คำแนะนำทางช่าง กรมอู่ทหารเรือ

วิธีต่อสายดินเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากับตัวเรือ

1. เอกสารอ้างอิง

1. NAVAL SHIPS' TECHNICAL MANUAL, CHAPTER 074 – VOLUME 1, WELDING AND ALLIED PROCESSES, "SECTION 5. STRAY CURRENT PROTECTION"
2. ANSI Z49.1:1999 (AN AMERICAN NATIONAL STANDARD), SAFETY IN WELDING AND CUTTING

2. ความมุ่งหมาย

การต่อสายดินของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าให้ถูกต้องตามคำแนะนำต่อไปนี้ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของตัวเรือและเพลาใบจักรที่อาจจะมีสาเหตุเกิดจากกระแสไฟฟ้ารั่วลงตัวเรือได้ ขณะที่มีการเชื่อมชิ้นงานต่างๆบนเรือ

3. ขอบเขต

คำแนะนำทางช่างฉบับนี้ใช้กับ เครื่องแล่นประสานไฟฟ้าแบบสายเดียว และเครื่องแล่นประสานแบบหลายสาย กับเรือทุกประเภทที่เป็นเรือเหล็ก ที่ต่อใหม่ และ ซ่อมทำทั้งที่อยู่ในน้ำ ในอู่แห้ง และในอู่ลอย

4. เนื้อเรื่อง

4.1 <u>ภูมิหลัง</u>

กระแสไฟฟ้าที่ไหลลงสู่ตัวเรือได้จะมีผลทำให้ตัวเรือใต้แนวน้ำ และเพลาใบจักร เกิดการกัดกร่อนได้ ซึ่งผลที่เกิดอาจจะรุนแรงมากน้อยเพียงใดขึ้นกับปริมาณกระแสไฟฟ้า สาเหตุหนึ่งที่กระแสไฟฟ้ารั่วลงตัวเรือได้มาก เกิดจากการต่อสายดินของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าขณะที่มีการเชื่อมประสานส่วนต่างๆบนเรือไม่ถูกต้อง ทั้งที่เรืออยู่บนอู่แห้ง และเรือที่อยู่ในอู่ลอย

4.2 <u>นิยาม</u>

4.2.1 OHM'LAW (กฎของโอห์ม) ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความต้านทาน ในวงจรไฟฟ้า กล่าวคือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวใดๆ แปรผันตรงกับความต่างศักย์ (แรงดันไฟฟ้า หรือแรงดันตกคร่อม) และแปรผกผันกับความต้านทานระหว่างสองจุดนั้นที่กระแสไหลผ่าน โดยสมการทางคณิตศาสตร์ เขียนได้ดังนี้:

$$V = IR$$

โดยที่ V คือความต่างศักย์ มีหน่วยเป็น โวลต์, I คือกระแสในวงจร หน่วยเป็น แอมแปร์ และ R คือความต้านทานในวงจร หน่วยเป็น โอห์ม

4.2.2 CIRCULAR MILS เป็นหน่วยที่ใช้วัดพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดหรือสายเคเบิล โดย 1 CIRCULAR MIL คือ พื้นที่วงกลมที่มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.001 นิ้ว

$$1 \text{ CIRCULAR MIL} = 0.7854 \times 10^{-6} \text{ inch}^2$$

$$1 \text{ CIRCULAR MIL} = 5.066 \times 10^{-10} \text{ m}^2 = 5.066 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 1.974 \times 10^{9} \text{ CIRCULAR MILS}$$

$$1 \text{ cm}^2 = 1.974 \times 10^{5} \text{ CIRCULAR MILS}$$

4.2.3 WATERWAY BAR คือ แผ่นเหล็กบางเชื่อมติดกับพื้นดาดฟ้าเรือตามแนวกราบอ่อน เว้นช่วงไว้สำหรับรูระบายน้ำ

4.3 ข้อปฏิบัติ

ข้อปฏิบัติที่กล่าวต่อไปนี้จะกล่าวรวมถึงการกำหนดขนาดของสายดินที่เหมาะสม วิธีการต่อสายดินของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้า และคำเตือนเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้

4.3.1 การต่อปลายสายดิน (CABLE LUGS) ของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้ากับแผ่นกราวด์ (GROUNDING PLATES) พื้นที่ หรือแผ่นกราวด์ ที่จะเชื่อมต่อกับปลายสายดินของเครื่องแล่นประสานจะต้องทำความสะอาดปราศจากคราบน้ำมัน และสีเคลือบ ทุกๆรอยต่อสายจะต้องมีค่าความต้านทานสูงสุดประมาณ 125 ไมโครโอห์ม หรือมีแรงดันตกคร่อมสูงสุด 62.5 มิลลิโวลต์ ต่อกระแสไฟฟ้า 500 แอมแปร์ (แรงดันตกคร่อมสูงสุด 25 มิลลิโวลต์ ต่อกระแสไฟฟ้า 200 แอมแปร์) สำหรับกระแสไฟฟ้าที่มากกว่า 500 แอมแปร์จะต้องใช้กฎของโอห์มในการหาขนาดแรงดันตกคร่อมหรือความต้านทาน

