต้องดับไฟเพื่อเปลี่ยนแปลงแหล่งจ่ายไฟแล้ว เวลาที่เหมาะสมในการเริ่มเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองคือ 15 วินาที ภายหลังที่เกิดไฟดับชั่วขณะครั้งแรก

การสังเกตลักษณะอาการของไฟดับชั่วขณะสำหรับโรงงานนั้น สังเกตได้จากอาจมีการปลดหรือไม่ปลดวงจรของ ACB สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นระบบอัตโนมัติส่วนใหญ่จะหยุดการทำงาน ยก

เว้นระบบไฟแสงสว่างชนิดไส้หลอดหรือหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ จะสังเกตว่าไม่มีแสงสว่างหรือไฟจะกะพริบอยู่ชั่วครู่หนึ่ง และเมื่อดูจากหลอดไฟ (Voltage indicator lamp) จำนวน 3 ดวง (แดง เหลือง น้ำเงิน) ที่ตู้บริภัณฑ์ประธาน (Main Distribution Board : MDB) ภายหลังที่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆหยุดการทำงานแล้ว จะพบว่าไฟทั้งสามดวงยังคงติดสว่างทั้งสามดวง

แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ (Voltage dip or sag)

เป็นปรากฏการณ์ที่แรงดันไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า (Grid Network) เกิดการยุบตัวลงหรือตกถึงลงอย่างรวดเร็ว และมีค่าเหลืออยู่ระหว่าง 10%-90% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า ซึ่งส่วนใหญ่ระยะเวลาที่เกิดการยุบนี้ จะเกิดขึ้นเป็นระยะเวลาสั้น 0.02-0.6 วินาที ก่อนกลับเข้าสู่สภาวะปกติ ดังรูปที่ 3 ซึ่งปรากฏการณ์นี้ถูกเรียกว่า "แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ" หรือ "แรงดันไฟฟ้าตกลง" และโดยสากลจะเรียกว่า "Voltage Sag" (มักนิยมใช้แถบทวีปอเมริกา) หรือ "Voltage Dip" (มักนิยมใช้ในแถบทวีปยุโรป) ซึ่งทั้งสองคำนี้มีความหมาย คือ

■ "Voltage dip" จะหมายถึงขนาดร้อยละของแรงดันไฟฟ้าที่ตกลงมาเปรียบเทียบกับจากระดับพิกัดแรงดันไฟฟ้าปกติ เช่น Voltage Dip 20% หมายถึง แรงดันไฟฟ้าตกลงมาร้อยละ 20 ของพิกัดแรงดัน

■ "Voltage sag" ซึ่งหมายถึง ขนาดร้อยละของแรงดันไฟฟ้าที่คงเหลืออยู่ในระบบเปรียบ

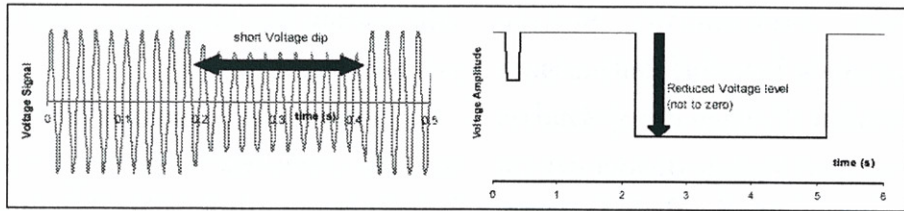
เทียบกับระดับพิกัดแรงดันไฟฟ้าปกติ เช่น Sag to 80% หมายถึง แรงดันไฟฟ้าตกลงมาเหลือร้อยละ 80 ของพิกัดแรงดัน

สาเหตุของปัญหานี้ เกิดจากมีกระแสไฟฟ้าจำนวนมาก ไหลผ่าน Source impedance (ซึ่งรวมทั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง) อย่างรวดเร็ว จนทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าส่วนใหญ่ไปตกคร่อมที่ Source impedance จึงทำให้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ Bus ของสถานีไฟฟ้ามีค่าลดลง ซึ่งมีปัจจัยการเกิดได้ดังนี้

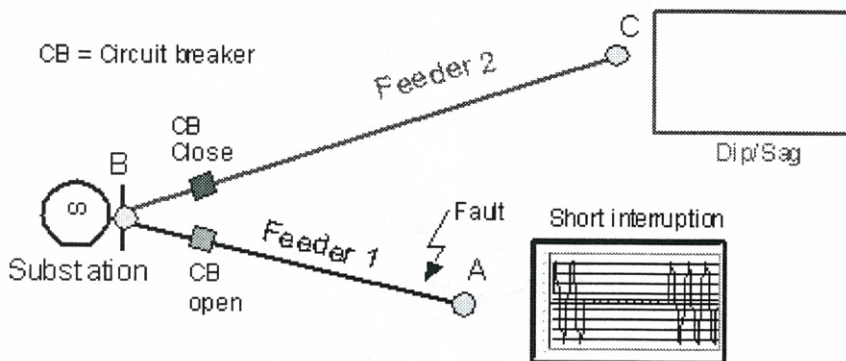
■ เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (Fault or short circuit) ในขณะเกิดไฟฟ้าลัดวงจรก็จะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าของระบบตกลงเป็นระยะเวลาสั้นเท่ากับระยะเวลาการทำงานของรีเลย์ป้องกันกระแสเกินพิกัด (Operating time of relay) ซึ่งโดยส่วนใหญ่มีระยะเวลาตั้งแต่ 2-3 cycles - 2-3 วินาที ทั้งนี้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกลงนั้นจะมีค่ามากหรือน้อย ก็จะขึ้นอยู่กับค่าขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ลัดวงจร หากค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรมีค่าสูงก็จะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าตกลงมีค่ามากตามไปด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 4

