

บทที่ 1 substation

1 บทนำ

ระบบไฟฟ้าแบ่งเป็น ระบบผลิต (generating system) ระบบส่ง (transmission system) และ ระบบจำหน่าย (distribution system) สถานที่ที่ใช้เชื่อมระบบเข้าด้วยกันเรียกว่า สถานีไฟฟ้า (substation)

1.1 สถานีไฟฟ้า (substation)

สถานีไฟฟ้า เป็นสถานที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการไหลของพลังงานไฟฟ้าในระบบและอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนแรงดันให้สูงขึ้นหรือต่ำลง มีสายส่งหรือโรงไฟฟ้าต่อเชื่อมเข้าและมีอุปกรณ์ระบบควบคุมและป้องกันติดตั้งเพื่อตัดอุปกรณ์หลักออกขณะเกิดลัดวงจรในสายส่ง หรือในสายจำหน่าย หรืออุปกรณ์ในสถานีเกิดความเสียหาย

1.2 การเลือกสถานที่ตั้ง

หลังจากวางแผนก่อสร้างสถานี จะทราบอุปกรณ์ที่จำเป็นในสถานี สิ่งต่อไปคือเลือกสถานที่ซึ่งต้องคำนึงถึงด้านต่างๆ ดังนี้

- ความสวยงามและทัศนียภาพ ต้องไม่ขัดกับสิ่งแวดล้อม กลมกลืนกับสถานที่ใกล้เคียง เช่น ใกล้ชุมชน ใกล้สถานที่ใช้เพาะปลูก ในสถานีจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีลักษณะมีความสูง ประกอบด้วย โลหะ และ porcelain ซึ่งถ้าเสียหายอาจเกิดอันตรายในบริเวณกว้าง ทำให้ต้องออกแบบให้มีระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ที่เพียงพอ แต่ผู้อาศัยใกล้เคียงอาจเรียกร้องให้ลด ความสูงของอุปกรณ์ภายในสถานี หรือ เสียงที่เกิดจากการทำงานของอุปกรณ์ รวมถึงอาจเรียกร้องให้เปลี่ยนหรือย้ายสถานที่ก่อสร้าง ทำให้จำเป็นต้องออกแบบให้อุปกรณ์ติดตั้งอยู่ภายในอาคาร (indoor substation) ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงสภาพทั้งในปัจจุบันและผลกระทบที่อาจเกิดในอนาคต
- การทำงานของผู้ควบคุม หรือ ผู้บำรุงรักษา สถานีไฟฟ้าไม่เหมือนกับโรงงานที่มีผู้ปฏิบัติงานเป็นจำนวนมากและทำงานทุกวัน ถ้าสถานีใช้ระบบควบคุมจากทางไกล (remote control) หรือไม่มีผู้ควบคุมอยู่ประจำ (unmanned substation) จะมีผู้ปฏิบัติงานมาที่สถานีเป็นครั้งคราวจึงต้องพิจารณาเรื่องความปลอดภัย-อุปกรณ์เตือนภัยและต้องคำนึงถึงเรื่องการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์เข้า-ออก และเครื่องมือที่ใช้ติดตั้งเข้ามาที่สถานี
- เสียง เสียงที่เกิดส่วนใหญ่มาจากการสั่นของแกนเหล็กของหม้อแปลง อาจก่อให้เกิดความรำคาญต่อผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง จึงจำเป็นต้องพิจารณาข้อกำหนดของหม้อแปลง (transformer specification) ให้มีการออกแบบความดังระดับของเสียงให้ต่ำไม่รบกวน หรือต้องออกแบบให้มีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ช่วยลดเสียงรอบหม้อแปลง (low

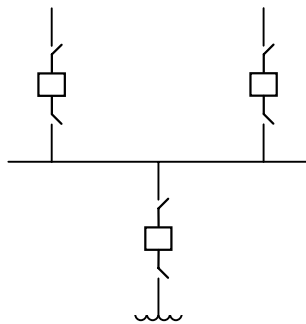
noise transformer) รวมถึงเสียงที่เกิดจากการทำงานของ breaker เช่น air blast circuit breaker และการทำงานของ breaker mechanism ที่ใช้ความดันลมสูง (pneumatic type mechanism)