4.3.2 ขนาดของสายดิน (CABLE SIZE) ขนาดพื้นที่หน้าตัด (CROSS SECTION AREAS) ของสายดินจะต้องมีขนาดอย่างน้อย 1,000,000 CIRCULAR MILS / 1,000 แอมแปร์ / 100 ฟุต สำหรับขนาดกระแสไฟฟ้าและความสูงที่แตกต่างจากที่กำหนดสามารถเปรียบเทียบได้จากแผนภาพที่ 1

4.3.3 ขนาดของสายดินร่วม (ELECTRODE LEAD CABLE SIZE) ขนาดของหลักสายดินร่วมที่ต่อจากหลักดินจะมีขนาดประมาณ 500,000 CIRCULAR MILS / 1,000 แอมแปร์ / 100 ฟุต สำหรับขนาดกระแสไฟฟ้าและความสูงที่แตกต่างจากที่กำหนดสามารถเปรียบเทียบได้จากแผนภาพที่ 2

4.3.4 วิธีการต่อสายดินของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าเมื่อเรือจอดเทียบท่าเรือเพียงลำเดียว วิธีการต่อสายดินของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าสายเดียว และการต่อสายดินร่วมของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าแบบหลายสาย เมื่อเรือจอดเทียบท่าเรือเพียงลำเดียวที่ถูกต้อง ดังแสดงในแผนภาพที่ 3 สิ่งที่ต้องระวัง สายดินที่ใช้จะต้อง มีพื้นที่หน้าตัดรับกระแสไฟฟ้าตามที่กำหนด มีการหุ้มฉนวนป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นในกรณีที่สายดินวางอยู่บนตัวเรือ และสายดินที่ต่อจากแท่งกราวด์มาที่เรือจะต้องไม่หย่อนลงไปสัมผัสหรือแตะน้ำข้างเขื่อน

4.3.5 วิธีการต่อสายดินร่วมของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าหลายสายของเรือจอดเทียบท่าเรือมากกว่า 1 ลำ วิธีการต่อสายดินร่วมของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าแบบหลายสายระหว่างเรือจอดเทียบท่าเรือมากกว่า 1 ลำที่ถูกต้อง ดังแสดงในแผนภาพที่ 4 สิ่งที่ต้องระวัง เครื่องแล่นประสานไฟฟ้าแบบหลายสายที่ใช้งานจะต้องแยกใช้แต่ละลำต่างหาก ห้ามใช้เครื่องแล่นประสานไฟฟ้าแบบหลายสายร่วมกันเด็ดขาด สายดินที่ใช้จะต้อง มีพื้นที่หน้าตัดรับกระแสไฟฟ้าตามที่กำหนด มีการหุ้มฉนวนป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นในกรณีที่สายดินวางอยู่บนตัวเรือ และสายดินที่ต่อจากแท่งกราวด์มาที่เรือจะต้องไม่หย่อนลงไปสัมผัสหรือแตะน้ำข้างเขื่อน

4.3.6 วิธีการต่อสายดินกับดาดฟ้าของเรือเหล็ก การใช้พื้นดาดฟ้าของเรือที่เป็นเหล็กเป็นเสมือนแผ่นกราวด์จะใช้ส่วนที่เป็น WATERWAY BAR สำหรับการเชื่อมต่อกับปากจับยึดของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้า โดยพื้นที่บริเวณที่ใช้จับยึดจะต้องทำความสะอาด และสำหรับเรือที่ไม่มี WATERWAY BAR จะใช้วิธีการเจาะรูที่ดาดฟ้าเรือให้ใกล้

กับบริเวณที่มีการแล่นประสานให้มากที่สุด และให้เขียนระบุตำแหน่งของรูที่เจาะด้วยตัวอักษรโตประมาณ 0.75 นิ้วด้วยข้อความว่า “บริเวณที่ต่อสายดิน” สำหรับขนาดของรูที่เจาะดังแสดงในแผนภาพที่ 5

4.3.7 วิธีการต่อสายดินร่วมของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าจากเรือซ่อมบำรุงไปยังเรือซ่อม สำหรับเรือซ่อมบำรุงที่สนับสนุนเครื่องแล่นประสานให้กับเรือซ่อม เครื่องแล่นประสานไฟฟ้าทั้งแบบสายเดียวและแบบหลายสายจะอยู่ที่เรือซ่อมบำรุง การเชื่อมต่อสายดินจะใช้ดาดฟ้าเรือซ่อมเป็นแผ่นกราวด์ ดังแสดงในแผนภาพที่ 6 สำหรับเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าแบบสายเดียวจะต้องต่อสายดินให้ใกล้กับบริเวณที่แล่นประสานให้มากที่สุดสายดินที่ใช้จะต้องมีพื้นที่หน้าตัดรับกระแสไฟฟ้าตามที่กำหนด มีการหุ้มฉนวนป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นในกรณีที่สายดินวางอยู่บนตัวเรือ และสายดินที่ต่อจากแท่งกราวด์มาที่เรือจะต้องไม่หย่อนลงไปสัมผัสหรือแตะน้ำข้างเขื่อน

