

เอกสารการออกแบบไฟฟ้า

การแข่งขันทักษะวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า
ทักษะ การออกแบบระบบไฟฟ้าและเขียนแบบไฟฟ้าด้วยคอมพิวเตอร์
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ระดับภาค ภาคเหนือ ประจำปีการศึกษา 2563
ณ แผนกไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย วันที่ 17-21 มีนาคม 2564

การคำนวณโหลดทางไฟฟ้า

-การออกแบบระบบไฟฟ้า ให้ใช้ข้อกำหนดตาม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 จัดทำโดย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

-ประเภทอาคารปฏิบัติการ 2 ชั้น แต่ละชั้นสูง 4.50 เมตร และติดตั้งฝ้าเพดานยิบฉาบเรียบแต่ไม่มี ฉนวนกันความร้อน ความสูงวัดจากพื้นถึงฝ้า 3.60 เมตร

-โหลดไฟฟ้าระบบ 1Φ 2W 230V เป็นโหลดไม่สมดุล ส่วนโหลด 3Φ 4W 230/400V เป็นโหลดสมดุล โดยโหลดทุกชนิดเป็นโหลดต่อเนื่อง และอุณหภูมิโดยรอบ 40 °C

-กำหนดวิธีการออกแบบระบบไฟฟ้า ดังนี้

1. วงจรรย่อย (Branch Circuit : BC)		
1.1 วงจรแสงสว่าง วงจรเต้ารับ และ วงจรบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Appliance) เช่น พัดลม เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำร้อน ซึ่งควบคุมวงจรย่อย โดยใช้แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย ประจำชั้น 1 (LP1) และแผงจ่ายไฟฟ้าย่อยประจำชั้น 2 (LP2)	1.2 วงจรรย่อยมอเตอร์ เช่น มอเตอร์เหนี่ยวนำ ควบคุมโดย แผงจ่ายไฟฟ้าย่อยประจำชั้น 1 ได้แก่ PP1 มีข้อกำหนดดังนี้ - ให้มอเตอร์ทุกตัวมีขนาดเกิน 1 แรงม้า และมีเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลัง (Overload Relay) ทุกตัว - มอเตอร์ 1 เฟส สายนิวทรัล เท่ากับสายเฟส และไม่เล็กกว่าสายดิน - มอเตอร์ 3 เฟส ไม่มีสายนิวทรัล (อุปกรณ์เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลัง เป็นระบบ 400V)	1.3 วงจรรย่อยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า กำหนดให้เป็นชนิดเครื่องเชื่อมอาร์กกระแสสลับ (Electrical Arc Welder) หรือ เครื่องเชื่อมอินเวอร์เตอร์ (Inverter Welding) ควบคุมโดยแผงจ่ายไฟฟ้าย่อยประจำชั้น 1 ได้แก่ PP1 มีข้อกำหนดดังนี้ - เครื่องเชื่อมไฟฟ้า 1 เฟส สายนิวทรัลเท่ากับสายเฟส และสายดินไม่ใหญ่กว่าสายนิวทรัล - เครื่องเชื่อมไฟฟ้า 3 เฟส ไม่มีสายนิวทรัล สายดินเท่ากับสายเฟส

