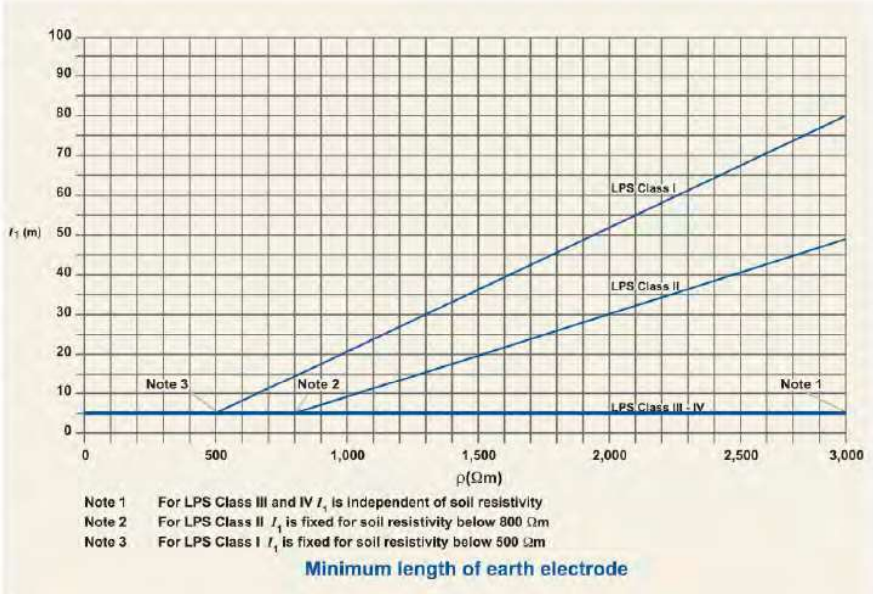
คุณสุวิทย์ ศรีสุข

เล่าเท่าที่รู้... แนวคิดการเชื่อมโยงระบบสายดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า กับ ระบบรากสายดินระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบกริด เพื่อลดอันตรายจากแรงดันย่างก้าว (step voltage)

งานเขียนนี้ควรเริ่มต้นตรงไหนดี... เป็นคำถามแรก ๆ หลายวันที่ต้องการสร้างงานเขียนนี้ ผู้เขียนขอให้ข้อมูลเบื้องต้นดังนี้ **มาตรฐานกำหนดให้ระบบป้องกันฟ้าผ่าจักต้องมีค่าความต้านทานดินไม่เกิน 10 โอห์ม และระบบจำหน่ายไฟฟ้าจักต้องมีค่าความต้านทานดินไม่เกิน 25 โอห์ม (ประเทศไทยเขียนข้อกำหนดไว้ว่า ค่าความต้านทานดินไม่เกิน 5 โอห์ม)** ต่อไปขอนำเสนอกระบวนการที่จักดำเนินการให้ได้มาซึ่งระบบป้องกันฟ้าผ่าจักต้องมีค่าความต้านทานดินไม่เกิน 10 โอห์ม