4.3.8 วิธีการต่อสายดินของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าเมื่อเรืออยู่ในอู่ลอย และอู่แห้ง การนำเรือเข้าซ่อมทำในอู่ลอย เครื่องแล่นประสานไฟฟ้าจะติดตั้งอยู่บนอู่ลอยทั้งแบบสายเดียวและแบบหลายสาย และจะลากหัวแล่นประสานลงไปทำงานบนเรือ ดังแสดงในแผนภาพที่ 7 ส่วนการต่อสายดินของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าสำหรับเรือที่เข้าซ่อมทำบนอู่แห้งดังแสดงในแผนภาพที่ 8 สำหรับสายดินจะใช้ดาดฟ้าเรือเป็นแผ่นกราวด์ สำหรับเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าแบบสายเดียวจะต้องต่อสายดินให้ใกล้กับบริเวณที่แล่นประสานให้มากที่สุดสายดินที่ใช้จะต้องมีพื้นที่หน้าตัดรับกระแสไฟฟ้าตามที่กำหนด มีการหุ้มฉนวนป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นในกรณีที่สายดินวางอยู่บนตัวเรือ และสายดินที่ต่อจากแท่งกราวด์มาที่เรือจะต้องไม่หย่อนลงไปสัมผัสหรือแตะน้ำข้างเขื่อนสำหรับกรณีของอู่ลอย

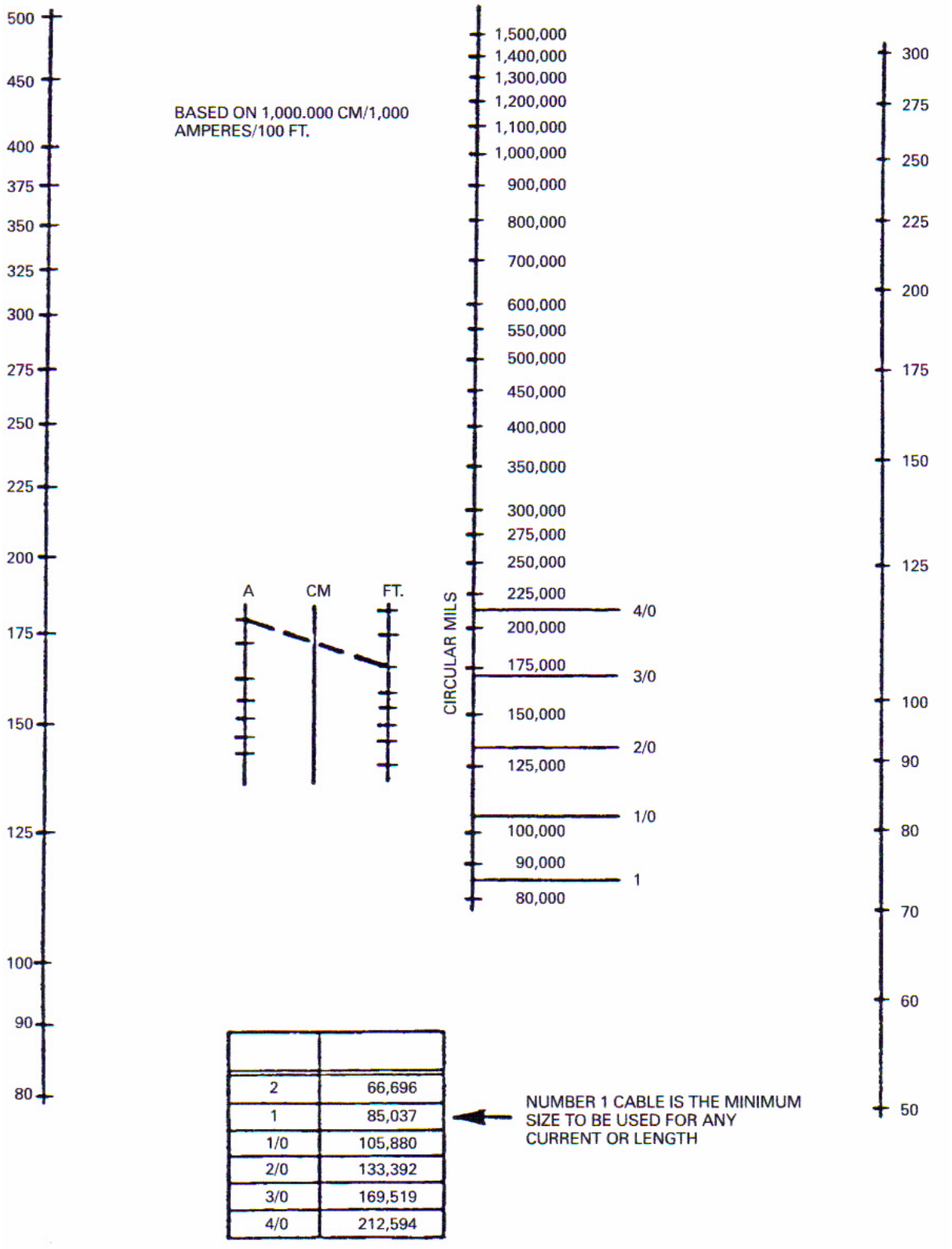
4.3.9 ข้อควรระวังพิเศษ

4.3.9.1 การแล่นประสานไฟฟ้าบริเวณอุปกรณ์หรือเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ จะต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอาจจะทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์หรือเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ได้