- มลพิษ ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อมลพิษในอากาศที่มีต่ออุปกรณ์ และ มลพิษที่เกิดจากอุปกรณ์มีต่อสิ่งแวดล้อม อาจจำเป็นต้องออกแบบเป็น GIS และ เรื่องการระบายความร้อนออกจากหม้อแปลงอาจทำให้อากาศบริเวณใกล้เคียงสูงขึ้น
- ควรเลือกสถานที่ตั้งให้อยู่ใกล้กับ load center โดยเฉพาะในบริเวณที่มี load หนาแน่น เพื่อลดความสูญเสีย (loss) ในสายจำหน่าย

1.3 การออกแบบ layout ของอุปกรณ์ในสถานี

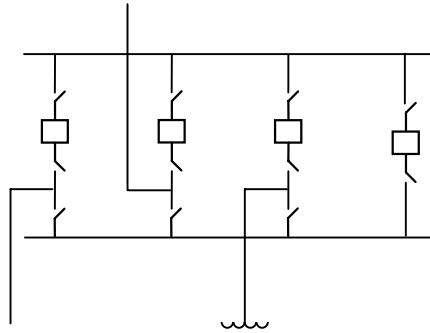
การออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดคุณภาพและสะดวกในการรับและส่งพลังงานไฟฟ้าโดยคำนึงถึง เงินลงทุน ความน่าเชื่อถือ (reliability) ความมั่นคงของการจ่ายไฟฟ้า (security) ความคล่องตัวและยืดหยุ่น (flexibility) และ ความสะดวกในการบำรุงรักษา สามารถออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ได้หลายแบบ แต่จะกล่าวถึงเฉพาะที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่

1.3.1 single bus arrangement



การจัดแบบนี้เป็นการจัดวาง busbar และอุปกรณ์ตัดตอนแบบพื้นฐานที่มีวัตถุประสงค์ในการจ่ายไฟในช่วงเริ่มต้นเหมาะสำหรับกรณีที่ยังมี load น้อย และมีเพียง 2-3 circuit ต่อเข้าที่สถานี และ ออกแบบให้สามารถปรับปรุงเป็นลักษณะอื่นที่มีความเหมาะสมได้ง่ายขึ้นในอนาคต เป็นแบบที่ไม่ซับซ้อน ลงทุนน้อย ประหยัด แต่มีข้อเสียคือ ถ้าอุปกรณ์ที่ใช้กับแต่ละวงจรสายป้อนเสียหรือต้องปลดออกเพื่อการบำรุงรักษาก็จะทำให้วงจรมันจ่ายไฟไม่ได้ และ ถ้าเกิดปัญหาขณะจ่ายไฟที่ทำให้ busbar หลุดจากการระบบ การจ่ายไฟก็จะหยุดชะงัก มีผลทำให้เกิดไฟดับทั้งสถานี กรณีที่มีหลาย circuit ต่อเข้า อาจใช้ breaker เพื่อแบ่ง busbar ออกเป็นสองส่วน ทำให้การจ่ายไฟในขณะเกิด bus ใด bus หนึ่ง fault ส่วนที่เหลือก็ยังคงมีความมั่นคง

1.3.2 main and transfer bus (single bus with transfer bus)