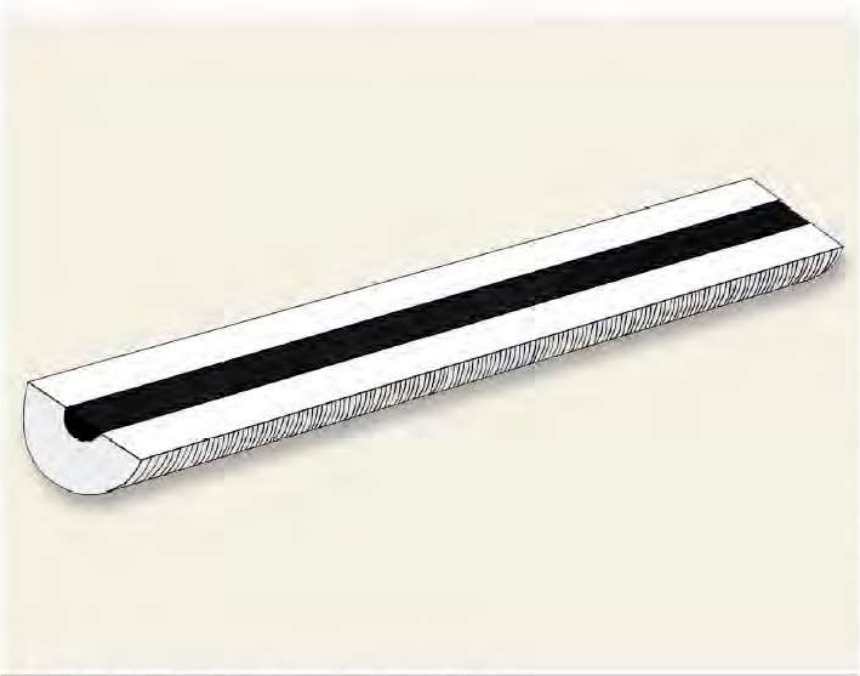
ระบบสายดินของป้องกันฟ้าผ่าอ้างอิงมาตรฐาน IEC 62305-3: 2010-2012 ในการออกแบบฤๅติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าจักต้องมีการกำหนดรูปแบบของ Lightning Protection System ต่อไปเรียกใช้งานชื่อย่อ ๆ ในความหมายนี้ว่า *"LPS"* ระดับที่จักใช้สื่อสารต่อไปคือ class ฤ ชั้น ในการแบ่งชั้นได้แบ่งเป็น ชั้นที่ 1, 2, 3 แล 4 ในงานเขียนต่อไปนี้จักกล่าวถึงเพียงการออกแบบแลติดตั้งสำหรับชั้นที่ 3 ฤ 4 เท่านั้นจากหัวข้อ 5.4.1 กำหนดไว้ว่า ระบบป้องกันฟ้าผ่าจักต้องมีค่าความต้านทานดินไม่เกิน 10 โอห์มโดยให้วัดด้วยเครื่องมือที่ความถี่ต่ำ ที่หัวข้อ 5.4.2 กำหนดรูปแบบของการทำการทำหลักดิน (earth-terminal system ในการนี้ขอเรียกว่า *"ระบบสายดิน"*) มีทางเลือก 2 ชนิดสามารถกำหนดรายละเอียดเป็นหัวข้อย่อย ๆ ดังนี้ หัวข้อ 5.4.2.1 เป็นการออกแบบแลติดตั้งระบบสายดินชนิด A เมื่อพิจารณาที่ LPS ชั้นที่ 3 ฤ 4 (LPS class III or IV) ดังกราฟที่แสดงในมาตรฐาน รูปที่ 1 แสดงความยาวน้อยที่สุด จากกราฟแสดงว่า ที่ทุก ๆ ค่าของค่าความต้านทานจำเพาะของดิน ฤ RHO (ohm-meter) ความต้องการความยาวของหลักดินที่ติดตั้งฝังดินในแนวนอน (L_r) จักมีค่าอยู่ระหว่างกลาง ๆ ของค่า 0 ถึง 10 เมตร ในการประมาณค่าของเลือกไว้ที่ค่า 4.8 เมตรซึ่งในมาตรฐานเรียกว่า L_1 ในที่นี้ใช้เป็น L_n



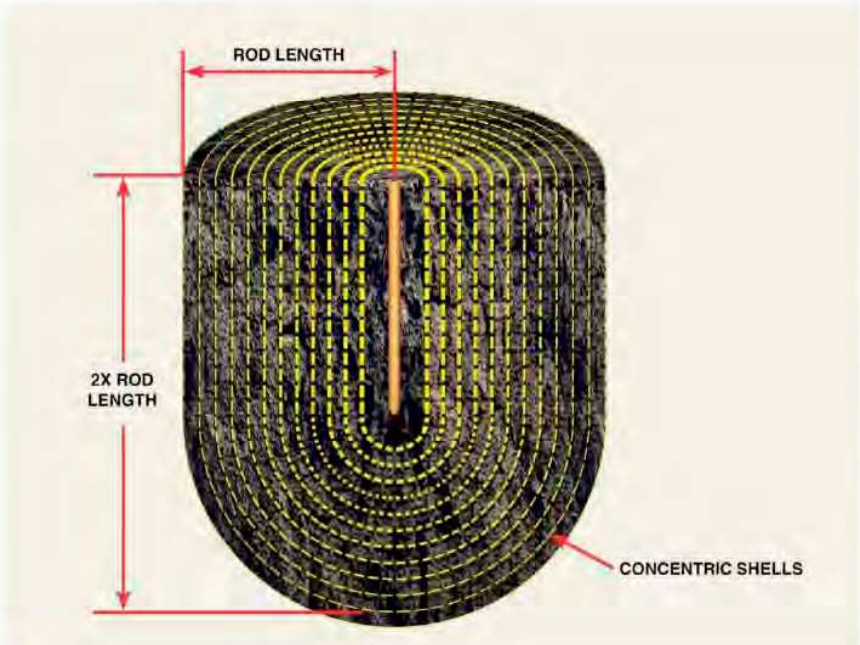
รูปที่ 1 แสดงความยาวน้อยที่สุดสำหรับตัวนำลงดินแนวนอน