■ การเริ่มเดินภาระทางไฟฟ้าขนาดใหญ่ (Starting a large load) เช่น การเริ่มเดินมอเตอร์ขนาดใหญ่ภายในโรงงานเอง

■ จุดต่อสายตัวนำไฟฟ้าหลวมหรือเสื่อมสภาพ (Loose or defective wiring) การกดขันจุดต่อสายตัวนำไฟฟ้าต่างๆที่ไม่แน่นดีพอก็จะทำให้เกิดความต้านทานขนาดใหญ่ และจะเกิดผลกระทบเมื่อมีการใช้กระแสขนาดสูงๆ



รูปที่ 3 แสดงลักษณะอาการของแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะแบบ Instantaneous (รูปซ้าย) และแบบ Root mean square หรือ rms.(รูปขวา)



รูปที่ 4 แสดงการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าลัดวงจรที่ Feeder 1 และเกิดแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะที่ Feeder 2 ในเวลาเดียวกัน

$$V_{bus} = E_s - V_{Z_{source}} = 1 - [E_s^* Z_{source} / (Z_{source} + Z_{line})] \text{ pu.}$$

V_{bus} Bus voltage at substation

V_1 Faulted feeder voltage

V_2 Un-faulted feeder voltage

Z_{source} Source impedance

Z_{line} Line faulted impedance

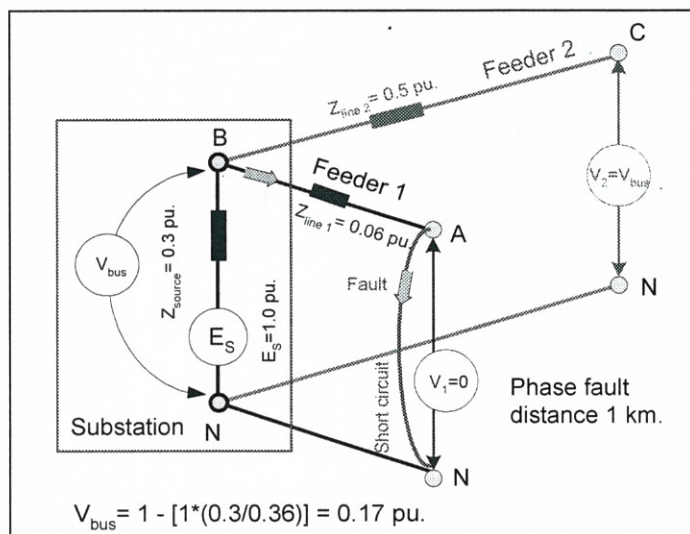
โดยปกติค่า Source impedance จะมีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่า Line impedance ของสายป้อนไฟฟ้าทั้งหมด และน้อยมากเมื่อเทียบกับ Load impedance ที่ต่ออยู่ในระบบ ซึ่งในสถานะที่มีการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าจำนวนมาก เช่น ในขณะที่เกิด Phase faults ขึ้น ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรจะมีค่าสูงมาก ตั้งแต่ 2 เท่า

ของพิกัดขึ้นไป ซึ่งค่า Impedance ของระบบขณะนั้น คือ Source impedance และ Line impedance เท่านั้น ดังนั้นหากเกิดไฟฟ้าลัดวงจรใกล้กับแหล่งจ่ายไฟ ค่า Line impedance ก็จะมีค่าน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับค่า Source impedance และในทางกลับกันหากเกิดไฟฟ้าลัดวงจร ณ จุดที่ไกลจากแหล่งจ่ายไฟมาก ค่า Line

impedance ก็จะมีค่ามากกว่าค่า Source impedance เช่นกัน ซึ่งจะเห็นว่าสัดส่วนของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม (Voltage drop) ส่วนต่างๆ จะเป็นไปตามกฎของ Voltage divider และจากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นว่าขณะที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจรบนสายป้อน (Feeder) วงจรที่ 1 ณ กิโลเมตรที่ 1 ซึ่งอยู่ใกล้กับแหล่งจ่ายไฟ จึงทำให้เกิดค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม Source impedance มีค่าเท่ากับ 83% ของพิกัดแรงดัน ในขณะที่เดียวกันค่าแรงดัน

ไฟฟ้าตกคร่อม line impedance จะมีค่าเท่ากับ 17% ของพิกัดแรงดัน

ดังนั้นในขณะที่เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร จะทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ Bus(V_{bus}) ของสถานีไฟฟ้าซึ่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าทุกราย (V_2) ที่รับไฟจากสายป้อน (Feeder) วงจรที่ 2 หรือสายป้อนอื่นๆ ที่ต่ออยู่กับระบบนี้ จะมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของสายป้อนที่เกิดการลัดวงจร คือ 17% ของพิกัดแรงดัน นั่นเอง