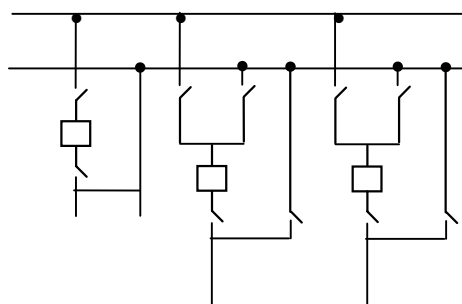


การจัดวางอุปกรณ์ให้มี bus สองชุด ชุดที่ใช้งานเป็นหลักเรียกว่า main bus ชุดที่สองเรียกว่า transfer bus และจัดให้มี breaker หนึ่งชุดเรียกว่า tie breaker เตรียมไว้ใช้แทนในขณะที่ยังบำรุงรักษา line breaker หรือ transformer breaker การจัดแบบนี้มีความยืดหยุ่นในการทำงานบำรุงรักษา breaker มากขึ้น แต่ยังคงมีปัญหาการจ่ายไฟขณะเกิด bus fault จึงเหมาะกับสถานีที่มีวงจรต่อเข้าไม่เกิน 6-7 วงจร

1.3.3 double bus arrangement/ duplicated bus

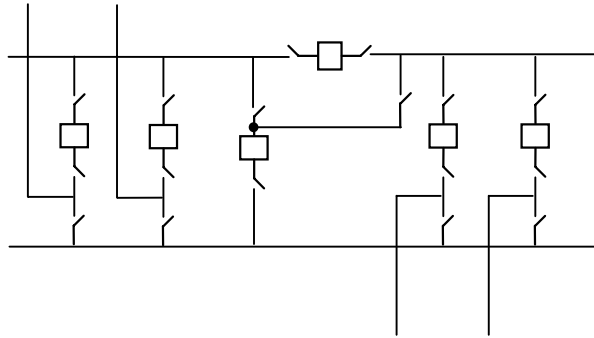
จัดให้มี main busbar สองชุด สามารถออกแบบการต่อ วงจร เข้าได้สองแบบ

1.3.3.1 double bus-single breaker



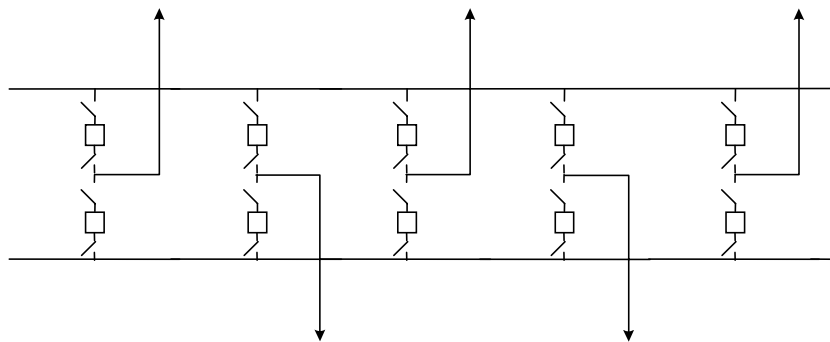
จัดให้มี main bus สองชุด breaker ต่อ series กับ line และมีไบมีดสองชุดเพื่อใช้เลือกว่าจะให้ line ต่อเข้ากับ bus ที่ 1 หรือ 2 มี breaker หนึ่งตัวทำหน้าที่ต่อเชื่อม bus ทั้งสองเข้าด้วยกัน (bus coupler breaker) การจัดมีความมั่นคงเพราะสามารถเลือกรับหรือจ่ายไฟได้จาก bus ใดก็ได้ ใช้ breaker เพียงหนึ่งชุดต่อหนึ่งวงจร ขณะบำรุงรักษา line breaker จะต้องปลด line นั้นออก เว้นแต่จะจัดให้มีไบมีด (disconnecting switch) เพื่อใช้ ต่อ line เข้ากับ bus ใด bus หนึ่งโดยตรง (bypass) แต่ต้องอาศัยระบบป้องกันอื่นทำหน้าที่ป้องกัน line นั้นแทน

