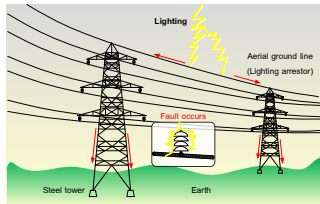


หน่วยที่ 9 สภาวะผิดปกติและคุณภาพของระบบกำลังไฟฟ้า

Unit 9 Fault and Quality of Power system

การศึกษารื่องฟอลต์หรือการลัดวงจรของสายส่งให้ประโชชน์ดังนี้

- ทำให้ทราบระดับกระแสและแรงดันขณะที่เกิดฟอลต์
- สามารถนำค่ากระแสลัดวงจรไปกำหนดขนาดของอุปกรณ์ป้องกัน และรูปแบบของการป้องกัน



1

9.1 สาเหตุของการเกิดฟอลต์

ปัจจัยของการเกิดไฟฟ้าดับได้ดังนี้

1. สภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม : อาจเกิดจากฝนตก พายุคะนอง ฟ้าผ่าลงสายส่งหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ต้นไม้สัมผัสกับสายส่งไฟฟ้า เสาไฟฟ้าล้มหรือสายไฟฟ้าขาด หรือไฟป่า เหล่านี้เป็นต้น
2. เหตุขัดข้องทางด้านเทคนิค : มีสาเหตุด้วยกันหลายอย่าง อาทิ ขัดข้องในส่วนระบบผลิตไฟฟ้า ขัดข้องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าผิดปกติในระบบส่ง การลัดวงจรของระบบส่วนไฟฟ้า เป็นต้น
3. เกิดจากสัตว์ต่างๆ : มีสัตว์อยู่หลายชนิดที่เป็นสาเหตุให้เกิดไฟฟ้าในสถานีไฟฟ้าแรงสูง นกต่างๆ ขึ้นเกาะอุปกรณ์ไฟฟ้า แมวหรือตุ๊กแกเป็นขึ้นสู่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เป็นต้น
4. ปัญหาไฟฟ้าดับที่เกิดจากการกระทำของคน : ปัญหาไฟฟ้าดับที่เกิดจากการกระทำของคนส่วนมากเกิดขึ้นเพราะความประมาท หรือความไม่รู้ ไม่เข้าใจในความสำคัญของไฟฟ้า



ตัวอย่างสาเหตุของการเกิดฟอลต์
เนื่องจากการกระทำของคน

2

9.2 การป้องกันฟอลต์

9.2.1 แนวทางการป้องกันฟอลต์ในส่วนของผู้ส่งระบบ (การไฟฟ้า)

- การนำระบบ Underground Cable มาใช้งานแทนระบบ Overhead Lines
- การนำสายหุ้มฉนวน เช่น Aerial Cable หรือ Partially Insulated Cable (PIC) มาใช้แทนแทนสายเปลือยในระบบ Overhead Lines
- การป้องกันมิให้ต้นไม้หรือสิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่อยู่ใกล้กับระบบจำหน่ายหรือสายส่ง ต้องอยู่ในระยะปลอดภัย หรือครอบงวนพื้นที่เพื่อป้องกันการเกิดฟอลต์
- การเพิ่มค่าความเข้มสนามของระบบให้สูงขึ้น
- จัดทำแผนงานการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าทั้งในส่วนของผู้ใช้และการไฟฟ้า

9.2.2 แนวทางการป้องกันฟอลต์ในส่วนของผู้ใช้ระบบ (ประชาชนทั่วไป)

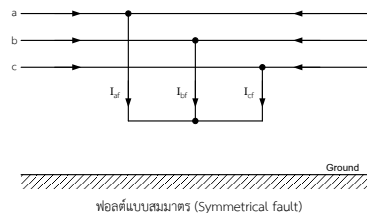
- คนขับรถยนต์ทุกประเภทต้องไม่เสกของมีคมมาในขณะขับรถ
- เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมเครื่อง ต้องระมัดระวังสายส่งไฟฟ้าแรงสูง
- พนักงานขับรถยนต์เครื่องจักรต้องเอาใจใส่เป็นพิเศษ
- ติดต้นไม้ใหญ่ใกล้สายส่งต้องระวัง
- พายุความเฝ้าไว้หรือออกให้ได้แนวสายส่ง
- งัดการวางปาวัดุดต่างๆ พาดสายส่งไฟฟ้า
- อย่ายิงนกที่เกาะบนสายส่งไฟฟ้า
- ไม่ควรลูก้าแนวเขตสายส่งไฟฟ้า
- ต้องระมัดระวังในการติดป้ายโฆษณาใกล้สายส่งไฟฟ้า
- ประชาชนทุกกลุ่มสามารถมีส่วนร่วมช่วยกันป้องกันไฟฟ้าดับ