ค่าความยาวนี้เป็นการติดตั้งหลักดินตามแนวนอน L_h ดังแสดงในรูปที่ 2 แต่หากหลักดินชนิด A นำมาติดตั้งในแนวดิ่ง จักทำให้ความยาวที่ต้องการลดลงเหลือเท่ากับ $L_h/2$ ฤลดลงครึ่งหนึ่งกับ L_v ฤดังนั้นจึงได้ว่า L_v เท่ากับ $L_h/2$ ฤเท่ากับ 0.5 x L_h ฤในที่นี้คือ 2.4 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3 วิธีการติดตั้งชนิดนี้เป็นที่นิยมทั่วไปในประเทศไทย

ที่หัวข้อ 5.4.2.2 ปีนการออกแบบแลติดตั้งระบบสายดินชนิด B เป็นการติดตั้งตัวนำสายดินรูปวงแหวน โดยมีข้อกำหนดว่า ตัวนำต้องฝังอยู่ได้ดินไม่น้อยกว่า 80% ที่ติดความยาวของตัวนำทั้งสิ้น วิธีคำนวณหาขนาดความสัมพันธ์ของค่าความต้านทานดินในที่นี้เรียกว่า L_r หรือหมายถึงขนาดรัศมีของวงแหวนจักเท่ากับ L_h ฤเท่ากับ $L_v/2$ คราวนี้ลองพิจารณาการผสมผสานเพื่อความเข้าใจมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 2 แสดงความยาวน้อยที่สุดสำหรับตัวนำลงดินแบบแนวนอน

