คุณสุวิทย์ ศรีสุข

เล่าเท่าที่รู้...

เรื่องการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า

ได้รับแรงบันดาลใจมาจากงานสัมมนา *"เจาะลึกการต่อลงดินตามมาตรฐานติดตั้งระบบไฟฟ้า วสท."* ที่บรรยายโดย ผศ.ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ อดีตอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จัดโดย K.M.L. technology co., ltd. [...kumwell...] เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2559

<metaData>
keyword: "50vac or less", grounding, grounded, conductor, "bonding jumper"
</metaData>

ประเด็นในการนำเสนอ:

status	description (อ้างอิงจากเอกสารประกอบการสัมมนา)[1]	reference
done	alternating-current systems less than 50 volts required to be grounded, NEcode 250.20(A)	หน้าที่ 39
done	การหาขนาดสายดินของระบบ (PE) ฤสายนิวทรัล (N) ในระบบจำหน่าย TN-C [อ้างอิงหัวข้อ (1)(a) T.4-1 & 12.5%]	หน้าที่ 44
done	การหาขนาดสายนิวทรัล (N) ระบบจำหน่าย TN-S [หัวข้อ (1)(b)] ตามบทที่ 3 เลือกเป็น full ฤ half neutral] ...แค่ให้ทราบว่ามีทางเลือกสองทางนี้เท่านั้น	หน้าที่ 44
done	การหาขนาดสายดินของบริภัณฑ์ (G) ในระบบจำหน่าย TN-S [หัวข้อ (1)(b) T.4-2]	หน้าที่ 44
done	สายต่อฝากหลัก [ต่อสายระหว่าง N-bar กับ G-bar อ้างอิงหัวข้อ (2) T.4-1 & 12.5%]	หน้าที่ 45
done	สายต่อหลักดิน [ต่อสายระหว่าง G-bar กับหลักดิน อ้างอิงหัวข้อ (3) T.4-1 & ขนาดสูงสุด 95 ตร.มม.]	หน้าที่ 45
done	<u>เพิ่มเติม</u> การเชื่อมต่อของระบบสายดินที่จำหน่ายไปยังอาคารต่างๆ ประกอบด้วย 2 กรณีดังนี้ กรณีที่ 1 มีการติดตั้งสายดินไปกับสายมีไฟ ทำให้<u>ไม่ต้อง</u>ต่อ G-bar กับ N-bar เข้าด้วยกัน กรณีที่ 2 <u>ไม่มี</u>การติดตั้งสายดินไปกับสายมีไฟ ทำให้<u>ต้อง</u>ต่อ G-bar กับ N-bar เข้าด้วยกัน <u>หมายเหตุ</u> ทั้งสองกรณีต้องมีการติดตั้งหลักดินแลใช้สายต่อหลักดินต่อสายเข้ากับหลักดิน	หน้าที่ 59

นอกจากเอกสารที่เป็นแรงบันดาลใจข้างต้นแล้ว ยังมีเอกสารอ้างอิงศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันความแม่นยำของงานเขียนนี้ และรูปถ่ายที่ใช้ในบทความนี้เกือบทั้งสิ้นมาจากหนังสือเล่มนี้เช่นกัน โดยหนังสืออ้างอิงเล่มดังกล่าว มีรายละเอียดดังนี้

Frederic P. Hartwell, Joseph F.McPartland and Brian J. McPartland, "National Electrical Code 2014 Handbook twenty-eighth edition base on the current 2014 National Electrical Code", McGraw-Hill Education, 2014[2]

David R. Stockin, "National Electrical Code 2014 Grounding and Earthing Handbook", McGraw-Hill Education, 2014[3]

พอจักเริ่มต้นเนื้อหาเข้าจริงรู้สึกว่าคราวนี้ดูจักเป็นทางการมากทั้งๆ ที่การวางรูปแบบมิได้เป็นไปดังเอกสารวิชาการที่เสนอในงานประชุมประจำปีของสถาบันต่างๆ ที่เค้าจัดให้มีประจำแต่ละปีที่มีการตรวจสอบรูปแบบและเนื้อหาที่เข้มงวด แต่ที่รู้สึกเช่นมีความเป็นไปได้ที่เอกสารส่วนหนึ่งอ้างอิงจากเอกสารประกอบการสัมมนาซึ่งท่านเป็นนักวิชาการที่มีชื่อเสียงที่ยืนอยู่แถวหน้าของประเทศไทย ผู้เขียนจึงปฏิเสธไม่ได้ที่จักนำมาอ้างอิงด้วยความเคารพยิ่ง อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าสำบัดสำนวนที่ใช้จักฉวัดเฉวียงไปประการใดก็มิได้แสดงความแคลนในความจริงจังของท่านแต่ประการใด แต่คงเป็นไปด้วยเหตุให้มีความผ่อนคลายในการเข้าถึงตัวข้อมูล ข่าวสาร ฤแม้นแต่องค์ความรู้ที่ได้เรียนรู้มา หวังยิ่งว่าผู้อ่านและผู้ที่เกี่ยวข้องจักเข้าใจในเจตนาของผู้เขียนนะครับ