4.3.9.2 ต้องตรวจสอบขนาดของสายดินว่าสามารถทนกระแสไฟฟ้าลงดินได้เพียงพอโดยสอดคล้องกับความยาวของสายดินที่ใช้งาน สามารถตรวจสอบได้จากแผนภาพที่ 1 และแผนภาพที่ 2

4.3.9.3 การแล่นประสานเกี่ยวกับระบบท่อทาง ระบบกำลังดัน หรือเครื่องจักรต่างๆ จุดต่อของสายดินจะต้องอยู่ใกล้กับบริเวณที่มีการแล่นประสานมากที่สุด และจะต้องระวังอย่าให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลลงสายดินสามารถไหลผ่านชิ้นส่วนที่เป็น แบริ่ง หรือ ชิ้นส่วนที่อาจจะเกิดอาร์คเป็นประกายไฟได้

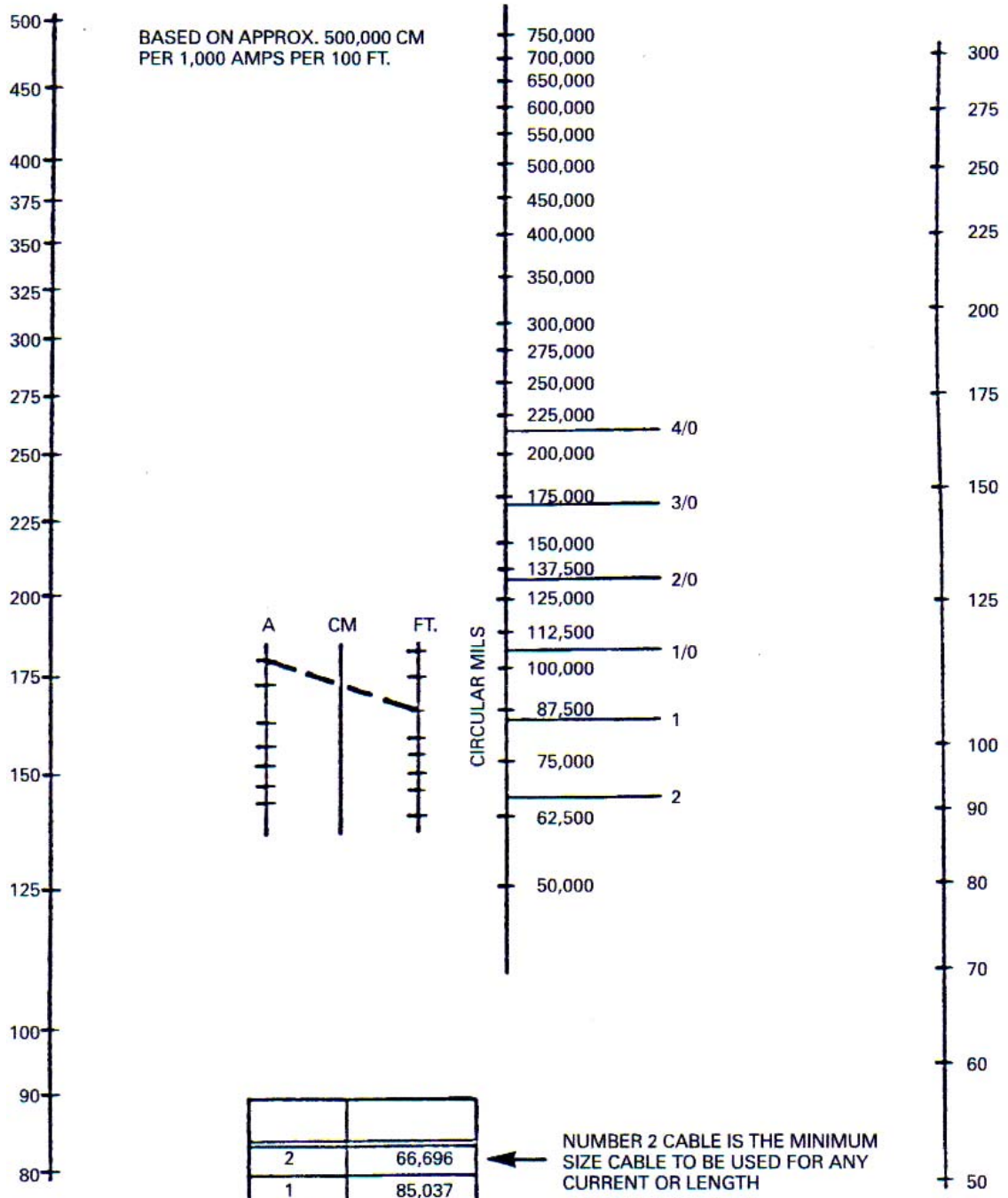
4.3.9.4 สายดินที่ใช้ระหว่างบริเวณที่ทำการแล่นประสานไปจนถึงแผ่นกราวด์ หรือแท่งกราวด์ควรมีความยาวไม่เกิน 10 ฟุต