การออกแบบวงจรย่อย	วงจรย่อยมอเตอร์ 1 ตัว	วงจรย่อยเครื่องเชื่อม 1 เครื่อง
1) รวมกำลังไฟฟ้าของวงจรย่อย เป็น VA 2) หาเซอร์กิตเบรกเกอร์ (CB) วงจรย่อย โดยพิกัดตัดกระแสของ CB คิด 125% ดังนี้ - พิกัดกระแส $I_{CB} \geq 1.25 \times I_{max}$ โดย $I_{max} = VA/230$ ยกเว้น CB เครื่องปรับอากาศ และ ปั้ม คิดที่ 175% ดังนั้น - พิกัดกระแส $I_{CB} \geq 1.75 \times I_{max}$ 3) เลือกสายไฟฟ้า โดยโหลดทั่วไปหาขนาดสายไฟฟ้าตามพิกัดของ CB ที่ได้ $I_{BC} \geq I_{CB}$ - ยกเว้นเครื่องปรับอากาศและ ปั้ม ขนาดสายไฟฟ้า $\geq 125\%$ ของกระแสโหลด สูตร $I_{bc} \geq 1.25 \times I_{max}$ แล้วเปิดตารางสายไฟฟ้า 4) เลือกใช้สายดินจากตาราง ซึ่งสายดินจะต้องมีขนาดไม่ใหญ่กว่าสายนิวทรัล ดังนั้นถ้าได้สายดินใหญ่กว่านิวทรัลให้ลดขนาดสายดินเท่าสายนิวทรัล 5) เลือกท่อร้อยสาย EMT จากตาราง	1) หากระแสเต็มที่ หรือ Full Load ของมอเตอร์ (I_{FL}) จากเนมเพลต หรือการคำนวณ หรือตารางมอเตอร์ 2) หาพิกัดของ CB ไม่เกิน 250% สูตร $I_{CB} \leq 2.5 \times I_{FL}$ 3) เลือกสายไฟฟ้า โดยคำนวณจากค่ากระแส (I_n) ของมอเตอร์ สูตร $I_n \geq 1.25 \times I_{FL}$ 4) เลือกใช้สายดิน จากค่ากระแสปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินกำลังหรือ Overload Relay ซึ่งตั้งค่าไว้ 1.15 เท่าของกระแสเต็มที่ (I_{FL}) ดังนั้น สายดิน = $1.15 \times I_{FL}$ แล้วเปิดตารางขนาดสายดิน ซึ่งโหลดมอเตอร์ที่เป็นระบบ 1Φ 2W 230V สายดินจะต้องมีขนาดไม่ใหญ่กว่าสายนิวทรัล ถ้าได้สายดินใหญ่กว่านิวทรัลให้ลดขนาดสายดินเท่าสายนิวทรัล 5) เลือกท่อร้อยสาย IMC จาก ตาราง (หมายเหตุ ตารางสายดิน ของโหลดมอเตอร์ ให้ใช้ตารางเดียวกับตารางสายเฟส)	1) หากระแสเต็มที่ หรือ Full Load ของเครื่องเชื่อม (I_{FL}) จากเนมเพลต หรือการคำนวณ หรือตารางเครื่องเชื่อม 2) หาพิกัดของ CB ไม่เกิน 200% จากสูตร $I_{CB} \leq 2 \times I_{FL}$ 3) เลือกสายไฟฟ้าตามค่ากระแสคำนวณ (I_b) โดยใช้กระแสเต็มที่คูณด้วยค่ารอบทำงาน (Duty Cycle : k) ซึ่งหาได้จากตารางที่กำหนด ดังนั้นกระแสสายวงจรย่อยเพื่อเลือกสายไฟฟ้า คือ $I_b = k \times I_{FL}$ 4) เลือกใช้สายดิน ดังนี้ - สายดินจะต้องมีขนาดไม่ใหญ่กว่าสายนิวทรัล ดังนั้นถ้าได้สาย ดินใหญ่กว่านิวทรัลให้ลด ขนาดสายดินเท่าสาย นิวทรัล - สายดินของเครื่องเชื่อม 3 เฟส ให้ใช้เท่ากับสายเฟส 5) เลือกท่อร้อยสาย IMC จาก ตาราง