เริ่มต้นที่มารับรู้เรื่องสายดินเล็กน้อย ๆ ที่ทีแรกที่ได้รับรู้กระตุ้นหัวใจอยากค้นหนังสือมายืนยันเสียบัดดลแต่ทำไม่ได้ ด้วยเนื้อหาที่ว่า *"ระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดแรงดันน้อยกว่า 50 โวลต์ที่ได้มาจากการลดขนาดแรงดันด้วยหม้อแปลงลดแรงดัน (ดูจากรูปประกอบในหนังสืออ้างอิงที่ 2) ก็ต้องการการต่อลงดินที่ประกอบด้วยหลักดิน และสายต่อลงดิน ตามข้อกำหนดของ NEcode 250.20(a)"* ได้ยินอย่างนี้แล้วทำให้คิดทันทีว่า แล้วระบบไฟฟ้าขนาดแรงดัน 24 โวลต์ที่ผ่านวงจรชนิด switching power supply ต้องทำด้วยวิธีเดียวกันด้วยฤไม่ แต่เมื่อพิจารณาตามขนาดแรงดันที่ไม่เกิน 50 โวลต์แต่เป็นชนิดไฟฟ้ากระแสตรงที่ไม่ได้เป็นไปตามข้อกำหนดที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ดังนั้นเมื่อไม่เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างครบถ้วนตามมาตรฐานจึงไม่ต้องทำสายดินเพิ่มเติม (ในมาตรฐานเรียกการทำเช่นนี้สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับกำหนดไว้ว่า *"then secondary must be operated grounded"*) แต่หากเมื่อใดมีองค์ประกอบครบ แรงดันไม่เกิน 50 โวลต์และเป็นไฟฟ้ากระแสสลับให้ติดตั้งสายดินที่ด้านหนึ่งของระบบจำหน่าย

ต่อไปเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับการต่อลงดินโดยเน้นที่แผงเมนไฟฟ้าของแต่ละพื้นที่ ในประเด็นที่จักเน้นเพื่อการหาขนาดของสายดินแบบต่างๆ ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดของมาตรฐานอย่างเป็นลำดับขั้น เริ่มที่การตีความตามหัวข้อ (1)(a) ของเอกสารประกอบงานสัมมนา (หน้า 44) ให้หมายถึงการกำหนดขนาดสายนิวทรัล ฤหากเทียบชื่อจากระบบจำหน่ายที่ชื่อว่า TN-C ว่าสายนิวทรัลที่เราเรียกนั้นว่า เป็นสาย PE ซึ่งต้องทำหน้าที่นำกระแสลัดวงจรกลับมายังจุดร่วมของทั้งสามเฟส ในที่นี้จักคำนวณขนาดได้เท่ากับที่แสดงไว้ในตารางที่ 4-1 ของ วสท. แต่หากกรณีที่สายที่มีไฟ (สายเฟส) มีขนาดรวมกันมากกว่า 500 ตร.มม. ให้ใช้วิธีคำนวณขนาดสายดินจากขนาดสายที่มีไฟ โดยคิดไม่น้อยกว่า 12.5% แต่จากประสบการณ์ยังไม่เคยใช้ขนาดเท่านี้มาก่อนเลย (สักครั้งเดียว) ขนาดที่เลือกสำหรับสายนิวทรัลนี้ ที่ติดตั้งจากหม้อแปลงมายังตู้เมนไฟฟ้า (มักเรียกว่า Main Distribution Panelboard: MDB) ผู้เขียนมักเลือกจากขนาดที่เรียกว่า half neutral โดยวิธีอ้างอิงขนาดใช้จากขนาดทางกายภาพ เช่น สายเมนขนาด 3 ชุดของสายมีไฟขนาด 400 ตร.มม. เมื่อเวลาจักคิดก็อ้างอิงขนาดเป็น 1200 ตร.มม. half neutral จักได้ขนาดไม่น้อยกว่า 600 ตร.มม. แต่ต้องแบ่งเป็น 3 ชุดจึงเหลือชุดละ 200 ตร.มม. ขนาดสายดังกล่าวไม่มีจำหน่ายจึงเลือกเป็นขนาดถัดไปเป็นขนาด 3 ชุดของขนาด 240 ตร.มม. แม้นผลที่ได้จักทำหน้าที่เดียวกันคือ สามารถรองรับกระแสลัดวงจรเหมือนกันแต่ก็ทำด้วยวิธีนี้กันทั่วจึงปฏิบัติกันอย่างทัดเทียมกัน อาจมีคนถามว่า ในภาวะปกติต้องระวังเรื่องการเกิด overload ฤไม่ ผู้เขียนขออธิบายว่า ในการออกแบบระบบไฟฟ้า 3 เฟส จำเป็นต้องจัดการให้สมดุลให้ดีที่สุดเท่าที่จักทำได้แล้วทั่วไปการออกแบบขนาดโหลดไฟฟ้าในเบื้องต้นมักมีการเผื่อพอประมาณโอกาสเกิด overload แทบจักไม่มีโอกาส หากเรามีการคำนวณอย่างมีหลักเกณฑ์ (ไม่มั่ว) ผู้เขียนเชื่อว่า ไม่เกิด overload ค่อนข้างแน่นอน