1.3.3.2 double bus with transfer bus



การจัดวาง busbar และอุปกรณ์ตัดตอนแบบนี้เหมือนกับมี main and transfer bus สองชุด แต่มีการเพิ่ม bus coupling breaker พร้อม tie breaker ให้หนึ่งชุด โดยที่ สามารถใช้ tie breaker แทน breaker ใดก็ได้ เป็นการจัดวางอุปกรณ์ที่แก้ไขจุดอ่อนกรณีเกิด bus fault ได้ระดับหนึ่ง ทั้งปริมาณกระแสลัดวงจร และ จำนวนวงจรที่จะหลุดออกจาก bus และสามารถบำรุงรักษาโดยไม่ต้องดับไฟ

1.3.3.3 double bus-double breaker

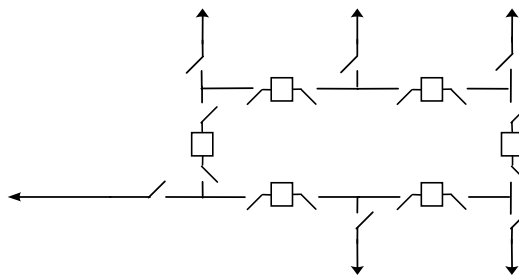


จัดให้มี bus สองชุด สามารถต่อ line เข้าที่ bus ทั้งสองได้โดยใช้ breaker 2 ตัวต่อเข้าที่แต่ละ bus การจัดมีความมั่นคงเพราะสามารถเลือกรับหรือจ่ายไฟได้จาก bus ใดก็ได้เช่นกันด้วย breaker หนึ่งชุดต่อหนึ่ง bus มีความคล่องตัว จะไม่มีปัญหาในการบำรุงรักษา breaker แต่ละตัว เพราะยังมี breaker อีกตัวพร้อมระบบป้องกันในขณะที่ line ยังคงใช้งานอยู่ เมื่อ bus ใดเกิด fault ก็ยังคงจ่ายไฟได้จาก bus ที่เหลือโดยมีระบบป้องกันของ bus และ line ที่ยังต่ออยู่ การออกแบบชนิดนี้จะมีค่าลงทุนสูง แต่มีความมั่นคงในการจ่าย load และมีความสะดวกในการบำรุงรักษาอุปกรณ์มากที่สุด ไม่ต้องคำนึงถึงตำแหน่งวงจรที่เป็นของ source หรือ load ที่ต่อเข้า ค่า breaker current rating มีค่าเท่ากับ load ของ line ที่ต่อเข้านั้น

1.3.4 ring bus

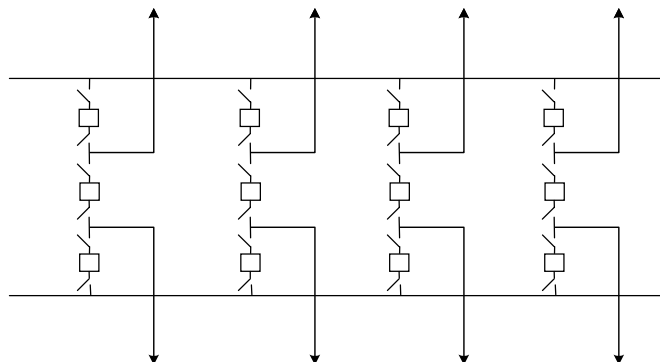
ออกแบบให้ bus ต่อกันเป็นวง (ring) ด้วย breaker จะต่อ line เข้าที่จุดต่างๆ ของวง สามารถออกแบบ ring bus ได้ สองแบบคือ

- ใช้ไวมิต (disconnecting switch) เพื่อตัดต่อ bus ตรงตำแหน่งที่ต่อ line เข้า จะมีไวมิตต่อ series กันในวง ใช้ breaker เพื่อตัดต่อ line ก่อนต่อเข้าตรงจุดระหว่างไวมิต จะทำให้สามารถเพิ่มความมั่นคงของสถานีได้ ในกรณีเกิด bus fault สามารถแยกส่วนที่เกิด bus fault ออกด้วยไวมิต ส่วนที่เหลือยังคงใช้งานต่อไปได้ แต่ถ้าไวมิตเกิดเสียหายจะทำให้ต้องปลด line ที่อยู่ใกล้ไวมิตทั้งสองออก เว้นแต่จะมีไวมิตสองตัวต่อ series กัน การต่อแบบนี้ไม่เป็นที่นิยม