ตัวอย่าง 1) วงจรย่อยโหลดแสงสว่าง 1Φ 2W 230V กำลังไฟฟ้ารวม 800VA $I_{max} = 800/230 = 3.48A$ $I_{CB} \geq 1.25 \times 3.48 = 4.35 A$ - เลือก CB 1P 10AT 63AF I_C 6kA - เลือกสาย IEC 01 2×2.5 mm² - เลือกท่อ EMT Ø15 mm หมายเหตุ : - สายไฟฟ้าที่เดินเข้าสวิตช์ 1 ตัว หรือเดินออกจากสวิตช์ 1 ตัว ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาด 1.5 mm² หากเดินเข้าสวิตช์ 2 ตัวขึ้นไป ให้ใช้สายไฟฟ้าที่มีขนาดเดียวกับ สายวงจรย่อย รวมทั้งสายนิวทรัล มีขนาดเช่นเดียวกัน - วงจรพัดลมใช้หลักการเดียวกับ โคมไฟฟ้า 2) วงจรย่อยโหลดเต้ารับ 1Φ 2W 230V กำลังไฟฟ้ารวม 1440VA $I_{max} = 1440/230 = 6.26A$ $I_{CB} \geq 1.25 \times 6.26 = 7.83 A$ - เลือก CB 1P 16AT 63AF I_C 6kA (เพื่อความคุ้มค่าการใช้งาน <u>เลือก 16AT</u>) - เลือกสาย IEC 01 2×2.5 mm² - เลือกสายดิน IEC 01 1×2.5 mm² - เลือกท่อ EMT Ø15 mm สรุปใช้ IEC 01 2×2.5/G-2.5 mm² in EMT Ø15 mm	ตัวอย่าง 1) Induction ชนิด 1 เฟส 230V 2.2kW กระแสโหลดเต็มที่ 17.8A - หาพิกัดของ CB ไม่เกิน 250% ดังนั้น $I_{CB} \leq 2.5 \times 17.8 = 44.5A$ - เลือก CB 1P 40AT 63AF I_C 6kA - เลือกสายไฟฟ้าจาก กระแสของมอเตอร์ (I_m) $I_m \geq 1.25 \times 17.8 = 22.25A$ ใช้สาย IEC 01 2×4 mm² - เลือกสายดินจาก I_{OL} $= 1.15 \times 17.8 = 20.47A$ <u>เปิดตารางสายดินได้</u> IEC 01 1×2.5 mm² - เลือกท่อ IMC Ø15 mm 2) Induction ชนิด 3 เฟส 400V 11kW กระแสโหลดเต็มที่ 21A $I_{CB} \leq 2.5 \times 21 = 52.5A$ - เลือก CB 3P 50AT 63AF I_C 6kA $I_m \geq 1.25 \times 21 = 26.25A$ - เลือกสายเฟส IEC 01 3×6 mm² (ไม่เดินสายนิวทรัล) - เลือกสายดิน (1.15 × 21 = 24.15 A) ใช้ IEC 01 1×6 mm² - เลือกท่อ IMC Ø 20 mm (หมายเหตุ ตารางสายดิน ของโหลดมอเตอร์ ให้ใช้ตารางเดียวกับตารางสายเฟส)	ตัวอย่าง 1) เครื่องเชื่อมอาร์กกระแสสลับ ชนิด 1 เฟส 2 สาย 230V มีกำลังไฟฟ้า 8kVA รอบการทำงานร้อยละ 60 (k = 0.78) - หากระแสโหลดเต็มที่ $I_{FL} = 8000/230 = 34.79A$ - หาพิกัดของ CB ไม่เกิน 200% ของ I_F ดังนั้น $I_{CB} \leq 2 \times 34.79 = 69.58A$ - เลือก CB 1P 63AT 63AF I_C 6kA - หากระแสโหลดเพื่อหาขนาดสาย $I_b = 0.78 \times 34.79 = 27.14A$ - เลือกสายไฟฟ้า IEC 01 2×4 mm² - เลือกสายดินเท่ากับสายนิวทรัล IEC 01 1×4 mm² - เลือกท่อ IMC Ø15 mm 2) เครื่องเชื่อมอาร์กกระแสสลับ ชนิด 3 เฟส 3 สาย มีกำลังไฟฟ้า 15kVA รอบการทำงาน ร้อยละ 70 (k=0.84) - หากระแสโหลดเต็มที่แต่ละ เฟส $I_{FL} = (15000/3) / 230 = 21.74A$ - หาพิกัดของ CB ไม่เกิน 200% ของ I_F ดังนั้น $I_{CB} \leq 2 \times 21.74 = 43.48A$ - เลือก CB 3P 40AT 63AF I_C 6kA - หากระแสโหลดคำนวณหาสายไฟฟ้า $I_b = 0.84 \times 21.74 = 18.27A$
---	--	---

หมายเหตุ : สายไฟฟ้าที่เดินเข้าเต้ารับ 1 จุด ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาด $2 \times 2.5 \text{ mm}^2$/G-2.5 mm^2 หากเดินไปเต้ารับ 2 จุด ขึ้นไป ให้ใช้สายไฟฟ้าที่มีขนาด เดียวกับสาย วงจรย่อย 3) วงจรย่อยเครื่องปรับอากาศ 3Φ 4W 230/400V กำลังไฟฟ้ารวม 4180VA กำลังไฟฟ้าต่อเฟส = $4180/3$ $= 1393.34\text{VA}$ I_{max} ต่อเฟส = $1393/230$ $= 6.06\text{A}$ $I_{\text{CB}} \geq 1.75 \times 6.06 = 10.61 \text{ A}$ - เลือก CB 3P 16AT 63AF I_c 6kA - เลือกสาย IEC 01 $4 \times 2.5 \text{ mm}^2$ - เลือกสายดิน IEC 01 $1 \times 2.5 \text{ mm}^2$ เลือกท่อ EMT Ø15 mm		- เลือกสายไฟฟ้าตามกระแสโหลดคำนวณ IEC 01 $3 \times 4 \text{ mm}^2$ - เลือกสายดินเท่ากับสายเฟส ใช้ IEC 01 $1 \times 4 \text{ mm}^2$ - เลือกท่อ IMC Ø15 mm
--	--	--