3

9.3 ชนิดของฟอลต์

9.3.1 ฟอลต์แบบสมมาตร (Symmetrical fault)

ได้แก่ฟอลต์แบบ 3 เฟส หมายถึง ฟอลต์ที่เกิดขึ้นพร้อมกันทั้ง 3 เฟส ดังนั้นจึงเรียกว่า Three phase fault ซึ่งมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยที่สุด แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะเป็นฟอลต์ที่มีความรุนแรงมากที่สุด

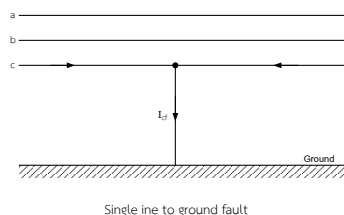


4

9.3.2 ฟอลต์แบบไม่สมมาตร (Unsymmetrical fault)

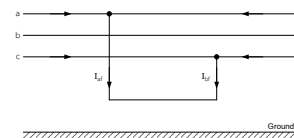
หมายถึง ฟอลต์ที่เกิดขึ้นกับเฟสใด ๆ นอกเหนือจากฟอลต์แบบสมมาตรจะทำให้เกิดกระแสไหลในระบบไม่สมดุลกัน (Unbalance) ซึ่งประกอบด้วย

- 1) Single line to ground fault หมายถึง ฟอลต์ระหว่างสายไลน์กับดิน

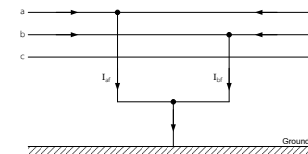


5

- 2) Line to line fault หมายถึง ฟอลต์ระหว่างสายไลน์



- 3) Double line to ground fault หมายถึง ฟอลต์ระหว่างสายไลน์สองเส้นกับดิน



6

9.4 คุณภาพของระบบกำลังไฟฟ้า

9.4.1 การชั่วครู่ (Transient)

การชั่วครู่ (Transient) คือ ปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพไฟฟ้า (แรงดันและกระแส) ในเวลาทันทีที่เกิดจากสภาพผิดปกติแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) อิมพัลส์ชั่วครู่ (Impulsive transients) คือ ขบวนการและแรงดันที่มีค่าความถี่สูงมากเกิดขึ้นในทันทีโดยไม่มีความถี่เปลี่ยนแปลง กำหนดให้มีชีวิตทางเดียวหรือเรียกว่าสักร (Surge)

ตารางที่ 9.1 แสดงระยะเวลาที่แรงดันเริ่มสูงขึ้นกับช่วงระยะเวลาการเกิดของอิมพัลส์

อิมพัลส์การชั่วครู่	ระยะเวลาที่แรงดันเริ่มสูงขึ้น (rise time)	ช่วงระยะเวลาการเกิด (Duration)
Nanosecond	5 ns	< 50 ns
Microsecond	1 μ s	50 ns - 1 ms
Millisecond	0.1 ms	> 1 ms

- 2) ออสซิลเลชันชั่วครู่ (Oscillatory transient) คือ ลักษณะของแรงดันหรือกระแสที่มีค่าสูง เกิดขึ้นในทันทีทันใด ไม่มีความถี่เปลี่ยนแปลง มีการเปลี่ยนแปลงเร็ว (var sp) ของรูปคลื่นอย่างรวดเร็ว มีสาเหตุเกิดจากการสวิตช์ของอุปกรณ์ในระบบ

ตารางที่ 9.2 แสดงขนาดแรงดันและช่วงขนาดความถี่ของออสซิลเลชันชั่วครู่

ออสซิลเลชันการชั่วครู่	ความถี่	ช่วงระยะเวลาการเกิด	ขนาดแรงดัน
Lower Frequency	< 5 kHz	0.3-50 ms	0.4 pu
Medium Frequency	5-500 kHz	5-20 ms	0.8 pu
High Frequency	0.5-5 MHz	0-5 ms	0.4 pu

7

9.4.2 การเปลี่ยนแปลงแรงดันช่วงระยะสั้น (Short duration voltage variation)

การเปลี่ยนแปลงแรงดันช่วงระยะสั้น (Short duration voltage variation) คือ การเปลี่ยนแปลง