- ใช้ breaker เพื่อตัดต่อ bus ตรงตำแหน่งที่ต่อ line เข้า จะมี breaker ต่อ series กัน ในวง ที่ปลายทั้งสองของ breaker ก่อนต่อเข้า bus จะมีไวมิตติดตั้งเพื่อสามารถแยก breaker ออกในเวลาบำรุงรักษา มีไวมิตเพื่อใช้ตัดต่อ line ก่อนต่อเข้าตรงจุดระหว่างไวมิต จะทำให้สามารถเพิ่มความมั่นคงของสถานีได้สูงขึ้น ในกรณีเกิด bus fault สามารถแยกส่วนที่เกิด bus fault ออกด้วย breaker ส่วนที่เหลือยังคงใช้งานต่อไปได้ ควรสลับตำแหน่งต่อ source หรือ input line และ load หรือ output line กันรอบ ring bus จึงเป็นข้อจำกัด การออกแบบนี้ควรมีวงจรต่อเข้า bus ไม่เกิน 6 วงจร ขณะทำการบำรุงรักษา breaker จะสูญเสียความมั่นคงในการจ่ายไฟเนื่องจากอุปกรณ์หรือ line ที่เหลือจะมีลักษณะการต่อเป็น single bus bar สามารถปรับปรุงเป็น one and a half ได้ในอนาคต

1.3.4 one and a half breaker



จัดให้มี bus bar สองชุด มี breaker สามตัวต่อ series กัน ปลายแต่ละด้านแยกต่อเข้ากับ bus ที่อยู่ใกล้ และนำ line ต่อเข้าที่ตำแหน่งระหว่าง breaker ทำให้สามารถใช้ breaker สามตัวต่อสองวงจรโดยที่ line ทั้งสองใช้ breaker ตัวกลางร่วมกัน มีความมั่นคงในการจ่ายไฟและสะดวกในการบำรุงรักษา ในขณะที่ซ่อมหรือบำรุงรักษา breaker ที่ติดกับ bus จะทำให้ line ที่เกี่ยวข้อง และ line ที่ต่ออยู่ในกลุ่มเดียวกันมีลักษณะต่อ series กัน ทำให้ทั้งสอง line ไม่มั่นคง

การจัดวางอุปกรณ์แบบนี้เป็นที่นิยม เพราะสามารถแก้ไขข้อเสียต่างๆที่มีในวิธีจัดวางอุปกรณ์แบบอื่นๆ ช่วยให้การจ่ายไฟต่อเนื่องและมีคุณภาพ แต่ก็มีข้อเสียคือใช้เงินลงทุนสูง และ breaker จะต้องมีความ rating ไม่น้อยกว่าสองวงจรรวมกัน

การออกแบบ จะเลือกการจัด bus ให้เป็นชนิดใดต้องคำนึงถึง เงินลงทุน ความน่าเชื่อถือ (reliability) ความมั่นคงในการจ่ายไฟ (security) ความยืดหยุ่น (flexibility) ความคล่องตัว และความสะดวกในการบำรุงรักษา อย่างไรก็ตามหากเลือกแบบที่ดีที่สุดเพื่อให้ผู้ออกแบบและผู้ใช้งานสบายใจแต่อาจไม่ประหยัด การจัดวางอุปกรณ์จึงควรตั้งอยู่บนพื้นฐานว่า อุปกรณ์ที่ใช้มีโอกาสชำรุดขณะใช้งาน มีคุณภาพไม่ดีหรือมีปัญหา และรวมถึงระดับความสำคัญของอุปกรณ์ในสถานี คือ สายส่งและหม้อแปลงว่ามีจำเป็นมากน้อยอย่างไร การพิจารณาจัดวางอุปกรณ์ตัดตอนจึงต้องคำนึงถึง failure probability ซึ่งจะช่วยให้สามารถเลือกแบบที่เหมาะสม-ประหยัดแต่ได้ผล