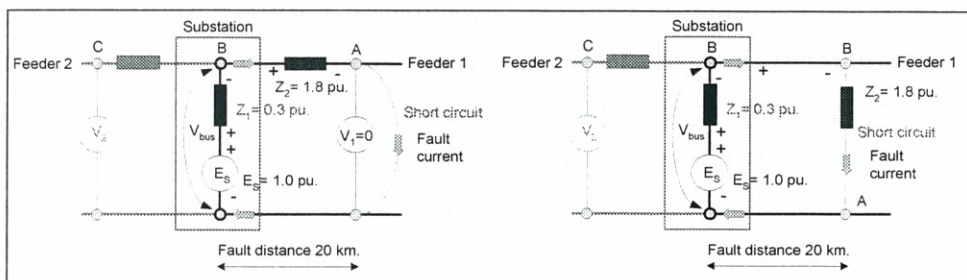
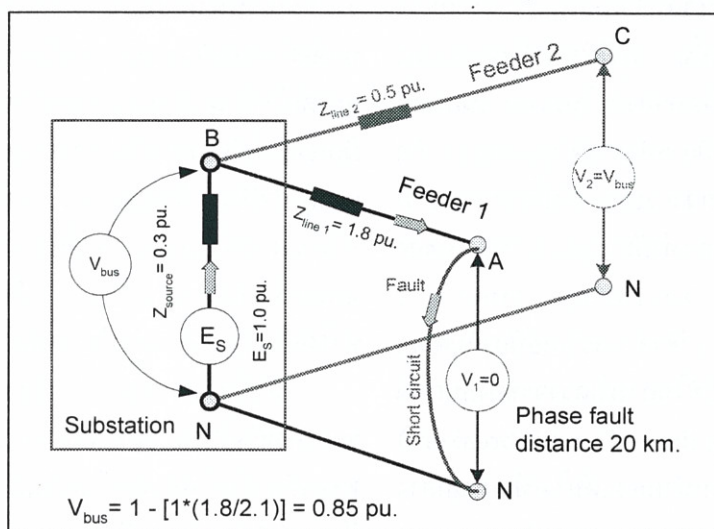
รูปที่ 5 แสดงการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าชั่วขณะในขณะที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจร ณ กิโลเมตรที่ 1 จากแหล่งจ่ายไฟฟ้า

จากรูปที่ 6 และรูปที่ 7 แสดงการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (บน Feeder 1) ณ กิโลเมตรที่ 20 จากแหล่งจ่ายไฟฟ้า ทำให้เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะเกิดขึ้นที่ Bus(V_{bus}) ของสถานีไฟฟ้า ซึ่งจ่ายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าทุกราย (Feeder 2) จะมีค่าแรงดันไฟฟ้าตกลงเหลือเท่ากับ 85% ของพิกัดแรงดันเหมือนกันหมดทุกรายแต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้

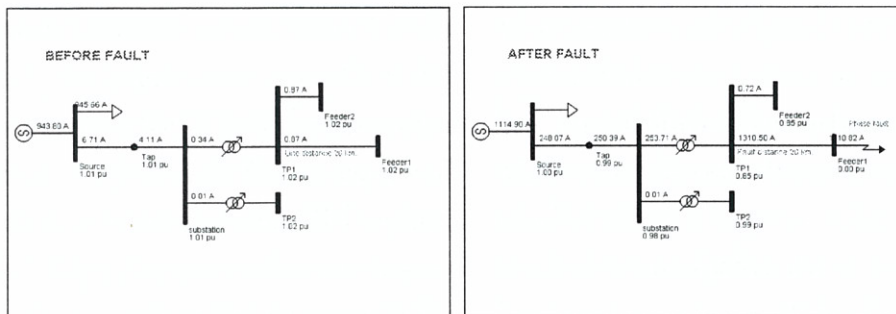
ไฟแต่ละรายอาจไม่เหมือนกันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาใช้อาจจะมีความทนได้ หรือมีภูมิคุ้มกัน (Immunity) ที่ต่างกัน ซึ่งถ้าหากมีภูมิคุ้มกันที่สูงกว่า ก็อาจจะไม่เกิดผลกระทบหรืออาจมีก็น้อยกว่า ดังจะเห็นแล้วว่าขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่ตกลงชั่วขณะนี้จะแปรผันตามขนาดของกระแสไฟฟ้าลัดวงจร โดยที่ขนาดของกระแส

ไฟฟ้าลัดวงจรจะขึ้นอยู่กับประเภทของความผิดปกติ (Type of faults) และจะแปรผกผันกับค่าความต้านทานในขณะที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจร ทั้งนี้ค่าความต้านทานก็จะแปรผันตรงกับระยะทางที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจรด้วย จากรูปที่ 6 จะเห็นว่าเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร ณ บริเวณที่อยู่ไกลมากกว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เหลืออยู่ (Remaining voltage) จะมีค่าสูงกว่า ดังนั้นแม้ว่าระบบไฟฟ้าจะได้ออกแบบไว้อย่างเหมาะสมแล้วก็ตาม แต่โอกาสที่จะเกิดไฟฟ้าลัดวงจรที่หลีกเลี่ยงได้ยากก็ยังโอกาสเกิดขึ้นได้เสมอ

แม้กระทั่งกรณีที่เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรภายในรัศมี 20 กิโลเมตร จากแหล่งจ่ายไฟฟ้า ก็สามารถส่งผลกระทบต่อให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการคุณภาพไฟฟ้าในระดับที่สูงกว่าระดับปกติ เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องหรือขบวนการผลิตสินค้าในภาคอุตสาหกรรมเกิดการหยุดชะงักขึ้นได้ ดังนั้นการแก้ไขปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ จำเป็นจะต้องร่วมกันแก้ไขปัญหาอย่างจริงจังทั้งในส่วนของการไฟฟ้าและในส่วนของผู้ใช้ไฟฟ้าเอง



รูปที่ 6 แสดงวงจรสมมูลขณะเกิดไฟฟ้าลัดวงจร ณ กิโลเมตรที่ 20 จากแหล่งจ่ายไฟฟ้า



รูปที่ 7 แสดงการ Simulation ก่อนและหลังการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรบนสายป้อน feeder 1 แบบ Phase fault ณ กิโลเมตรที่ 20 จากแหล่งจ่ายไฟฟ้า ทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ TP1 Bus และ Feeder 2 bus มีค่าแรงดันไฟฟ้าเหลือเพียง 85% ของปกติ