ค่าแรงดันใช้งาน (V_{mg}) ที่มีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงค่าไม่เกิน 1 นาที มีสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากภาวะความผิดปกติ (fault) ทางไฟฟ้า ทำให้เกิดเหตุการณ์แรงดันตก (Voltage sag หรือ Voltage dip) แรงดันเกิน (Voltage swell) และไฟดับ (Interruptions) มาตรฐาน IEEE Std 1159-1995 มีการเรียกชื่อแรงดันดังกล่าวตามระยะเวลาที่เกิดขึ้นคือเวลาทันทีทันใด (Instantaneous) ชั่วขณะ (Momentary) และชั่วครู่ (Temporary) ดังตารางที่ 9.3

ตารางที่ 9.3 แสดงระยะเวลาการเกิดแรงดันตก แรงดันเกิน และไฟดับของการเปลี่ยนแปลงแรงดันช่วงระยะสั้น

Voltage Sag & swell		
Instantaneous	Instantaneous	Instantaneous
10 ms - 1 sec	10 ms - 1 sec	10 ms - 1 sec
Interruption		
Momentary	Momentary	
10 ms - 3 sec	10 ms - 3 sec	

8

- 1) แรงดันตกช่วงสั้น (Voltage sag) คือ ค่าแรงดันใช้งาน (V_{mg}) มีขนาดลดลงระหว่าง 0.1-0.9 pu ในช่วงเวลาระหว่าง 10 ms - 1 min มีสาเหตุส่วนใหญ่เกิดขึ้นกับพื้นที่เกิดความผิดปกติทางไฟฟ้า ทำให้แรงดันมีค่าลดลงเหลือ 0.2 pu ของแรงดันปกติ (80% sag) ซึ่งจะเกิดกับโหลดประเภทมอเตอร์อินดักชัน ขณะสตาร์ทจะมีกระแสสูงถึง 6-10 เท่าของกระแสโหลดปกติ ผลทำให้อุปกรณ์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของแหล่งจ่ายไฟ มีการทำงานผิดพลาดหรือหยุดการทำงาน

- 2) แรงดันเกินช่วงสั้น (Voltage swell) คือ ค่าแรงดันใช้งาน (V_{mg}) มีขนาดเพิ่มขึ้นระหว่าง 1.1-1.8 pu ในช่วงเวลาระหว่าง 10 ms - 1 min มีสาเหตุส่วนใหญ่เกิดขึ้นกับพื้นที่ไม่ได้เกิดความผิดปกติทางไฟฟ้าโดยตรง หรืออาจเกิดจากการปลดโหลดขนาดใหญ่จากจากระบบ หรือมีการตัดคาปาซิเตอร์ขนาดใหญ่เข้าระบบ ผลทำให้อุปกรณ์ได้รับความเสียหาย หรือทำให้อุปกรณ์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของแหล่งจ่ายไฟมีการทำงานผิดพลาดหรือหยุดการทำงาน

- 3) ไฟดับช่วงสั้น (Voltage Interruption) คือ ค่าแรงดันใช้งาน (V_{mg}) มีค่าลดลงต่ำกว่า 0.1 pu ในช่วงระหว่าง 10 ms - 1 min มีสาเหตุเกิดจากสาเหตุความผิดปกติของทางไฟฟ้าในระบบ ทำให้อุปกรณ์ป้องกันมีการตัดวงจรแหล่งจ่ายไฟออก

9

9.4.3 การเปลี่ยนแปลงแรงดันช่วงระยะยาว (Long duration voltage variation)

การเปลี่ยนแปลงแรงดันช่วงระยะยาว (Long duration voltage variation) คือ การเปลี่ยนแปลง

ค่าแรงดันใช้งาน (V_{mg}) ที่มีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงค่าเกิน 1 นาที มีสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการทำงานโหลดขนาดใหญ่ ทำให้เกิดเหตุการณ์แรงดันตก (Under voltage) แรงดันเกิน (Over voltage) และไฟดับ (Sustained interruptions)

- 1) แรงดันตก (Under voltage) คือ ค่าแรงดันใช้งาน (V_{mg}) มีขนาดลดลงระหว่าง 0.8-0.9 pu ในช่วงเวลานานกว่า 1 min มีสาเหตุเกิดขึ้นจากผลของการสวิตช์โหลดขนาดใหญ่เข้าระบบ หรือมีการปลดคาปาซิเตอร์ออกจากระบบ ผลทำให้อุปกรณ์ได้รับความเสียหาย เนื่องจากเกิดการรับภาระเกิน (Overload)