ต่อไปจักพิจารณาส่วนประกอบต่างๆ ของการติดตั้งสายดินดังแสดงในรูปที่ 250-9 จาก NEcode 2014 Sec. 250.24

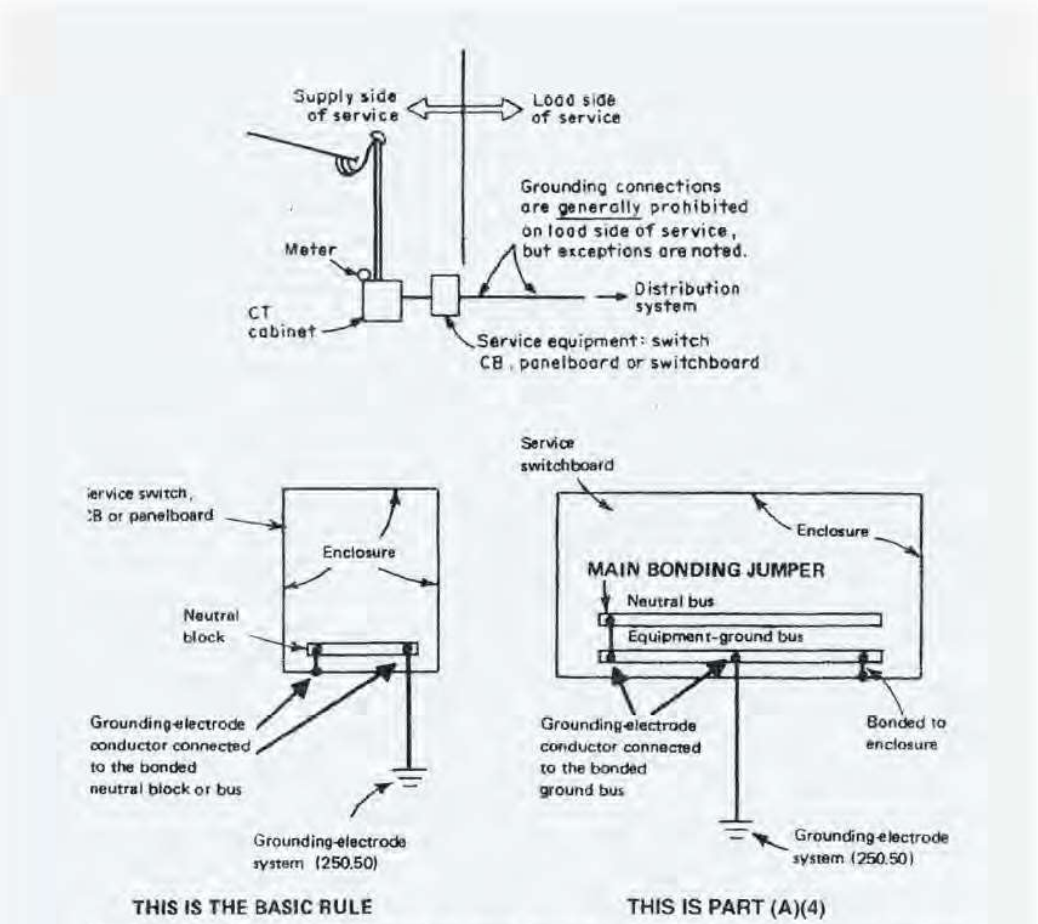


Fig. 250-9. Grounding connection must be made in SE equipment or on its line side. (Sec. 250.24.)

รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบบางส่วนของการติดตั้งสายดินต่างๆ [หนังสืออ้างอิง 2][2]