สำหรับระยะเวลา(Duration) ที่เกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะนั้น จะมีค่าเท่ากับระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าผิดปกติอยู่ในระบบ ในกรณีที่ระบบป้องกันไฟฟ้ามีการทำงาน(Operated) ตัดกระแสผิดปกติออกจากระบบ ดังนั้นระยะเวลาที่เกิดความผิดปกติจะเท่ากับระยะเวลาทำงานของระบบป้องกัน (Operating time of protections) เช่น ฟิวส์ และรีเลย์ป้องกันต่างๆ รวมกับระยะเวลาที่ใช้ในการเปิดวงจรของอุปกรณ์ตัดตอน (Opening time of circuit breakers) สำหรับในระบบจำหน่ายแรงดันไฟฟ้าปานกลาง (22-33 kV Distribution system) ผลรวมของระยะเวลาที่เกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-1.5 วินาที (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ป้องกันที่ทำงาน ปริมาณค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรและการปรับตั้งค่า Relay setting) ซึ่งจะเห็นว่าระยะเวลาที่แรงดันไฟฟ้ายุบตัวลงเนื่องจากเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรนั้น จะใช้เวลาสั้นๆเท่านั้น โดยส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-0.6 วินาที สำหรับในระบบ 115 kV (High voltage system) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.08-0.66 วินาที ดังจะเห็นแล้ว

ว่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกลงนี้จะเกิดและกลับคืนสภาพปกติอย่างรวดเร็ว และเราจึงเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ นอกจากการกระแสไฟฟ้าผิดปกติที่เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจรจะทำให้เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะแล้ว การดึงกระแสไฟฟ้าปริมาณมากในระยะเวลาสั้นๆ เช่น การเริ่มเดินมอเตอร์ (Motor starting) ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวได้เช่นกัน

ดังนั้นไม่ว่าส่วนใด(Elements) ของระบบไฟฟ้า(Grid Network) เมื่อเกิดความผิดปกติขึ้น ผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในส่วนนั้นจะประสบกับปัญหาไฟดับหรือไฟดับชั่วขณะเกิดขึ้น และในขณะเดียวกันผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในส่วนอื่นๆบนระบบไฟฟ้าเดียวกัน ก็จะทำให้เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะเกิดขึ้นด้วยทุกครั้ง ทั้งนี้จำนวนที่เกิดปรากฏการณ์แรงดันไฟฟ้ามีค่าเหลืออยู่น้อยกว่า 90% ของปกติแรงดัน ซึ่งมีนัยสำคัญค่อนข้างน้อยที่จะทำให้เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องขึ้นได้ แต่อาจมีจำนวนปัญหามากพอสมควร สำหรับจำนวนที่มีนัยสำคัญเพียงพอ(แรงดันไฟฟ้ามีค่าเหลือน้อยกว่า 70% ของปกติแรงดัน) ที่จะทำให้เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องได้นั้น

อาจมีเพียงร้อยละ 15-25 ของจำนวนครั้งที่เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะทั้งหมด เมื่อพิจารณาจำนวนปัญหาโดยรวมทั้งหมดแล้วจะพบว่า ปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะนี้มีค่าคิดเป็นร้อยละ 50 ของจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดในภาคอุตสาหกรรม

จากรูปที่ 8 แสดงให้เห็นถึงจุดที่มีโอกาสทำให้เกิดไฟฟ้าขัดข้องขึ้นได้ในภาคอุตสาหกรรม ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการปลดวงจรของ Main ACB จากปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ควรจะพิจารณาปรับตั้งค่าขนาดและระยะเวลาหน่วงของ Voltage relay (จุดที่ 4) รวมทั้งพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์ช่วยปลดวงจรเมื่อเกิดแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าปกติหรือ Under voltage release: UVR (จุดที่ 5) ในรุ่นที่มีระยะเวลาหน่วงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ค่า Setting ที่เหมาะสมนั้นจะต้องพิจารณาจากข้อมูลสถิติแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะที่เกิดขึ้นจริงของระบบและความสามารถในการทนได้ต่อปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดประกอบด้วย จึงจะสามารถช่วยแก้ปัญหาการปลดวงจรของ ACB ที่ไม่พึงประสงค์ได้ อย่างไรก็ตามก็ดี อุปกรณ์ไฟฟ้า (จุดที่ 9) ที่รับไฟจาก ACB หรือ MCCB ดังกล่าวยังอาจมีการปลดตัวหรือหยุดทำงานได้ ดังนั้นการแก้ไขปัญหที่อุปกรณ์ไฟฟ้าอาจจำเป็นต้องมีการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มขึ้น เพราะอุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภทสามารถปรับแต่งค่า Under voltage setting (จุดที่ 8) ได้ บางประเภทอาจจำเป็นต้องจัดหาแหล่งจ่ายไฟมาเสริม (เฉพาะจุดที่ 8,9) เช่นระบบ Uninterruptible Power Supply (UPS) บางประเภทอาจสามารถปรับปรุงในส่วนของการควบคุม (Control circuit จุดที่ 8) ก็สามารถแก้ไขได้ หรือบาง