2	66,696
1	85,037
1/0	105,880
2/0	133,392
3/0	169,519
4/0	212,594

NUMBER 1 CABLE IS THE MINIMUM SIZE TO BE USED FOR ANY CURRENT OR LENGTH

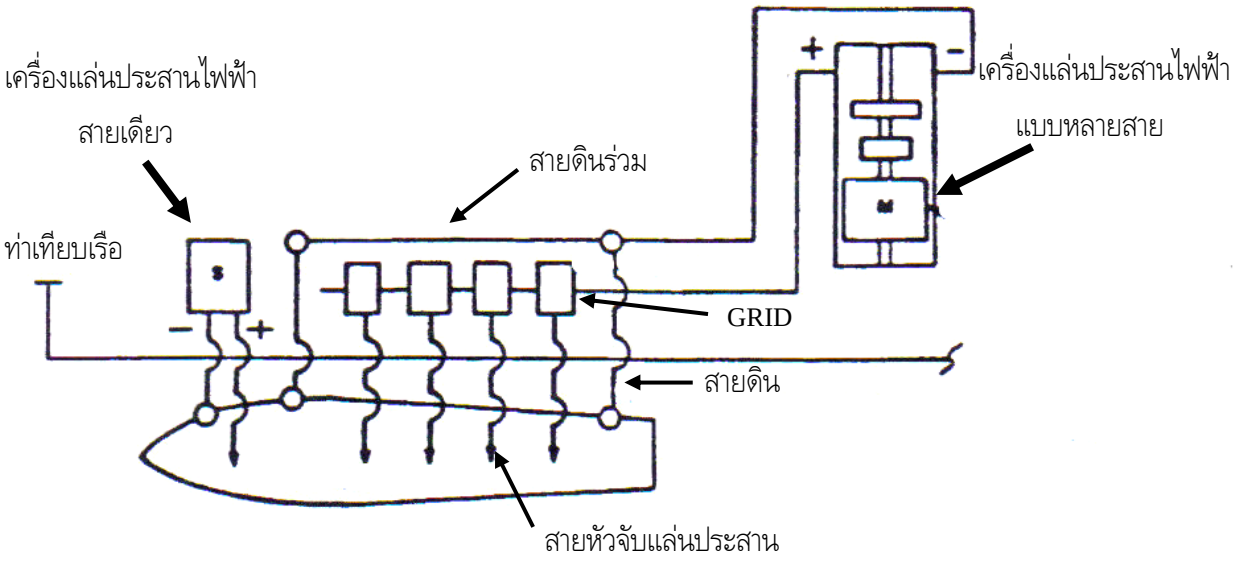
แผนภาพที่ 1 แสดงตารางหาขนาดของสายดินของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้า



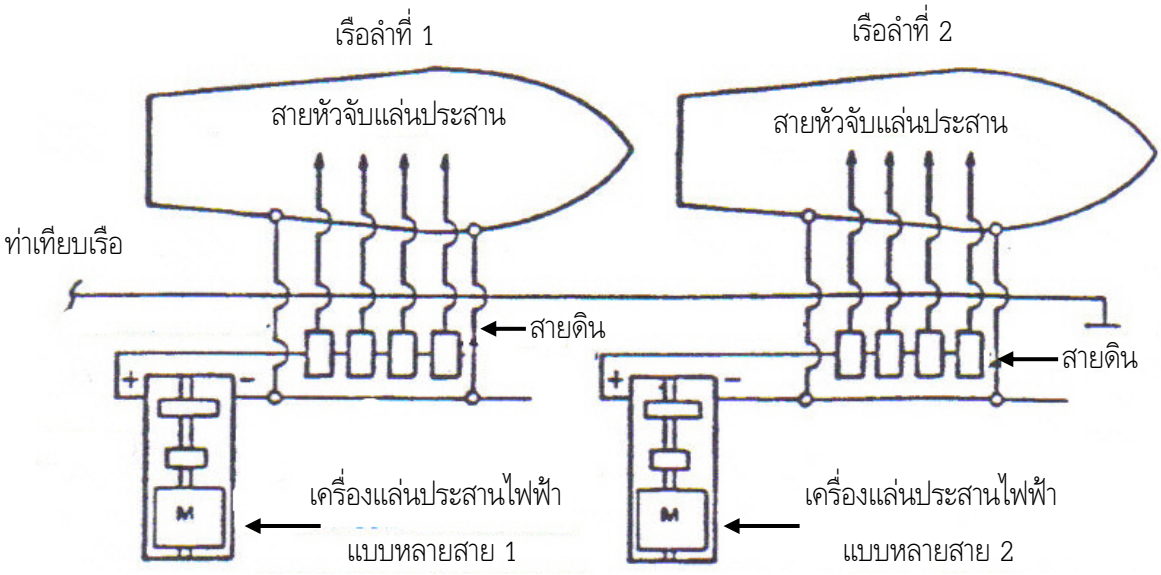
2	66,696
1	85,037
1/0	105,880
2/0	133,392
3/0	169,519
4/0	212,594