ขณะนี้ขอให้ผู้อ่านจินตนาการว่า เราได้มาถึงแผง MDB เดี๋ยวจักมาดูกันว่า สายดินที่ตำแหน่งต่างๆ นั้นสามารถคำนวณได้อย่างไรบ้าง ที่แผง MDB นอกจากจักมีบัสบาร์ขนิดมีไฟที่เรียกว่า เฟสบาร์ ที่ต้องคำนวณจากขนาดของการรองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ หม้อแปลงจำหน่ายได้ บวกเพิ่มอีก 25% ฤคูณด้วย 1.25 (125%) ของขนาดกระแสสูงสุดของหม้อแปลงคือ 80% ของพิกัดหม้อแปลง เหตุที่หม้อแปลงต้อง derate เพราะหม้อแปลงออกแบบมาให้ทำงานที่ 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นเมื่อนำมาทำงานที่สภาพแวดล้อมไม่เกิน 40 องศาเซลเซียสจึงต้อง derate ดังกล่าว ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นทำให้เราสังเกตได้ว่า ขนาดของกระแสสูงสุดที่สายเฟสแรงต่ำจากหม้อแปลงมายัง MDB แลบาร์ไฟในแผง MDB ขนาดเท่ากับ 100% ของขนาดพิกัดกระแสหม้อแปลงไฟฟ้า 100% พอดี แต่ประเด็นวันนี้ไม่ใช่เรื่องนั้น แต่อธิบายแล้วขอเลยตามเลยในการหาขนาดสายนิวทรัล (N) ของสายป้อนแต่ละชุดหาได้จากขนาดขนาดของสายป้อนแยกเป็น 3 แนวทางดังนี้ 1) กรณีที่มีโหลดประเภทไม่ต่อเนื่อง เช่น โหลดไฟฟ้าที่มีขดลวด ฤมีอุปกรณ์ประเภทสวิตชิ่งมากกว่า 50% ให้เลือกขนาดสานนิวทรัลเท่ากับเสายเฟส 2) กรณีที่โหลดไม่ต่อเนื่องน้อยกว่า 50% ให้เลือกขนาดสายนิวทรัลเป็น 50% ของสายเฟสได้ (50% หมายถึง ขนาดของพื้นที่หน้าตัดของสายเฟส ไม่ใช่ขนาดความสามารถในการนำกระแสของสายเฟส เรื่องนี้ต้องเข้าใจอย่างถูกต้อง) 3) จากทั้งสองข้อข้างต้นหากกระแสของสายเฟสมากกว่า 200 แอมป์ ให้คำนวณขนาดของสายนิวทรัลเท่ากับขนาด 200 แอมป์ บวกด้วย 70% ของขนาดกระแสที่เกิน 200 แอมป์ การคำนวณหาขนาดสายนิวทรัลโดยรวมเริ่มด้วยสามข้อนี้ นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดอื่นๆ ให้ได้เรียนรู้อีก เช่น ขนาดสายนิวทรัลอาจจักมีขนาดเป็น 2 เท่าของขนาดของสายเฟสได้ด้วยสำหรับโหลดไฟฟ้าที่มีฮาร์โมนิกส์ลำดับที่ 3 ซึ่งเกิดจากโหลดสวิตชิ่งขนิด 1 เฟส เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น รายละเอียดขอให้ศึกษาเรื่องปริมาณโหลดเมื่อเทียบกับโหลดเชิงเส้นทั่วไป (linear load) อนาคตมีโอกาสทบทวนจักได้นำมาเสนอต่อไป

สายป้อนแต่ละชุดจักต้องมีสายดิน (G) เราสามารถเลือกได้ด้วยวิธีที่ไม่ซับซ้อน เพราะเราสามารถเลือกได้จากขนาดของเซอร์กิต เบรกเกอร์ของวงจรสายป้อนนั้นๆ ให้ไปเปิดตารางที่ 4-2 เท่านี้ก็นับว่าไม่ยาก แต่มีข้อจำกัดนิดหนึ่งคือ กรณีที่วงจรสายป้อนนั้นต้องประกอบด้วยสายมากกว่า 1 ชุด ขนาดสายดินจักไม่มีการแบ่งให้ใช้ตามตารางที่ 4.2 กำหนด แต่อีกเกล็ดคือไม่ใหญ่กว่าสายเฟสที่อยู่ในท่อเดียวกันด้วยครับ เหตุผลที่ไม่สามารถแบ่งได้เพราะเมื่อเกิดการลัดวงจรลงดินในท่อใดท่อหนึ่ง ฤในกล่องดึงสาย ขนาดสายดินต้องใหญ่เพียงพอให้กระแสไหลไปจนถึง ground bar ในตู้ MDB ผ่านสายต่อฝากหลักเชื่อมต่อไป neutral bar ผ่านไปจนถึงจุดร่วมสายเฟสที่หม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลไปมากเพียงพอ จนเกิดพลังงานที่จักทำให้เซอร์กิต เบรกเกอร์ทำงานปลดวงจร กรณีที่วงจรสายป้อนไม่เกิน 1000 แอมป์ แต่มีการทำงานที่แตกต่างกันบ้างเมื่อวงจรสายป้อนมีขนาดตั้งแต่ 1000 แอมป์ขึ้นไป (ขอให้กลับไปอ่านงานเขียนใน TEMCA Magazine ฉบับก่อนฉบับหน้านี้ ที่ได้อธิบายไว้อย่างชัดเจน อ้างอิงที่มาที่ไปครบ)