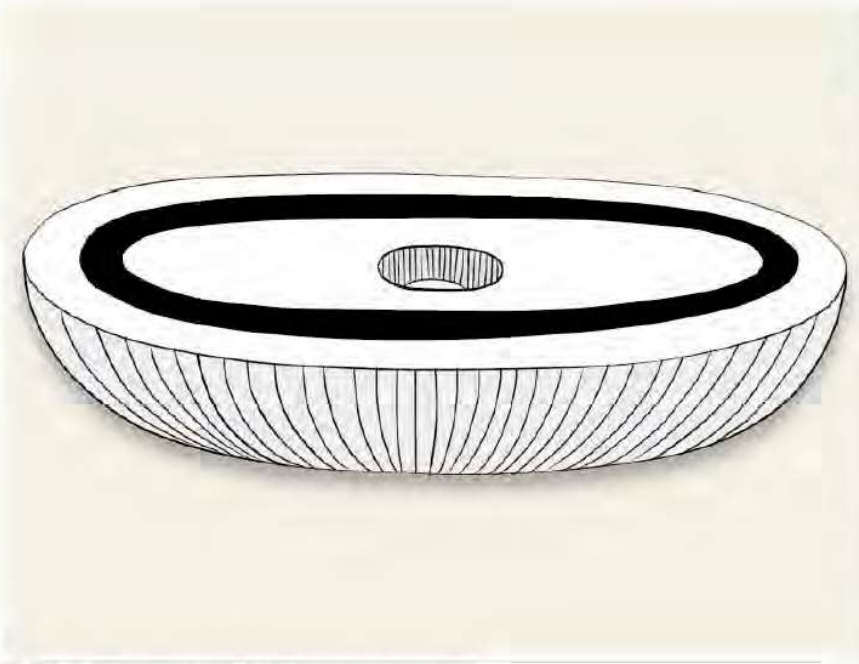


รูปที่ 3 แสดงความยาวน้อยที่สุดสำหรับตัวนำลงดินแบบแนวดิ่ง

ดังที่เราได้เรียนรู้มาแล้ว 2 แบบตามชื่อที่เรียกว่า แบบ A B แต่สามารถเลือกใช้งานได้ 3 รูปแบบ ทีนี้หากจักลองดัดแปลงการใช้งานเช่นต้องการใช้งานผสมระหว่างกันระหว่างชนิด A ที่เป็นแบบแนวนอน และชนิด B ที่เป็นแบบวงแหวน เมื่อความต้องการสายดินยาว 4.8 เมตร ก็สามารถออกแบบให้มีสายดินแบบแนวนอนยาว 2.4 เมตร แลมีสายดินแบบวงแหวนที่มีรัศมีขนาด 2.4 เมตรได้ ผลลัพธ์ก็คือได้เทียบเท่าสายดินแบบแนวนอนยาว 4.8 เมตรเช่นกัน อีกตัวอย่างหนึ่งที่ให้ความต้องการเหมือนเดิมแต่เปลี่ยนทางเลือกเป็นแบบวงแหวนกับแบบแนวดิ่ง สามารถเลือกให้มีสายดินแบบวงแหวนที่มีรัศมีขนาด 2.4 เมตร แลออกแบบให้มีสายดินแบบแนวดิ่งยาว 1.2 เมตรได้ ฤอาจโดนรวบยอดได้เป็นว่า ขนาดรัศมีของวงแหวนต้องมีขนาดเป็น 2 เท่าจึงจักเท่ากับขนาดของหลักดินในแนวดิ่งที่ 1 เท่าตัว ที่ทำนองเดียวกับที่ขนาดของหลักดินในแนวนอนก็มีขนาดเป็น 2 เท่าจึงจักเท่ากับขนาดของหลักดินในแนวดิ่งที่ 1 เท่าตัวเช่นกัน

ระบบรากสายดินระบบจำหน่ายไฟฟ้า

ในการออกแบบแลติดตั้งจักต้องเริ่มต้นที่การทดสอบเพื่อหาขนาดของค่าความต้านทานจำเพาะของดินที่เรียกว่า rho (ohm-meter) ฤ ρ เสียก่อน รายละเอียดได้เคยเขียนในบทความที่ผ่านมาแล้ว ลองค้นมาอ่านทวนนะครับ ที่เป็นการใช้มิเตอร์วัดความต้านทานดินชนิดที่เป็น 4 โพล ผลลัพธ์ที่ได้รับจากการคำนวณคือ rho ของดิน แล้วพิจารณาเลือกประเภทของหลักดิน ติดตั้งฝังลงในดินความลึกให้เป็นไปตามความลึกที่ได้ทดสอบด้วยวิธี wenner เช่น ใช้ wenner หาค่า rho ที่ความลึก 1 เมตร นำมาคำนวณออกแบบการติดตั้งด้วย



รูปที่ 4 แสดงความยาวน้อยที่สุดสำหรับตัวนำลงดินแบบวงแหวน

หลักดินชนิดแท่งในแนวดิ่ง ตัวอย่างนี้เลือกเป็นแท่งหลักดินยาว 0.5 เมตร ฝังลึกลงไปในดินในแนวดิ่งให้ปลายอยู่ที่ความลึก 1 เมตร ก็จักได้ค่าความต้านทานดินตามที่คำนวณ หากต้องการลดค่าความต้านทานดินให้ต่ำลงไปอีก ก็เพิ่มจำนวนแท่งหลักดินลงไป โดยพิจารณาได้จากตัวคูณลดที่มีในตำราต่างๆ การกระทำที่เพิ่มจำนวนแท่งหลักดินนี้ก็สามารถลดค่าความต้านทานดินได้ แต่หากมีความสนใจฤความต้องการลดค่าแรงดันย่างก้าวก็สมควรจักได้พิจารณานำการต่อลงดินแบบวงแหวนมาพิจารณาประกอบ นี่คือวัตถุประสงค์ของบทความนี้ จากย่อหน้าที่ผ่านมาได้เล่าให้อ่านเกี่ยวกับการทำลายดินชนิดวงแหวนนั้นขนาดความยาวของสายดินให้พิจารณาเป็นสายดินแบบแนวนอนให้เท่ากับรัศมี แต่หากสังเกตการทำลายดินเพื่อแก้ปัญหาแรงดันย่างก้าวที่เรียกว่า step voltage นั้นเค้าทำเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส เมื่อนำมาเทียบเคียงกับสายดินแบบวงแหวนฤรัศมีของวงแหวน ก็ให้เทียบเคียงกับครึ่งหนึ่งของเส้นทะแยงมุม เมื่อพิจารณาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสที่มีครึ่งหนึ่งของเส้นทะแยงมุมเท่ากับหนึ่งหน่วย เทียบกับวงแหวนที่มีรัศมีเป็นหนึ่งหน่วยด้วยกัน เส้นรอบรูปของสี่เหลี่ยมจตุรัสมีขนาดเป็นประมาณ 90% ของเส้นรอบรูปของวงแหวนซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของวงแหวนที่อย่างน้อยของวงแหวนต้องมีส่วนฝังดินไม่น้อยกว่า 80% ดังนั้นในกรณีที่ต้องการทำเป็นกริดขนาด 0.6 x 0.6 เมตรจึงมีความเป็นสายดินต่อหนึ่งรูปเทียบเท่ากับรัศมีของวงแหวนเท่ากับ 0.85 เมตร แต่ในทางปฏิบัติที่คำนวณสายดินจาก wenner มักคำนวณในแนวดิ่งจึงสามารถเปรียบเทียบกับแนวดิ่งได้เท่ากับ 0.85 จำนวน 2 ต้นที่การคำนวณต้องใช้ตัวคูณลดกรณี 2 ต้น มิได้เทียบเท่ากับ 2 x 0.85 เมตรเนื่องจาก wenner ที่เราอ้างอิงในที่นี้ลึกเพียง 1 เมตรเท่านั้น จึงทำให้ไม่ทราบคุณสมบัติของดินที่ลึกกว่า 1 เมตรได้ *(เรื่องนี้ต้องระวัง)* ดังนั้นในกรณีที่ต้องการค่าความต้านทานดินที่ต่ำมากๆ ย่อมหมายถึงการที่ต้องทำทั้ง ground grid แลที่มุมแต่ละมุมก็มีการเสริมโดยการมีแท่งหลักดินแนวดิ่ง