การออกแบบต้องคำนึงถึงความต้องการในระยะแรก และการขยายในอนาคต ซึ่งหมายถึงจะมีจำนวน line หรือ จำนวนหม้อแปลงเพิ่มขึ้นอีกเท่าไร จำเป็นต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงลักษณะการจัด bus เป็นแบบอื่นหรือไม่ จึงต้องจัดเตรียมสถานที่เพื่อวางอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้น และการปรับปรุง bus

1.4 การออกแบบ insulation ในแง่ coordination และ pollution

อุปกรณ์ในสถานีต้องทนแรงดันใช้งานปกติ (nominal system voltage) และแรงดันที่สูงกว่าปกติที่ขึ้น ลักษณะของแรงดันเกินชั่วขณะ (transient over voltage) ที่เกิดขึ้นได้แก่ circuit breaker interruption, เกิดจากฟ้าผ่า (impulse over voltage) และ แรงดันที่เกิดจากการนำอุปกรณ์เข้า-ออก เช่น capacitor bank หรือ line ยาวๆ (switching surge over voltage) รวมถึงแรงดันที่เกิดจากการสะท้อนกลับ (reflected voltage) ที่อาจเกิดขึ้นในสถานี การ energize หรือ de-energize bus ใน GIS อุปกรณ์ที่ซื้อจะต้องกำหนดค่าแรงดันสูงเกินที่ต้องการทั้งหมด ซึ่งควรเลือกอุปกรณ์ให้มีความสามารถทนแรงดันที่สอดคล้องกับมาตรฐานสากล คือ ความสามารถทนแรงดันได้ของอุปกรณ์จะต้องมีค่าสูงกว่าแรงดันที่เกิดขึ้น โดยเปรียบเทียบค่าแรงดันสูงเกินที่เกิดขึ้น กับ แรงดันระดับทนได้ของอุปกรณ์ในมาตรฐานสากล และ เลือกกระดับที่สูงกว่า

ระยะห่างของอุปกรณ์ต้องเหมาะสม ทั้งระหว่าง อุปกรณ์กับอุปกรณ์ และ อุปกรณ์กับผู้ปฏิบัติงาน รวมถึง พาหนะและเครื่องจักร ที่จะนำเข้าไปใช้ในสถานีเพื่อการติดตั้ง หรืองานซ่อมบำรุง บางสถานที่อยู่ใกล้ที่มีสัตว์จำพวก แมลง นก หนู และ งู อาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก จะทำให้มีโอกาส

เกิด flashover ได้ การป้องกันความเสียหายที่เกิดจากสัตว์ต้องอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมามีด้วย

1.4.1 การป้องกันอุปกรณ์จากแรงดันที่สูงเกิน

ในสถานีจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ป้องกันแรงดันสูงเกิน (over voltage) กล่าวโดยทั่วไปแล้วฟ้าผ่า เป็นเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดแรงดันสูงผิดปกติและเป็นอันตรายต่ออุปกรณ์อันดับแรก มีบางแห่งอาจเกิดจากการปลด-สับอุปกรณ์ (switching over voltage) การป้องกันจะใช้ surge arrester หรือ lightning arrester รวมถึงการใช้ shielding overhead ground wire เพื่อป้องกัน หรือลดระดับความรุนแรงของแรงดันเกินให้ต่ำลง