เมื่อที่ผ่านมาเราคำนวณหาขนาดของสายนิวทรัล แลสายดิน ต่อไปเราจักเข้าไปในแผง MDB ข้างในลึกถึง ground bar แล neutral bar เพื่อให้การทำระบบจำหน่ายไฟฟ้าจาก TN-C มาเป็น TN-S ที่บาร์ทั้งสองนี้จักต้องต่อถึงกันด้วยตัวนำที่เรียกว่า *"สายต่อฝากหลัก"* สายต่อฝากหลักนี้จักต้องทำหน้าที่นำกระแสลัดวงจรลงดินผ่านจาก ground bar ผ่านสายต่อฝากหลักไปยัง neutral bar ต่อเนื่องไปยังจุดต่อร่วมที่หม้อแปลงไฟฟ้า ฤเรียกว่า จุด neutral การคำนวณขนาดของสายต่อฝากหลักให้เลือกขนาดจากตารางที่ 4-1 โดยตรวจสอบจากขนาดสายเฟสที่มาจากหม้อแปลง ฤตรวจสอบจากขนาดสายเมนจากการไฟฟ้าฯ แล้วใช้ขนาดจากตาราง หากแต่เมื่อใดที่สายเมนเข้ามาแผง MDB นี้มีขนาดใหญ่กว่า 500 ตร.มม. ให้คำนวณขนาดสายต่อฝากหลักจากขนาดสายเฟสคูณด้วย 0.125 ฤอ้างอิงด้วยขนาดของสายต่อฝากหลักมีขนาดเท่ากับ 12.5% ของขนาดสายเฟส กรณีที่ต้องการต่อเชื่อมบาร์ทั้งสองด้วยบาร์ทองแดง สามารถเลือกขนาดบาร์ด้วยแนวคิดโบราณที่ผมเคยใช้งานเมื่อเกือบสามสิบปีที่แล้วคือ ขนาดของบาร์ทองแดงเท่ากับ 1000 แอมป์ต่อตารางนิ้ว วิธีนี้นอกจากจักใช้ในการเลือกขนาดสำหรับสายต่อฝากหลักแล้วยังสามารถนำไปใช้สำหรับบาร์เฟสก็ได้ด้วย ขอแนะนำสำหรับผู้ที่ต้องตรวจสอบขนาดบาร์ในแผง MDB ได้แก่ ผู้รับเหมา ผู้ควบคุมงาน ฤผู้ออกแบบเองก็สามารถนำข้อมูลนี้อ้างอิงการตรวจสอบอย่างรวดเร็วกรณีที่มีข้อสงสัยอาจจักผิดพลาดค่อยไปเปิดตาราง แล้วการเปิดตารางให้ใช้ตารางประเภทเปลือยเท่านั้น (ชนิด paint ยังไม่มีหลักฐานใดๆ สนับสนุนวัสดุเคลือบจนทำให้ค่า radiation coefficience สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีตามทฤษฎีเกี่ยวกับ black hole จึงไม่แนะนำให้ใช้ค่าที่เป็น paint โดยแท้)

ตอนนี้ก็ยังป้วนเปี้ยนอยู่ที่แผง MDB อยู่ ทีนี้มาดูแถว ๆ ground bar เราจักทำการต่อสายต่อหลักดิน สายดังกล่าวนี้ มีวิธีเลือกที่ไม่ซับซ้อนโดยยังเลือกจากขนาดสายเมนเข้าอาคาร ฤสายเมนเข้าแผง MDB เหมือนการเลือกขนาดสายต่อฝากหลัก แต่มีความแตกต่างตรงที่ เมื่อขนาดสายเฟสมีขนาดรวมมากกว่า 500 ตร.มม. ก็ยังคงใช้สายต่อหลักดินขนาด 95 ตร.มม. ใช้ขนาดนี้เป็นขนาดสูงสุดที่ต่อเข้าหลักดิน ไม่มีขนาดสายที่ใหญ่กว่านี้

จากการพิจารณาขนาดของสายต่อฝากหลัก เมื่อเข้าใจแล้วอยากให้นำไปใช้งานอย่างจริงจัง นอกจากจักใช้ทำเป็นสายที่เชื่อมต่อระหว่าง ground bar กับ neutral bar แล้วยังสามารถนำไปใช้กับงานสายต่อฝากต่างๆ (ด้วยวิธีคำนวณเดียวกัน) สายต่อฝากอื่นๆ ขอยกตัวอย่างเช่น สายที่ต่อเชื่อมฝาตู้ไฟฟ้าเข้ากับตัวตู้ สายที่เชื่อมต่อระหว่างการต่อราง wire way ทั้งข้อต่อตรง ข้อต่อมุม เป็นต้น ประเด็นหลังนี้ขอให้ช่วยพิจารณามากเพื่อความปลอดภัยของช่างที่ขึ้นไปซ่อมบำรุงราง wire way นอกจากนี้การติดตั้งสายต่อฝากขอให้ติดตั้งในทุกที่ๆ ไม่มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ฤความต่อเนื่องอาจไม่ดีเพียงพอ กรณีนี้มีมากไปก็ไม่มีผลเสียในเรื่องความปลอดภัย แต่อาจกระทบต้นทุนไม่ว่าจักเป็นค่าของฤๅค่าแรง