2. วงจรสายป้อน (Feeder Circuit : FC)	
วงจรสายป้อนของแผงจ่ายไฟฟ้าย่อย ชั้น 1 (LP1) และวงจรสายป้อนของแผงจ่ายไฟฟ้าย่อยชั้น 2 (LP2)	วงจรสายป้อนของแผงจ่ายไฟฟ้าย่อยชั้น 1 (PP1) ซึ่งควบคุมวงจรย่อยมอเตอร์ และวงจรย่อยเครื่องเชื่อม - กำหนดให้ดีมานด์แฟกเตอร์ร้อยละ 100
การออกแบบวงจรสายป้อนโหลดทั่วไป 1) รวมกำลังไฟฟ้าของโหลดทั้งหมด (VA_L) ที่เชื่อมต่อในแผงจ่ายไฟฟ้า 2) หากำลังไฟฟ้าเมื่อลดอัตราส่วนความต้องการสูงสุด (ดีมานด์แฟกเตอร์ : D.F.) โดยหาจากตาราง ซึ่งจะได้ค่ากำลังไฟฟ้าใช้งาน (VA_{DF}) 3) หาพิกัก CB สายป้อน (I_{CB}) จากสูตร $I_{CB} \geq 1.25 \times I_{Lmax}$ โดย $I_{Lmax} = VA_{DF} / (\sqrt{3} \times 400)$ 4) หาสายไฟฟ้าสายป้อน 4.1) สายไฟฟ้ามีขนาด $\geq I_{CB}$ 4.2) กรณีสายเส้นไฟมีกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดมากกว่า 200A ขนาดกระแสของตัวนำนิวทรัล (I_n) ต้องไม่น้อยกว่า 200 บวกด้วยร้อยละ 70 ของส่วนที่เกิน 200A ดังสูตร $I_n = 200A + 0.7 \times (I_{Lmax} - 200)$ แล้วเปิดตารางสายไฟฟ้าตามค่า I_n 5) เลือกใช้สายดินจากตารางแนบท้าย 6) เลือกท่อร้อยสาย IMC จากตาราง	การออกแบบวงจรสายป้อนโหลดมอเตอร์หลายตัว และโหลดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า มาตรฐาน วสท. กำหนดไว้ดังนี้ 1. สายซึ่งจ่ายกระแสให้มอเตอร์มากกว่า 1 ตัว ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าผลรวมของพิกักกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ทุกตัว บวกกับร้อยละ 25 ของพิกักกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตัวใหญ่สุดในวงจร ในกรณีที่มอเตอร์ตัวใหญ่สุดมีหลายตัวให้บวกร้อยละ 25 เพียงตัวเดียว 2. กระแสของสายไฟฟ้าซึ่งจ่ายให้เครื่องเชื่อมหลายเครื่อง ต้องไม่ต่ำกว่าผลบวกของค่าที่คำนวณได้สำหรับเครื่องใหญ่ที่สุดบวกกับร้อยละ 60 ของเครื่องอื่นที่เหลือ 3. เครื่องป้องกันลัดวงจร (CB สายป้อน) สำหรับโหลดที่เป็นมอเตอร์ร่วมกับโหลดอื่น ต้องมีขนาดไม่เกินพิกัก หรือขนาดปรับตั้งของ CB ตัวใหญ่สุดในกลุ่ม บวกกับผลรวมของพิกักกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์เครื่องใหญ่สุด และจะต้องเพียงพอสำหรับจ่ายให้กับโหลดไฟฟ้ากำลังอื่นๆ วิธีการออกแบบวงจรสายป้อนแผงวงจรย่อย (PP1) 1) หาพิกัก CB ของสายป้อน 1.1) หาพิกัก CB ป้องกันมอเตอร์ตัวใหญ่สุด (I_{M-max}) 1.2) หาผลรวมของกระแสเต็มที่ (I_{t-M}) มอเตอร์ที่เหลือในกลุ่ม 1.3) หาขนาดของกระแสของเครื่องเชื่อมหลายเครื่อง $I_{t-b} = (\text{กระแสโหลดคำนวณ } (I_b) \text{ ของเครื่องใหญ่สุด}) + (0.6 \times \text{กระแสโหลดคำนวณที่เหลือทุกตัว})$ 1.4) ดังนั้นพิกักของ CB วงจรสายป้อน (I_{BC}) $I_{BC} \leq I_{CB-M} + I_{t-b}$ 2) หาสายป้อน 2.1) กระแสสายไฟฟ้าของมอเตอร์ทุกตัว (I_M) $I_M \geq (1.25 \times \text{กระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ใหญ่สุด}) + (\text{ผลรวมของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ทุกตัว})$ 2.2) กระแสสายไฟฟ้าของเครื่องเชื่อมทุกเครื่อง (I_{t-b}) $I_{t-b} = (\text{กระแสโหลดคำนวณ } (I_b) \text{ ของเครื่องใหญ่สุด}) + (0.6 \times \text{กระแสโหลดคำนวณที่เหลือทุกตัว})$ 2.3) ขนาดสายป้อน (I_{BC}) $I_{BC} \geq I_M + I_{t-b}$ แล้วเปิดตารางหาสายป้อน