ประเภทอาจจำเป็นต้องเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า (จุดที่ 8,9) ที่มีมาตรฐานสามารถที่ทนต่อปัญหา Voltage dip ได้สูงขึ้น เช่น มาตรฐาน SEMI F-47 เป็นต้น หรือบางครั้งอาจจำเป็นต้องแก้ไขที่ระบบของการไฟฟ้า เช่น การปรับลดค่า Protection Operating Time หรือการปรับปรุงระบบไฟฟ้าโดยการประยุกต์ใช้ Neutral Grounding Resistor (NGR) เพื่อลดความรุนแรงของปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะลง

ความรุนแรงของปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะแสดงในรูปที่ 9 ขณะจะขึ้นอยู่กับ

- ขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่เหลืออยู่ (Voltage magnitude)

- ระยะเวลาที่เกิดแรงดันไฟฟ้าตก (Duration)

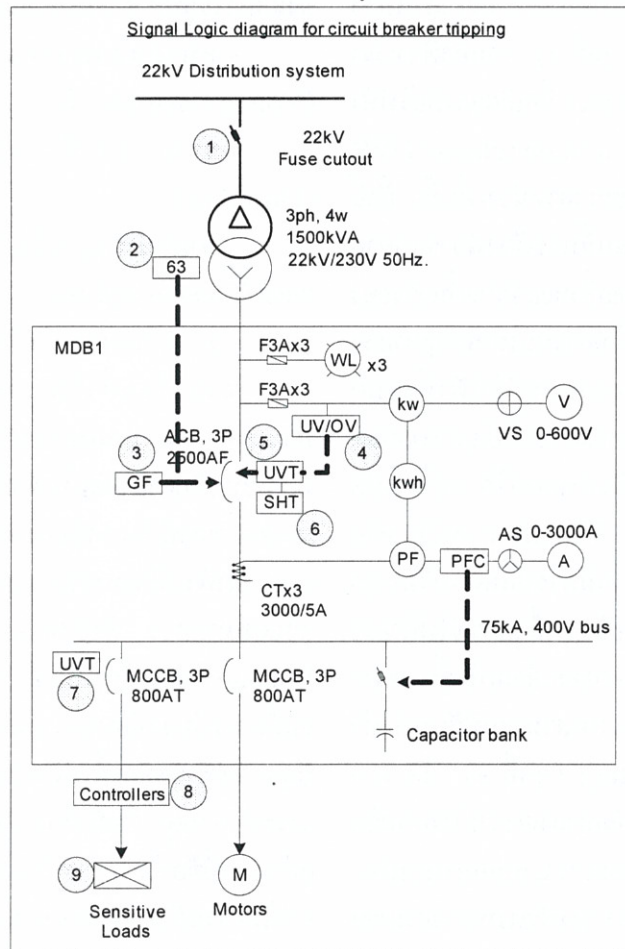
- ตำแหน่งบนรูปคลื่น (Point on wave) ขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าตก

- ความถี่ของการเกิดปัญหา

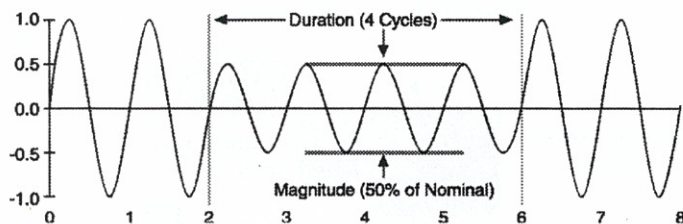
ด้วย โดยทั่วไประบบไฟฟ้ากำลังบางประเภท เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า มักจะไม่ค่อยมีผลกระทบกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเหลือน้อยกว่า 55-60% ของพิกัดแรงดันลงมา ที่เกิดในช่วงเวลา 0.025 วินาที แต่ปัญหาส่วนใหญ่จะไปเกิดอยู่ที่ระบบควบคุมมากกว่า ดังรูปที่ 10 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า Voltage relay ที่กำหนดค่า Setting ที่ไม่เหมาะสมนั้นจะเป็นจุดอ่อนของระบบทั้งหมดที่ทำให้เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้องที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้นจึงถือว่าการควบคุมเป็นหัวใจสำคัญของอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างมากที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการแก้ไขก็มีราคาที่ถูกกว่าการแก้ไขที่ระบบไฟฟ้ากำลัง แต่อาจต้องใช้ความรู้ความเข้าใจอย่างมาก

ในกรณีที่ค่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเหลือน้อยกว่า 55% ของพิกัดแรงดันลงมา จะพบว่าความรุนแรงของปัญหาส่วนใหญ่มักจะขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่เหลือน้อย ซึ่งจะมีนัยสำคัญมากกว่าค่าของระยะเวลา แม้ว่าระยะเวลาของแรงดันไฟฟ้าตกจะเกิดขึ้นเพียง 0.025 วินาที ก็มีอิทธิพลเพียงพอที่จะทำให้อุปกรณ์ที่อยู่ส่วนของวงจรควบคุม (Control circuit) เช่น Magnetic contactor, Voltage relay, Auxiliary relay

ซึ่งว่าเป็นจุดอ่อน(Weakest link)หยุดการทำงานลงได้ และในที่สุดระบบควบคุมก็จะสั่งให้ระบบกำลัง (Power circuit) หยุดการทำงานตามไป สำหรับในกรณีที่ค่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเหลือน้อยในช่วง 60-80% ของพิกัดแรงดัน จะพบว่าค่าระยะเวลาจะมีนัยสำคัญต่อความรุนแรงของปัญหามากขึ้น โดยเฉพาะในกรณีที่เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกบ่อยๆในช่วงเวลาติดกันมากๆ จะยิ่งมีผลกระทบกับอุปกรณ์มากขึ้นด้วย