1.4.2 การออกแบบเพื่อทนต่อ pollution

insulator ที่ติดตั้งในสถานีที่อยู่ใกล้ชายทะเลอาจเกิดการ flashover ได้ถ้ามีภาวะมลพิษจำพวกไอเกลือ หรือ สถานีที่ตั้งอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม ฝุ่นของสารเคมีหรือจากกระบวนการผลิต ที่ปลิวลอยมาเกาะที่ insulator ในสถานีอาจทำให้เกิด flashover ในขณะอากาศชื้น นอกจากนี้บางแห่งมีปัญหาจากมูลนก การป้องกัน flashover โดยการเพิ่มจำนวนลูกถ้วย หรือ เพิ่มความยาวครีป (skirt) ของลูกถ้วย และ bushing (long creepage distance insulator) เป็นวิธีหนึ่ง แต่ปัญหาเหล่านี้อาจไม่สามารถแก้ไขหรือป้องกันได้ง่ายนัก อาจจำเป็นต้องแก้ไขที่ต้นเหตุโดยตรง หรือหามาตรการป้องกันไม่ให้เกิดมลภาวะบนลูกถ้วย หรือหาทางทราบล่วงหน้าเพื่อเตรียมการ

1.5 การเลือกอุปกรณ์และโครงเหล็กให้สามารถทนแรงทางกลที่เกิดขึ้นขณะเกิดลัดวงจร

ทั่วไปการออกแบบ โครงเหล็ก busbar insulator และอุปกรณ์ในสถานีจะต้องทนแรงปะทะที่เกิดจาก ลม และ แรงดึง-แรงผลัด ที่เกิดขึ้นระหว่างอุปกรณ์กันเองหลังติดตั้ง นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงแรงที่เกิดขึ้นที่ส่วนต่างๆ ในขณะเกิดลัดวงจรด้วย กระแสลัดวงจรอาจมีปริมาณสูงกว่า load ปกติถึง 20 เท่า จะทำให้เกิดแรงขึ้นบนลวดตัวนำตรงส่วนที่มีกระแสลัดวงจรไหลผ่าน แรงที่เกิดขึ้นจะสูงที่สุดตรงจุดที่กระแสลัดวงจรมีปริมาณเท่ากับ asymmetrical peak

1.5.1 ระยะห่างที่ปลอดภัย

ต้องออกแบบให้มีระยะห่างระหว่าง อุปกรณ์กับอุปกรณ์ และ อุปกรณ์กับดิน (ground) ที่เหมาะสมเพื่อป้องกัน flashover นอกจากนี้ต้องคำนึงระยะห่างปลอดภัยในกรณีคนเข้าไปทำงานบำรุงรักษาอุปกรณ์ หน่วยงานต่างๆ อาจกำหนดระยะห่างเป็นมาตรฐานเอง หรือ จะใช้ข้อแนะนำตามมาตรฐานสากลที่กำหนด minimum clearance ในอากาศตามจุดต่างๆ อ้างอิงในการออกแบบ และ จำเป็นต้องคำนึงถึงเครื่องจักรเช่น รถ crane ที่นำเข้าไปใช้ทำงานในขณะที่อุปกรณ์ข้างเคียงยังมีไฟต่ออยู่

1.5.2 ระบบดิน (grounding system)

จุดประสงค์การออกแบบระบบ ground ในสถานีคือ ต้องการให้เกิดความปลอดภัยทั้งตัวอุปกรณ์ และคนที่เข้าไปทำงานในสถานี

ระบบ ground ในสถานี จะประกอบด้วย เส้นลวดทองแดงที่ฝังอยู่ใต้ดิน วางต่อเชื่อมกันเป็นลักษณะตาข่าย (grid) ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ในสถานี และมีการตอกแท่งโลหะเหล็กชุบทองแดงแท่งยาวลงในดิน (ground rod) และ ต่อปลายของแท่งเข้ากับลวดทองแดง หรือ grid พื้นหน้าผิวดินที่เปิดโล่งจะมีก้อนหินเล็กปิดหน้าดินไว้เพื่อรักษาความชื้นในดิน และเพิ่ม resistance ระหว่าง คนกับดิน การออกแบบ grounding system

- วัดค่า earth resistivity ที่สถานีที่ตำแหน่งความลึกต่างๆ กัน ควรวัดหลายๆ ตำแหน่ง และหลายทิศทาง
- คำนวณหาค่า ground resistance
- หาขนาดของเส้นลวดทองแดง (ground conductor)
- คำนวณ step และ touch voltage