ประเด็นสุดท้ายของงานเขียนนี้เกี่ยวข้องกับระบบจำหน่ายไปยังอาคารอื่นๆที่เป็นอาคารบริวาร โดยยึดแนวทางโดยรวมสำหรับ การเชื่อมต่อของระบบสายดินที่จำหน่ายไปยังอาคารต่างๆ ประกอบด้วย 2 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 มีการติดตั้งสายดิน (G) ไปกับสายมีไฟ ทำให้ไม่ต้องต่อ G-bar กับ N-bar เข้าด้วยกัน

กรณีที่ 2 ไม่มีการติดตั้งสายดิน (G) ไปกับสายมีไฟ ทำให้ต้องต่อ G-bar กับ N-bar เข้าด้วยกัน

หมายเหตุ *ทั้งสองกรณีต้องมีการติดตั้งหลักดินแลใช้สายต่อหลักดินต่อสายเข้ากับหลักดิน*

เพื่อเป็นการยืนยันความต้องการนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการที่อาคารทุกหลังจักต้องติดตั้งหลักดินดังแสดงในรูปที่ 250-25 จาก NEcode 2014 Sec. 250.32

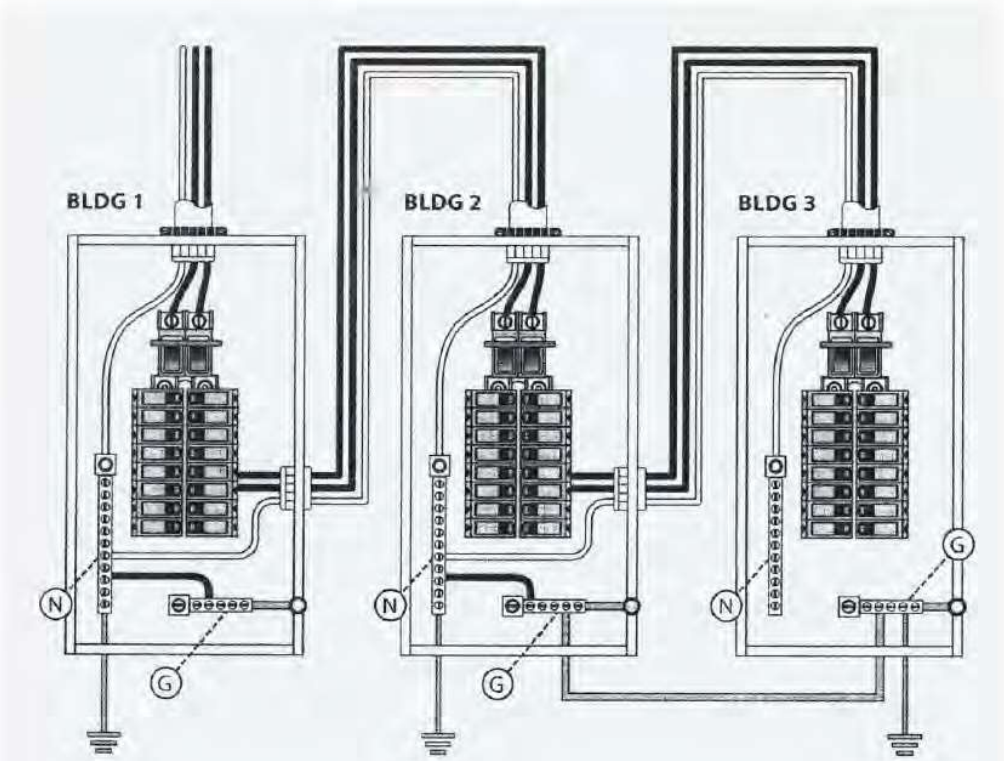


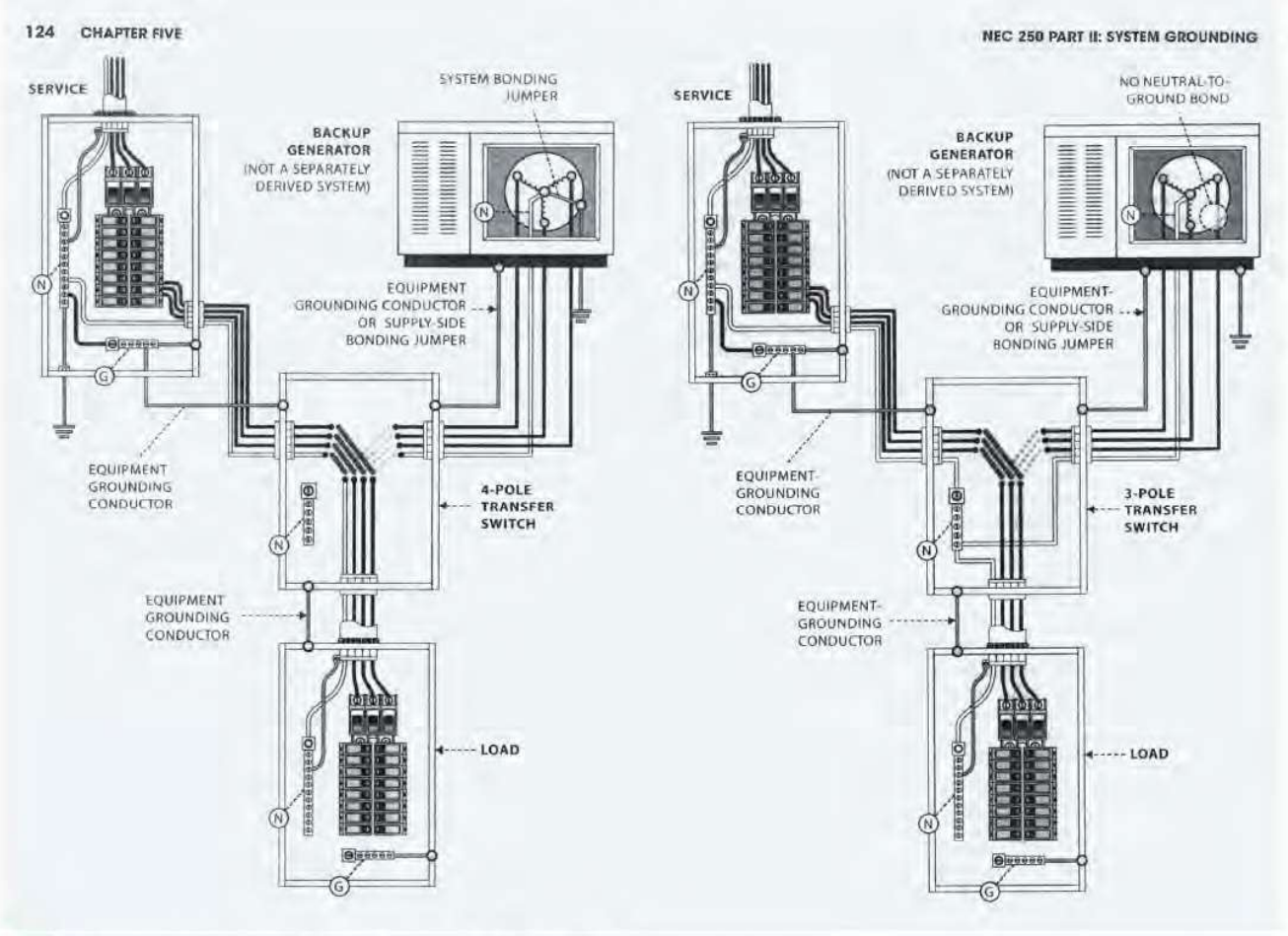
Figure 5.12 Neutral-to-ground bonding requirements for buildings 2 and 3 with power supplied by building 1.

■ *รูปที่ 2 แสดงความต้องการ ground rod สำหรับทุกอาคาร [หนังสืออ้างอิง 3]* [3]

การติดตั้งเพื่อการต่อลงดินทั้งสิ้นก็เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยเฉพาะสำหรับอาคาร บ้านเรือน รวมทั้งโรงงานที่ต้องเกี่ยวข้องกับผู้คนจำนวนมาก ต้องยอมรับว่า มีความสำคัญมาก ครั้งแรกที่ได้ยินข่าวว่า อาจารย์ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ จักมาเป็นวิทยากร ซึ่งจัดขึ้นที่โรงงานของบริษัท kumwell ผู้เขียนดิ่นเต้นอยากจักให้ถึงวันงานไวๆ และแล้ววันงานก็มาถึง ผู้เขียนน่ะไปถึงอาจจักก่อนเจ้าหน้าที่ของโรงงานเลยทีเดียว ได้พบปะพูดคุยกับเพื่อนร่วมอาชีพหลากหลายบริษัท ทั้งที่คุ้นเคยแลไม่คุ้นเคย (ส่วนมากไม่คุ้น...