รูปที่ 8 แสดงจุดต่างๆที่มีโอกาสเกิดไฟฟ้าขัดข้องภายในโรงงานอุตสาหกรรม



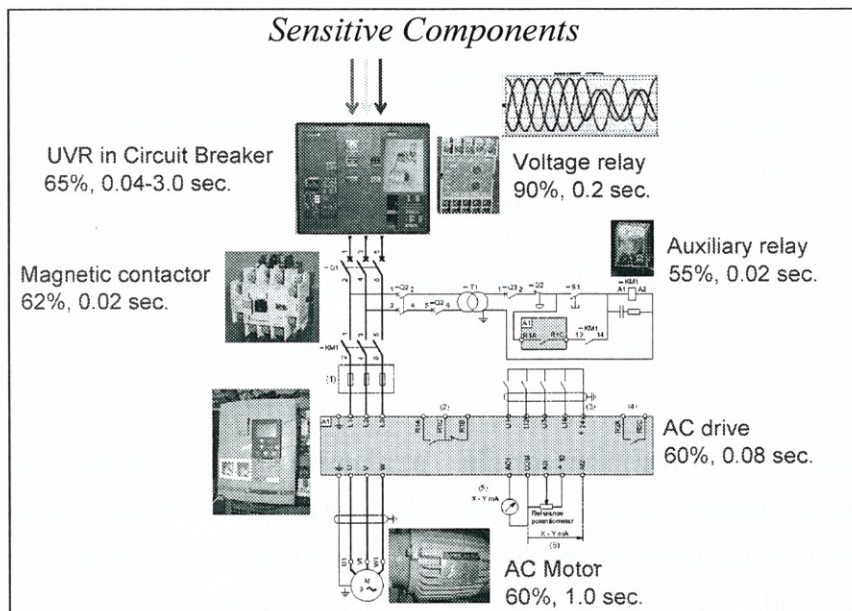
Voltage Dips are described by Magnitude and Duration

รูปที่ 9 แสดงความรุนแรงของแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะ

อุปกรณ์บางประเภท ตำแหน่งของการเกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกบนรูปคลื่น(Point on wave) มีส่วนสำคัญที่ทำให้การหยุดการทำงานต่างกัน เช่น ในกรณีที่ค่าขนาดของแรงดันและระยะเวลาที่เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกที่มีค่าเท่ากัน หากจุดที่เริ่มเกิดปัญหาอยู่ที่ตำแหน่ง 0 องศาทางไฟฟ้า จะมีความรุนแรงมากกว่าที่ตำแหน่ง 90 องศาทางไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ดีค่า Point on wave ก็ยังมีนัยสำคัญที่น้อยกว่าค่าขนาดของแรงดันและระยะเวลา

การสังเกตลักษณะอาการของแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะสำหรับโรงงานนั้น สังเกตได้จากอาจมี

การปลดหรือไม่ปลดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ประธานร่วมอยู่ด้วย สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นระบบอัตโนมัติส่วนใหญ่จะหยุดการทำงานเช่นกัน ยกเว้นระบบไฟแสงสว่างชนิดไส้หลอดหรือฟลูออเรสเซนต์ จะสังเกตว่าแสงสว่างของหลอดไฟจะยังคงมีอยู่ตลอดแต่จะลดความสว่างของแสงไฟเป็นระยะเวลานั้นๆ และเมื่อดูจากหลอดไฟ (Voltage indicator lamp) จำนวน 3 ดวง (แดง เหลือง น้ำเงิน) ที่ตู้บริภัณฑ์ประธาน (Main Distribution Board : MDB) ภายหลังที่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ หยุดการทำงานแล้ว จะพบว่าไฟทั้งสามดวงยังคงติดสว่างทั้งสามดวง



รูปที่ 10 แสดงความทนได้ (Immunity) ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะที่แตกต่างกัน

เนื่องจากระบบเครือข่ายไฟฟ้า (Network) จะประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ คือ ระบบผลิต (Generation system) ระบบส่งจ่าย (Transmission system) และระบบจำหน่าย (Distribution system) ทั้งที่อยู่ในการดูแลของการไฟฟ้าที่ดี และที่อยู่ในการดูแลของผู้ใช้ไฟฟ้าเองก็ดี ดังนั้นหากส่วนใดส่วนหนึ่งเกิดความผิดปกติ (Faults) ขึ้น ก็จะส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้าที่รับไฟจากระบบเครือข่ายนั้นมากน้อยแตกต่างกันไป กล่าวคือ เกิดปัญหาไฟดับหรือดับชั่วขณะ แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ดังนั้นหากระบบใดระบบหนึ่งเกิดความผิดปกติขึ้น ก็จะทำให้เกิดการขาดตอนของกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องมายังโรงงานของท่านโดยตรง ซึ่งจะมีผลกระทบกับท่านทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องหยุดการทำงานโดยสิ้นเชิง

ดังจะเห็นแล้วว่าปัญหาไฟฟ้าขัดข้องที่เกิดขึ้นกับภาคอุตสาหกรรมอาจมีสาเหตุเกิดได้จากทั้งปัญหาไฟดับ ไฟดับชั่วขณะ และแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ซึ่งล้วนแต่สร้างปัญหาให้กับภาคอุตสาหกรรมทั้งสิ้น และผลกระทบที่เกิดจากปัญหาดังกล่าวข้างต้นอาจมีค่าความสูญเสียที่อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันมาก ทั้งนี้ความรุนแรงและผลกระทบที่ได้รับนั้นอาจมีค่าแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับค่าขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ตกลง (Magnitude) และระยะเวลา (Duration) ที่เกิดขึ้น รวมทั้งการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีภูมิคุ้มกันจากปัญหาดังกล่าว และการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ารวมทั้งการออกแบบระบบเพื่อรองรับกับสภาพปัญหาที่มีประสิทธิภาพจะสามารถช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้นได้

ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากับคุณภาพไฟฟ้า

โดยทั่วไปการออกแบบและวางแผนระบบไฟฟ้า จะพิจารณาถึงระดับของความเชื่อถือได้ (Reliability) กับแผนการลงทุนให้มีความสอดคล้องกัน ทั้งนี้ระดับความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าจะบอกด้วยค่าดัชนี ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายดัชนีตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวิเคราะห์ ทั้งนี้ดัชนีสำหรับระบบจำหน่ายมักนิยมใช้กันคือ

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) คือ ค่าดัชนีแสดงจำนวนครั้งไฟดับ (ที่ตั้งแต่ 1 นาที หรือ 3 นาที หรือ 5 นาที ขึ้นไป แล้วแต่มาตรฐานในแต่ละประเทศจะกำหนด สำหรับประเทศไทยกำหนดไว้ตั้งแต่ 1 นาทีขึ้นไป)เฉลี่ยที่กระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้า 1 ราย ในช่วงระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งโดยมากจะกำหนดไว้ที่ 1 ปี มีหน่วยเป็น ครั้ง/ราย/ปี

SAIDI (System Average Interruption Duration Index) คือ ค่าดัชนีแสดงระยะเวลาไฟดับเฉลี่ยที่กระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้า 1 ราย ในช่วงระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งโดยมากจะกำหนดไว้ที่ 1 ปี มีหน่วยเป็น นาที/ราย/ปี

การประเมินค่าดัชนี SAIFI และ SAIDI ก็เพื่อบ่งบอกถึงการบริการต่อผู้ใช้ไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ โดยใช้จำนวนของผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบในการคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ย

MAIFI (Momentary Average Interruption Frequency Index) คือ ค่าดัชนีแสดงจำนวนครั้งไฟดับชั่วขณะ หรือ โฟกะพริบ (ที่น้อยกว่า 1 นาที หรือ 3 นาที หรือ 5 นาที แล้วแต่มาตรฐานในแต่ละประเทศจะกำหนด สำหรับประเทศไทยกำหนดไว้ที่น้อยกว่า 1 นาที) เฉลี่ยที่กระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้า 1 ราย ในช่วงระยะเวลาที่

กำหนด ซึ่งโดยมากจะกำหนดไว้ที่ 1 ปี มีหน่วยเป็น ครั้ง/ราย/ปี ซึ่งจำนวนครั้งไฟดับชั่วขณะเฉลี่ยของดัชนีนี้ เป็นการบอกถึงจำนวนไฟดับที่เกิดขึ้นช่วงสั้นๆ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมบางประเภทที่มีความเสียหายมากต่อครั้งของการเกิดไฟดับไม่ว่าจะเกิดไฟดับสั้นหรือนานเท่าใดก็ตาม เช่น อุตสาหกรรมการทอ ซึ่งต้องเริ่มกระบวนการผลิตใหม่ทั้งหมด

นอกเหนือจากค่าดัชนี SAIFI, SAIDI, MAIFI ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้วัดสมรรถนะของระบบไฟฟ้าโดยพิจารณาจากมุมมองของการไฟฟ้า ซึ่งจะพิจารณาจากจำนวนของผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของระบบแล้ว ยังมีค่าดัชนีอื่นๆอีก ที่บางประเทศนำมาใช้วัดสมรรถนะความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า โดยพิจารณาจากมุมมองของผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะพิจารณาจากจำนวนของผู้ใช้ไฟฟ้าที่ถูกกระทบเนื่องจากไฟดับ เพื่อบ่งบอกถึงสมรรถนะของระบบไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าจะได้รับจากไฟฟ้ามาใช้บริการ การให้บริการกับผู้ใช้ไฟฟ้าอีกด้วย คือ

CAIFI (Customer Average Interruption Frequency Index) มีหน่วยเป็น ครั้ง/ราย (ที่ถูกกระทบ)/ปี

CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) มีหน่วยเป็น นาที/ครั้ง

จะเห็นแล้วว่า SAIFI, SAIDI เป็นดัชนีที่บอกถึงคุณภาพของการจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า กล่าวคือถ้าไฟดับบ่อย ค่า SAIFI จะมีค่าสูง แต่ถ้าไฟดับยืนนานค่า SAIDI ก็จะมีค่าสูงเช่นกัน ทั้งนี้หากต้องการปรับปรุงให้ค่าดัชนี SAIFI, SAIDI ลดลง จะต้องใช้เงินลงทุนส่วนเพิ่มเพื่อใช้ในการปรับปรุงระบบไฟฟ้าจำนวนมาก และเงินที่ต้อง