NUMBER 2 CABLE IS THE MINIMUM SIZE CABLE TO BE USED FOR ANY CURRENT OR LENGTH

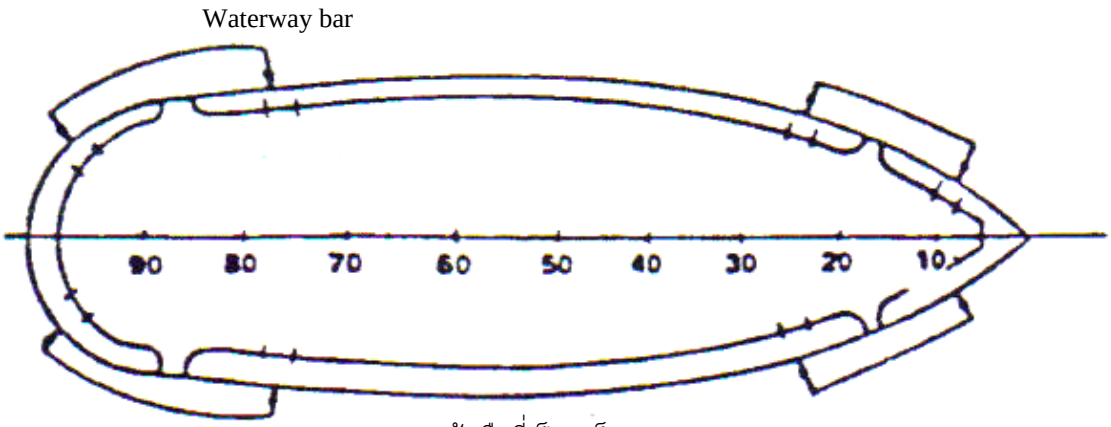
แผนภาพที่ 2 ตารางขนาดของสายต่อจากหลักดิน



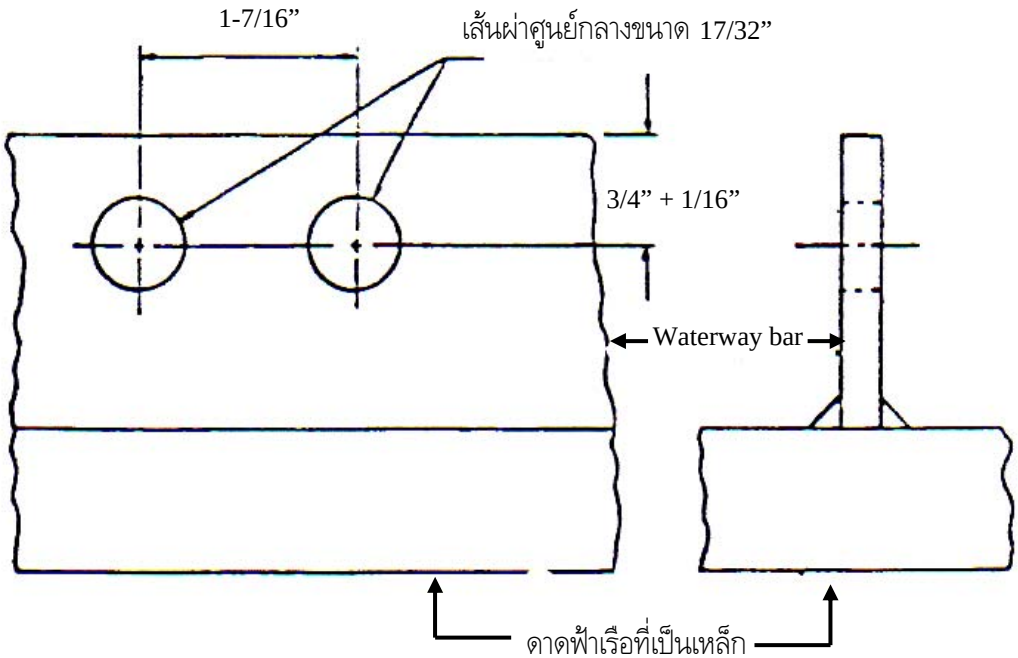
แผนภาพที่ 3 วิธีการต่อสายดินของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าสายเดียวและเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าแบบหลายสาย เมื่อเรือจอดเทียบท่าเรือเพียงลำเดียว