คงด้วยความเงียบของผู้เขียนเอง) ดิ่นเต้นมากที่ได้มีโอกาสอธิบายความบางตอนในห้องสัมมนาเป็นการแลกเปลี่ยนโดยเฉพาะประเด็นที่เราจักสามารถนำตัวนำทองแดงที่ติดตั้งฝังรอบอาคารมาทำหน้าที่เป็นหลักดินได้ฤไม่ วันนั้นผู้เขียนชี้แจงว่า ตัวนำรอบอาคารนั้นทำหน้าที่เป็นตัวนำประสานศักย์ให้เท่ากันของทุกระบบ ต่อคำถามนอกห้องสัมมนาวันนั้นมีว่า เราต้องประสานศักย์ตัวนำลงดินของทุกระบบเข้ากับระบบล่อฟ้าที่มีตัวนำรอบอาคารประสานศักย์อยู่ ผู้เขียนอธิบายว่า ต้องทำการประสานศักย์ แต่หลักดินของแต่ละระบบก็ต้องมีไว้เพื่อการอ้างอิงแรงดันที่เกิดจากกระแสฤแรงดันเสิร์จที่จักเข้ามา แลต้องจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่ถูกต้องทั้ง class แลค่าประกอบต่างๆได้แก่ Uc, Ut, Up ที่เกิดจากการอ้างอิงค่า Uw ของบริภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC (วันนั้นผู้เขียนเรียกว่า *"เครื่องไฟฟ้า"*) แลระยะห่างของการต่อลงดินของแต่ละระบบต้องมีระยะห่างซึ่งอ้างอิงเป็นแต่ละ ground rod ชนิดแนวดิ่ง (ขอยกเป็นตัวอย่างหนึ่ง) กำหนดให้ไม่น้อยกว่า 1.1 เท่าของความลึกของปลาย ground rod ทั่วไปก็อ้างอิงลึก 3 เมตร นั่นหมายความว่า ground rod แต่ละแท่งอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่า 6.6 เมตร แต่คงเป็นเพราะเศษทศนิยมตัวที่สองสามทำให้ตัวเลขอ้างอิงมักเป็นระยะห่างไม่น้อยกว่า 6.7 เมตร เหตุที่มักพบว่า ภายหลังการติดตั้งใช้งานแล้วมีความเสียหายมักเริ่มต้นที่ ไม่มี SPD ฤติดตั้ง SPD ผิดพลาดที่ระยะสายตัวนำที่ต่อทั้งเข้าแลออกยาวมากกว่า 0.5 เมตรเนื่องเพราะต้องการให้งานเรียบร้อยสวยงาม แต่ผู้เขียนคิดว่า หากเข้าใจได้อย่างถูกต้องแล้วก็สามารถทำให้งานติดตั้งเรียบร้อยสวยงามได้เช่นกัน