ทั้งนี้แนวคิดตามงานเขียนนี้เป็นการนำเสนอที่เรียกว่า *"วิธีอุปนัย"* ที่นำเสนอข้อกำหนดของการเลือกชนิดการติดตั้งลายดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบแนวนอน แบบแนวดิ่ง แลแบบวงแหวน ที่สัมพันธ์มาอธิบายระบบสายดินแบบ ground grid ที่ทวนความทั้งสิ้นแล้วอาจมีผู้ไม่เห็นด้วย เนื่องเพราะผู้เขียนเองยังไม่ได้แสดงรายการคำนวณที่ลึกซึ้ง ฤๅการแปลข้อความใดทั้งสิ้นในส่วนของการอุปนัยมาจากตำรา ฤมาตรฐานนานาชาติ ผู้เขียนประมวลความทั้งสิ้นมาจากการรวบรวมเรียบเรียง แลอาจจำกัดความว่าเป็นจินตนาการ ดังที่เคยมีผู้ได้รับทราบก่อนหน้านี้แล้วบอกว่า *"เป็นการจับแพะชนแกะ"* หากเป็นดังที่กล่าวมานั้นเป็นจริง ผู้เขียนก็ตั้งใจยิ่งจักได้เรียนรู้เพิ่มเติมเช่นกัน เพื่อความก้าวไปข้างหน้าที่อย่างดียิ่ง ไม่วิ่งวนอยู่ในกรอบของการเห็นจากตำรา มาตรฐาน ฤข้อกำหนดใดๆ อีกทั้งโอกาสได้เข้าถึงการทดสอบโดยทั่วถึง ผู้เขียนขอตั้งคำถามว่า เมื่อใดเราจักเริ่มก้าวเดินไปข้างหน้าด้วยกัน ไม่กีดกันปกป้องอาณาจักรเนื้อหาความเข้าใจให้กว้างขวางทั่วถึง แลค้นหาแนวทาง วิธีการของไทย ของเราเองก้าวเดินทันนานาชาติ แล้วนำเสนอทางแยกใหม่ให้โลกได้รับรู้ในเรื่องเหล่านี้ได้บ้างฤไม่ ยังมีความต้องการการเข้าถึงความรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้อีกมาก งานเขียนนี้ขอนำเสนอด้วยความรับผิดชอบในเนื้อความที่ปรารถนาให้มีการค้นหาความจริงว่า เป็นแนวความคิดที่ถูกต้องฤไม่ ทั้งนี้ด้วยบทความนี้ TEMCA ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องใด เป็นแต่ผู้เขียนเป็นผู้นำเสนอในกาลข้างหน้าหากได้รับข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ในความเข้าใจใดจักได้มานำเสนอในโอกาสต่อไป...*ขอบคุณครับ*

ส่วนตัวผู้เขียน

นายสุวิทย์ ศรีสุข

วิศวกรไฟฟ้า-ที่ปรึกษาอิสระ

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

ประสบการณ์ ทำงานกว่า 31 ปี งานด้านไฟฟ้ากำลัง