โครงอุปกรณ์ (structure/casing/housing) ต้องต่อจุดต่อดินเข้ากับ ground grid ซึ่งรวมถึง เหล็กที่ใช้เสริมให้เกิดความแข็งแรงของอาคาร และ รั้ว

ในเวลาเกิดลัดวงจรจะมีกระแสไหลสูง ทำให้ ground grid มีแรงดันสูงขึ้นเมื่อเทียบดินที่อยู่ห่างออกไป จึงต้องระวังวงจรแรงต่ำเข้ามาที่สถานี ไม่ว่าจะวงจรนั้นจะมีการต่อดินที่สถานี หรือที่ต้นทางที่ไกลจากสถานีเช่น ระบบโทรศัพท์ อาจมีแรงดันที่ในสถานี และที่นอกสถานีต่างกันเวลานั้น หรือมีการนำระบบ power supply จากสถานีไปใช้ภายนอก จึงควรแยกด้วย isolating transformer และต้องระวังสายนำสัญญาณที่ส่งไปภายนอกสถานี เช่น trip signal cable ที่ส่งไปสถานีของลูกค้ายิ่งใหญ่ ก็อาจเกิดปัญหาเช่นเดียวกัน นอกจากนั้นระบบประปา ท่อน้ำที่ใช้ดับเพลิง ควรใช้ท่อที่ไม่เป็นโลหะ

1.6 แหล่งจ่ายไฟฟ้าในสถานี (auxiliary power for station)

อุปกรณ์ที่ติดตั้งในสถานีต้องการไฟจาก ac supply หรือ จาก dc supply หรือทั้งสองอย่าง ระบบ dc supply อุปกรณ์พวก protective relay, อุปกรณ์ระบบ communication, tripping closing circuit ของ breaker อุปกรณ์ระบบ alarm เป็นต้น ต้องการไฟจากระบบ dc supply

dc supply battery เป็นแหล่งจ่ายไฟ dc การคำนวณขนาด ampere-hour rating ของ battery ขึ้นอยู่กับ

- continuous load เช่น ไฟที่ใช้ต่อเข้าวงจรที่ทำงานตลอดเวลา
- ระยะเวลาหรือจำนวนชั่วโมง ที่ยังสามารถจ่าย dc power ได้ (discharge hour) ขณะไฟ ac power หายไป

- ระดับแรงดันต่ำสุดในเวลาที่ยาวนานที่สุด discharge hour เพื่อให้ breaker สามารถทำงานได้
- อายุการใช้งานของ battery
 - ชนิด vent type และ ชนิด sealed type ที่เรียกว่า maintenance free battery ซึ่งอายุการใช้งานจะสั้นกว่าระบบ vent type

battery bank จะประกอบด้วย หลาย cell มาต่อ series กัน เป็น battery system ซึ่งมี charger ที่จ่ายไฟ dc เพื่อ charge battery ตลอดเวลา และ จ่ายไฟให้ continuous load

การ charge อาจเกิดไอกรด และ ก๊าซไฮโดรเจน จึงต้องระบายอากาศในห้อง battery

บางสถานีต้องการไฟจาก dc supply ที่มีเสถียรภาพ จำเป็นต้องมีการจัดเตรียมไว้สองชุด (duplicated bank) และ แยก load ให้ใช้คนละระบบ

ac supply เป็นแหล่งจ่ายไฟให้ motor ของ cooling fan, tap-changer/ transformer, compressor motor spring charge motor ของ breaker , air-condition, battery charger, ไฟแสงสว่าง, ไฟปลั๊ก และ ระบบไฟที่ใช้กับเครื่องมืองานบำรุงรักษา เช่น oil purifier

ระบบไฟ ac ที่มั่นคงควรจัดเตรียมเพื่อให้จ่ายไฟได้จากสองระบบ คือ มี duplicate เลือกลงจ่ายด้วย automatic transfer switch