ขอแถมการติดตั้งสายดินสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบกับการติดตั้ง autometic transfer switch: ATS ทั้งแบบ 3 poles และแบบ 4 poles จากรูปที่ 3 ให้สังเกตุว่า กรณี ATS 4 poles ให้ต่อสายต่อฝากระหว่าง neutral point เข้ากับ ground terminal ในขณะที่กรณี ATS 3 poles ไม่ต้องต่อสายต่อฝากระหว่าง neutral point เข้ากับ ground terminal ดังแสดงดังรูปที่ 3

เรียนรู้กับผู้เข้าร่วมสัมมนาท่านอื่นๆ งานเขียนนี้ต้องขอจบลงด้วยความพึงใจที่ได้รับแรงบันดาลใจให้ได้ถ่ายทอดในประเด็นสำคัญในวันงานสัมมนาที่ผู้เขียนเห็นเป็นประเด็นสำคัญ นั่นคือ *"การคำนวณหาขนาดสายต่อฝาก"* ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานมากมาย และเป็นความรู้พื้นฐานของวิศวกรไฟฟ้าสาขาไฟฟ้ากำลังอย่างดียิ่ง



รูปที่ 3 แสดงการต่อลงดินของระบบจำหน่ายจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า [หนังสืออ้างอิง 3][3]

ก่อนจักจากกันวันนี้ ผู้เขียนต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ ในความทุ่มเทที่จักนำเสนอความสัมพันธ์อย่างกว้างขวางลึกซึ้งของการต่อลงดิน สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานดีๆ จักได้รับประโยชน์อย่างมาก ผู้เขียนถูกตรึงไว้ในห้องอย่างต่อเนื่องซึ่งปรกติคงอยู่ไม่ได้นานขนาดนั้น ผู้เขียนได้ว๊าวอยู่หลายครั้งกับข้อมูลของอาจารย์ที่ได้ยกขึ้นมาอธิบาย วันนั้นอาจารย์เตรียมตำรามาร่วมสิบเล่มเห็นจักได้ ส่วนใหญ่เป็นตำราภาษาอังกฤษ และต้องขึ้นชมศูนย์การเรียนรู้ของบริษัท kumwell ที่ได้จัดงานได้อย่างอบอุ่น จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า จักได้มีงานนี้อีกในวาระอื่นๆ ในอนาคต แล้วอย่าลืมชวนไปร่วมงานอีกนะ คราวนี้ขอนั่งแถวหน้า แล้วจักเตรียมตัวให้ดียิ่งขึ้นไปอีก เผื่อจักได้มีโอกาสได้แลกเปลี่ยน

สุดท้ายหวังว่า ทุกท่านจักได้ประโยชน์จากงานเขียนนี้ ขอขอบคุณทุกท่านที่ติดตามมาตลอด...

ส่วนตัวผู้เขียน

นายสุวิทย์ ศรีสุข

วิศวกรไฟฟ้า-ที่ปรึกษาอิสระ

การศึกษา ปริญญาตรี-วิศวกรรมศาสตร์ ไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปริญญาโท-วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม บางเขน

ประสบการณ์ ทำงานกว่า 31 ปี งานด้านไฟฟ้ากำลัง