- 2) แรงดันเกิน (Over voltage) คือ ค่าแรงดันใช้งาน (V_{mg}) มีขนาดเพิ่มขึ้นระหว่าง 1.1-1.2 pu ในช่วงเวลานานกว่า 1 min มีสาเหตุเกิดขึ้นจากผลของการปลดโหลดขนาดใหญ่ออกจากระบบ หรือมีการสวิตช์คาปาซิเตอร์เข้าระบบ หรือการปรับเพิ่มหม้อแปลงไม่เหมาะสมกับระบบ ผลทำให้อุปกรณ์ได้รับความเสียหายเนื่องจากแรงดันเกิน

- 3) ไฟดับ (Voltage interruption) คือ ค่าแรงดันใช้งาน (V_{mg}) มีค่าลดลง 0.0 pu ในช่วงเวลานานกว่า 1 min มีสาเหตุเกิดจากสาเหตุความผิดปกติของทางไฟฟ้าในระบบทำให้อุปกรณ์ป้องกันมีการตัดวงจรแหล่งจ่ายไฟออกถาวร

10

9.4.4 แรงดันไม่สมดุล (Voltage unbalance)

แรงดันไม่สมดุล (Voltage unbalance) คือ แรงดันของระบบ 3 เฟสมีขนาดแตกต่างกัน (0.5-2%) หรือมีผลเปลี่ยนแปลง 120 องศา เกิดจากความไม่สมดุลขนาดของโหลดแต่ละเฟส ผลทำให้อุปกรณ์ เช่น มอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า มีอายุการใช้งานน้อยลงเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้น

9.4.5 ความผิดเพี้ยนรูปคลื่น (Waveform distortion)

ความผิดเพี้ยนรูปคลื่น (Waveform distortion) การผิดเพี้ยนของรูปคลื่น คือ การเบี่ยงเบนในลักษณะของรูปคลื่นใดที่มีความถี่กำลังไฟฟ้า และสามารถอธิบายคุณลักษณะได้โดยองค์ประกอบทางความถี่ออกมา การผิดเพี้ยนของรูปคลื่นแบ่งออกได้ 5 ชนิด ดังนี้

- 1) องค์ประกอบออฟเฟส (DC offset) คือ การที่มีกระแสหรือแรงดันโพสลบปะปนอยู่ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับเป็นผลมาจากการใช้อุปกรณ์เรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half-wave Rectifier)
- 2) ฮาร์โมนิก (Harmonic) คือ ส่วนประกอบในรูปสัญญาณคลื่นไซน์ (Sine wave) ของสัญญาณหรือปริมาณเป็นคาบใดๆ ซึ่งมีค่าความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่มูลฐาน (Fundamental Frequency) ซึ่งในระบบไฟฟ้าในประเทศไทยมีค่า 50 Hz
- 3) อินเตอร์ฮาร์โมนิก (Interharmonic) คือ ส่วนประกอบในรูปสัญญาณคลื่นไซน์ (Sine wave) ของสัญญาณหรือปริมาณเป็นคาบใดๆ ซึ่งมีค่าความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่มูลฐาน (Fundamental Frequency)
- 4) คลื่นรอยบาก (Notching) คือ สิ่งรบกวนทางแรงดันไฟฟ้าลักษณะคล้ายกับฮาร์โมนิกและทราบเงื่อนไขที่มีลักษณะต่อเนื่อง
- 5) สัญญาณรบกวน (Noise) คือ สัญญาณทางไฟฟ้าที่ไม่ต้องการ จะมีค่าความถี่ต่ำกว่า 200 kHz ปะปนกับสัญญาณแรงดัน หรือกระแสในสายไฟ เป็นผลเกิดจากการต่อวงจรของระบบไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้อง

11

9.4.6 แรงดันกระเพื่อม (Voltage fluctuation)

แรงดันกระเพื่อม (Voltage fluctuation) คือ การเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องของค่าแรงดันใช้งาน (V_{mg}) มีขนาดไม่เกินช่วงแรงดัน 0.95-1.05 pu เป็นผลเกิดจากการใช้อุปกรณ์ประเภทเตาหลอมแบบอาร์ค ทำให้เกิดไฟกระพริบ (Flicker) ที่หลอดไฟ และอาจส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ในระบบถ้ามีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันมาก

9.4.7 การแปรปรวนความถี่กำลังไฟฟ้า (Power frequency variation)

การแปรปรวนความถี่กำลังไฟฟ้า (Power frequency variation) คือ ปรากฏการณ์ที่ความถี่ของระบบไฟฟ้า มีค่าเปลี่ยนแปลงจากความถี่ปกติ 50 Hz เป็นผลเกิดจากการทำงานผิดพลาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่หรือมีการหลุดออกจากระบบ ทำให้มีภาระเพิ่มต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการทำงานสัมพันธ์ กับความถี่ระบบไฟฟ้า เช่น โหลดประเภทมอเตอร์

12