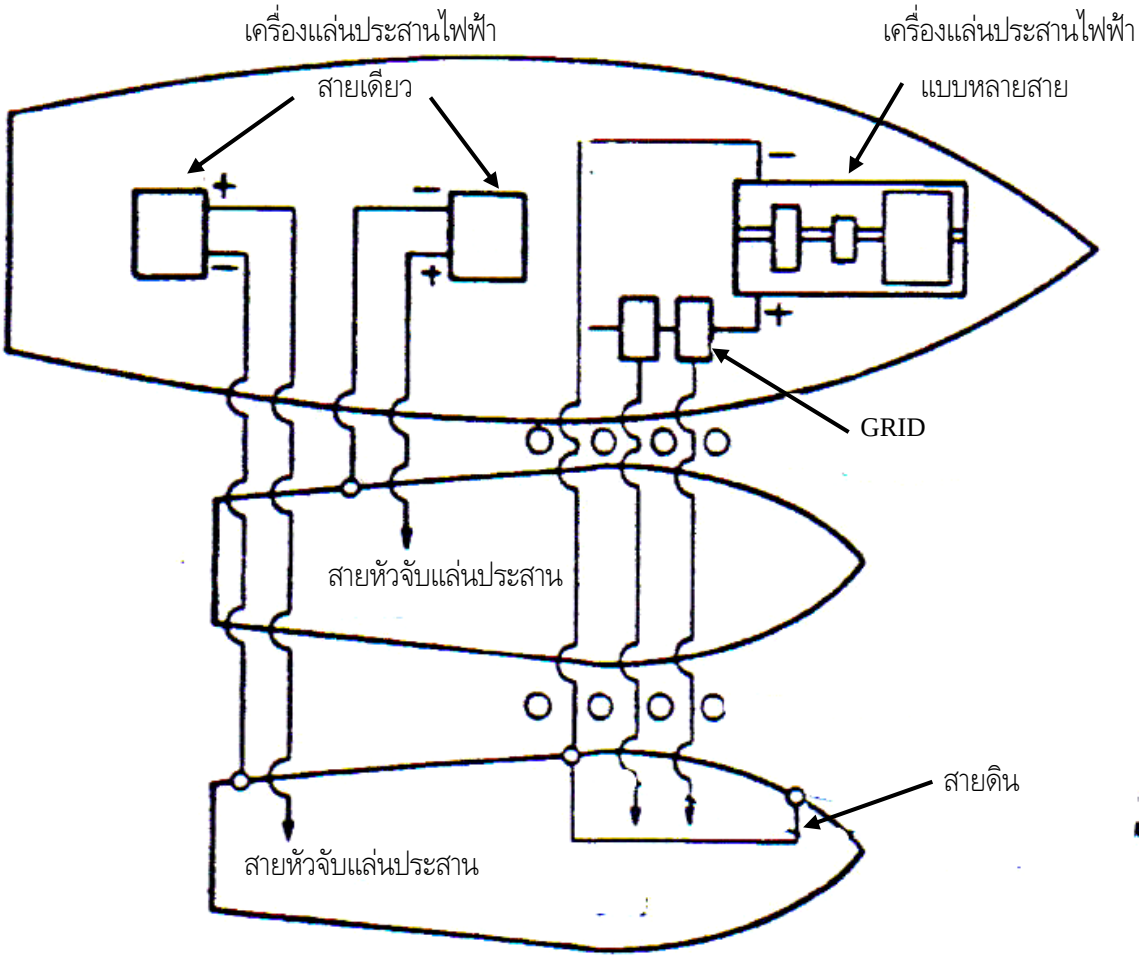
แผนภาพที่ 4 วิธีการต่อสายดินร่วมของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าหลายสายของเรือจอดเทียบท่าเรือมากกว่า 1 ลำ