นำมาลงทุนส่วนเพิ่มดังกล่าว ก็จะถูกนำไปสะท้อนถึงค่าไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องเป็นผู้รับภาระต่อไป ดังนั้นรัฐจึงได้พยายามที่จะกำหนดและควบคุมค่า SAIFI, SAIDI ของระบบไฟฟ้าให้มีความเหมาะสม เพื่อให้ได้คุณภาพของการจ่ายไฟที่น่าพอใจ และภาระค่าไฟฟ้าที่ต่ำสุด และหากพิจารณาว่าค่า SAIFI, SAIDI ที่เหมาะสม ควรมีค่าเท่าใดนั้น ก็คงขึ้นอยู่กับความพอใจในการจ่ายไฟฟ้ามีมากน้อยเพียงใด เช่น ผู้ใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมต้องการค่าดัชนี SAIFI, SAIDI ที่ต่ำ ในขณะที่ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยในชนบทก็อาจมีความพอใจกับค่าดัชนี SAIFI, SAIDI ที่สูงกว่า บนพื้นฐานของราคาค่าไฟฟ้าที่ย่อมเยา ดังนั้นหากผู้ใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ใดมีความไม่พอใจในการจ่ายไฟของการไฟฟ้า การไฟฟ้าก็จะพิจารณาวางแผนปรับปรุงระบบไฟฟ้าในพื้นที่นั้นๆ ให้มีค่าดัชนี SAIFI, SAIDI ลดลงตามความเหมาะสม ดังนั้นการลงทุนของการไฟฟ้าเพื่อลดค่า SAIFI, SAIDI ดังกล่าว จึงขึ้นอยู่กับแต่ละพื้นที่เป็นเกณฑ์ เช่น พื้นที่นิคมอุตสาหกรรม เขตเมือง ย่านธุรกิจเทศบาล ชนบท ก็จะมีค่าดัชนี SAIFI, SAIDI ที่แตกต่างกันไป และด้วยเหตุผลข้างต้นนี้จึงทำให้การตั้งค่า SAIFI, SAIDI จึงแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

ดังจะเห็นแล้วว่าระบบไฟฟ้าในประเทศไทยก็ได้มีการควบคุมและประเมินระดับความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าโดยกลไกของรัฐเช่นเดียวกับสากล โดยใช้ค่าดัชนี SAIFI, SAIDI เป็นตัวชี้วัด ซึ่งค่าดัชนีที่ใช้กันในประเทศไทยจะกล่าวถึงเฉพาะกรณีที่เกิดไฟดับตั้งแต่ 1 นาที ขึ้นไป แต่สำหรับในบางประเทศการกำหนดนิยามคำว่าไฟดับคือ ไฟดับตั้งแต่ 3 นาที ขึ้นไป หรือบางประเทศ

กำหนดตั้งแต่ 5 นาทีขึ้นไป ดังนั้นหากจะนำค่าดัชนีความเชื่อถือได้ (SAIFI, SAIDI) ของแต่ละระบบมาเปรียบเทียบกันว่าระบบไหนดีกว่ากัน ผู้เปรียบเทียบจะต้องทราบคำนิยามคำว่าไฟดับอย่างชัดเจนก่อนด้วย

อย่างไรก็ดีค่าความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้านั้นก็สามารถบ่งชี้ถึงสมรรถนะของระบบไฟฟ้าได้วิธีทางหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถบ่งชี้ถึงระดับของคุณภาพไฟฟ้าทั้งหมดได้ ทั้งนี้เนื่องจากความเชื่อถือได้จะพิจารณาเฉพาะเหตุการณ์ที่ระบบไฟฟ้ามีการตัดตอน (Interruption) ทำให้ระบบไม่มีแรงดันไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าหลงเหลือปรากฏอยู่เลย ซึ่งมีผลกระทบกับผู้ใช้ไฟฟ้าบางประเภทโดยตรง และด้วยความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบัน อุปกรณ์ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูงขึ้น ขณะเดียวกันก็มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า (ปัญหาด้านคุณภาพไฟฟ้า) ที่ป้อนให้มากขึ้นด้วย ดังนั้นไม่เพียงแต่ปัญหาไฟดับ (ปัญหาด้านความเชื่อถือได้) เท่านั้นที่สร้างปัญหาให้กับภาคอุตสาหกรรม แต่ยังมีปัญหาด้านคุณภาพไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าพอหลงเหลืออยู่บ้างซึ่งเกิดขึ้นอยู่เพียงชั่วขณะ แต่ไม่เพียงพอที่จะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านั้นหลุดพ้นจากปัญหาเช่นเดียวกับไฟดับได้ เช่น ปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ (Voltage dip/sag) ซึ่งเป็นปัญหาด้านคุณภาพไฟฟ้าที่มีบทบาทต่อภาคอุตสาหกรรมอย่างมากในขณะนี้ และปัญหาดังกล่าวนี้อาจไม่สามารถแก้ไขได้สำเร็จด้วยฝ่ายหนึ่งฝ่ายเดียวโดยลำพัง ดังนั้นทุกฝ่ายจะต้องมาร่วมกันแก้ไขปัญหอย่างจริงจัง แม้ว่าการไฟฟ้าจะได้ออกแบบและดูแลระบบให้มีความเชื่อถือได้เป็นที่น่าพอใจแล้ว แต่ปัญหาไฟฟาลังคงจ

ที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ยังมีโอกาสเกิดขึ้นอยู่ในระบบอื่น ดังนั้นแม้ว่าระบบไฟฟ้าในพื้นที่อาจไม่มีปัญหาไฟดับ แต่ยังมีโอกาสได้รับปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะจากพื้นที่อื่นๆซึ่งอยู่ห่างไกลมากๆเข้ามารบกวนเกิดขึ้นได้เสมอ ดังนั้นผู้ใช้ไฟที่ต้องการ

คุณภาพไฟฟ้าที่สูงกว่าปกติ จึงจำเป็นที่จะต้องออกแบบระบบของตนเพื่อรองรับปัญหาไว้ด้วย

สำหรับในฉบับต่อไปจะได้กล่าวถึงวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ และปัญหาคุณภาพไฟฟ้าด้านอื่นๆ ต่อไป