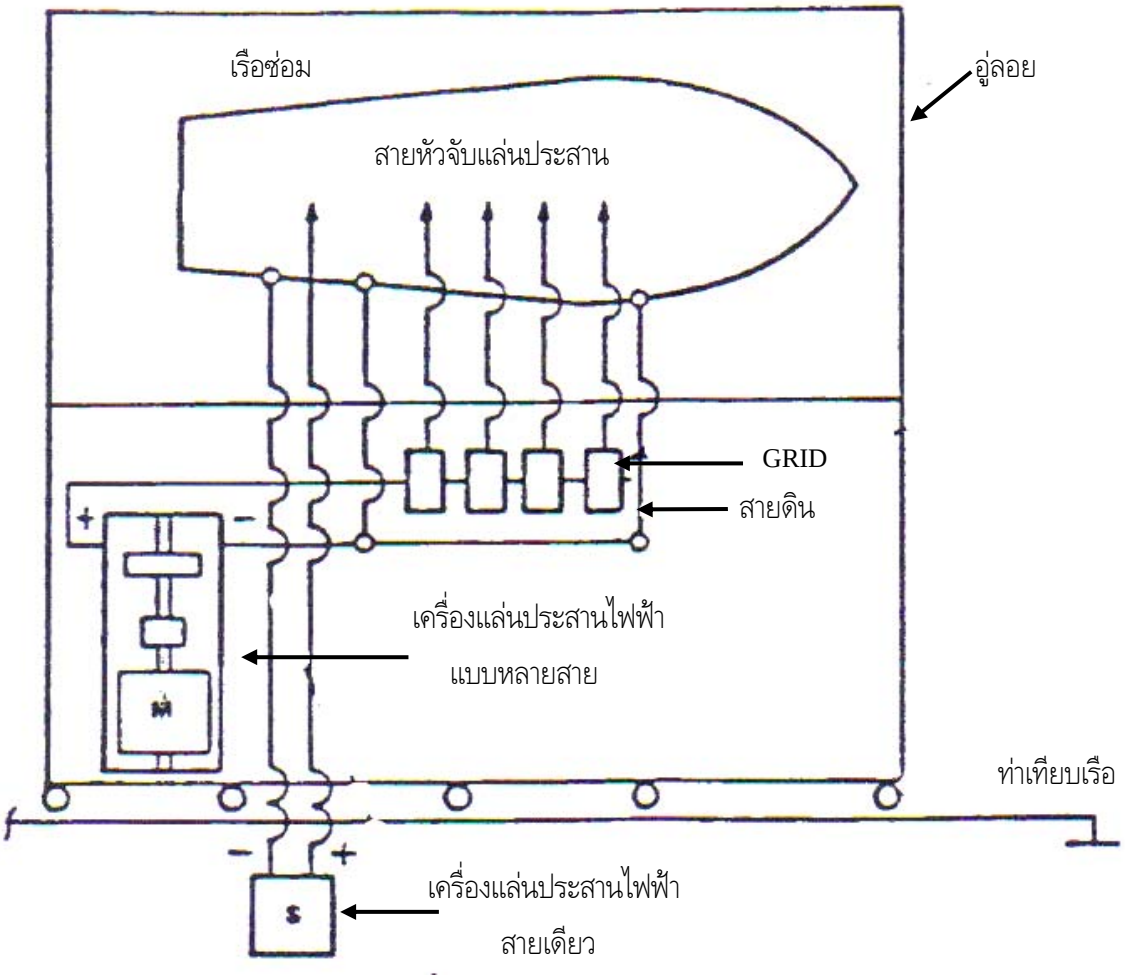
ดาดฟ้าเรือที่เป็นเหล็ก



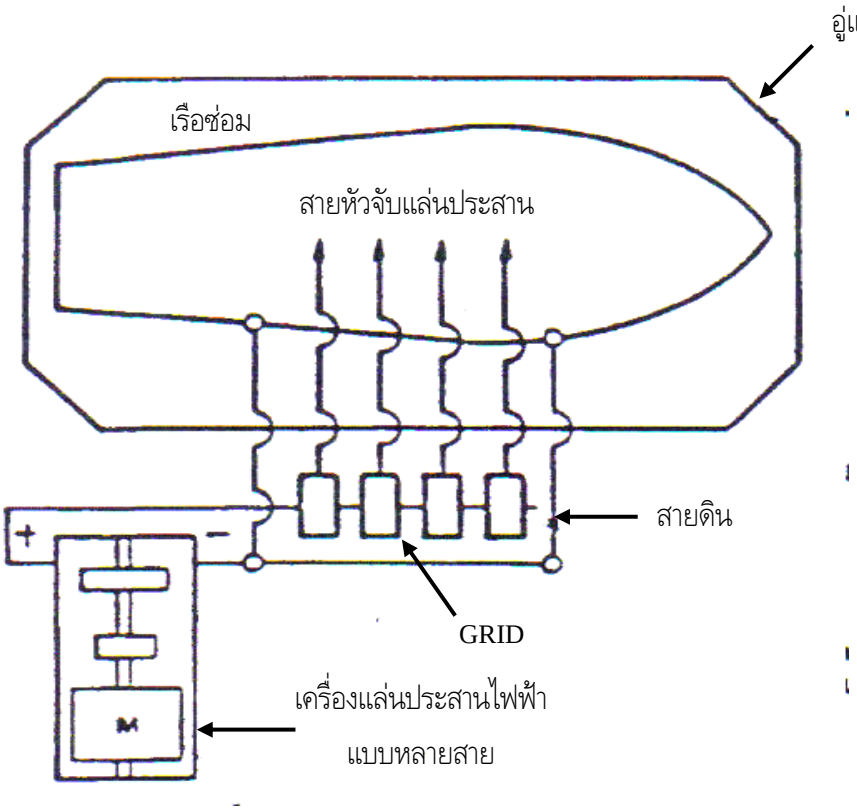
แผนภาพที่ 5 การต่อสายดินกับดาดฟ้าของเรือเหล็ก



แผนภาพที่ 6 วิธีการต่อสายดินร่วมของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าจากเรือซ่อมบำรุงไปยังเรือซ่อม



แผนภาพที่ 7 วิธีการต่อสายดินของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าเมื่อเรืออยู่ในอู่ลอย



แผนภาพที่ 8 วิธีการต่อสายดินของเครื่องแล่นประสานไฟฟ้าเมื่อเรืออยู่อู่แห้ง