	2.4) กำหนดสายนิวทรัลเท่ากับสายเฟส 2.5) เลือกสายดินตามพิคัดของ CB หรือถ้าได้ขนาดใหญ่กว่าสายนิวทรัลให้กำหนดเท่ากับสายนิวทรัล 3) เลือกท่อร้อยสาย IMC จากตาราง
ตัวอย่าง 1) แผงจ่ายไฟฟ้า(LP1) 3Φ 4W 230/400V มีกำลังไฟฟ้าโหลดแสงสว่าง 5kVA พัดลม 2kVA โหลดเต้ารับ 20kVA โหลดเครื่องปรับอากาศ 40kVA โหลดเครื่องทำน้ำร้อนเครื่องที่ 1=8kVA เครื่องที่ 2=7kVA เครื่องที่ 3=5kVA 1.1) โหลดรวม (VA_t) = 87kVA 1.2) โหลดดีมานด์แฟกเตอร์ (VA_{DF}) - โหลดแสงสว่าง 100% = 5kVA - โหลดพัดลม 100% = 2kVA - โหลดเต้ารับ $= 10 + (0.5 \times 10) = 15kVA$ - โหลดเครื่องปรับอากาศ 100% = 40kVA - โหลดเครื่องทำน้ำร้อน = $(8+7) + (0.5 \times 5) = 17.5kVA$ โหลดดีมานด์แฟกเตอร์ (VA_{DF}) $= 5+2+15+40+17.5 = 79.5kVA$ 1.3) หาพิคัด CB สายป้อน (I_{CB}) $= 1.25 \times (79.5 \times 1000 / (1.732 \times 400))$ $= 143.45A$ ใช้ CB 3P 150AT 225AF $I_C \geq 18kA$ 1.4) เลือกสายเฟส สายนิวทรัล สายดิน และท่อร้อยสาย IEC 01 4 × 95 mm²/G-16 mm² in IMC Ø 65 mm	ตัวอย่าง โจทก์) แผงจ่ายไฟฟ้า(PP1) 3Φ 4W 230/400V มีโหลดดังนี้ - มอเตอร์ 3 เฟส 400V - M1 และ M2 ขนาด 11kW 2 ตัว ($I_n = 25A$) - M3 ขนาด 7.5kW 1 ตัว ($I_n = 17A$) - M4 ขนาด 5.5kW 1 ตัว ($I_n = 13A$) - เครื่องเชื่อมไฟฟ้า 1 เฟส 230V รอบทำงานร้อยละ 60 - เครื่องที่ 1 15kVA ($k = 0.78$) ($I_{Full} = 65.22A$) - เครื่องที่ 2 12kVA ($k = 0.784$) ($I_{Full} = 52.18A$) - เครื่องเชื่อมไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 400V รอบทำงานร้อยละ 60 ขนาด 18kVA ($k = 0.78$) ($I_{Full} = 26.09A$ / เฟส) - จำนวน 1 เครื่อง วิธีทำ 1) หาพิคัด CB ของสายป้อน 1.1) หาพิคัด CB ของมอเตอร์ตัวใหญ่สุด (I_{M-max}) $I_{M-max} \leq 2.5 \times 25 = 62.5A$ - เลือก CB 60AT 1.2) หาผลรวมของกระแสเต็มที่ (I_{t-M}) มอเตอร์ที่เหลือนอกกลุ่ม $I_{t-M} = 25 + 17 + 13 = 55A$ 1.3) หาขนาดของกระแสเต็มที่ของเครื่องเชื่อมทุกเครื่อง (I_{t-b}) - เครื่องเชื่อม 1 เฟส 15kVA - กระแสโหลดคำนวณ = $65.22 \times 0.78 = 50.88A$ - เครื่องเชื่อม 1 เฟส 12kVA - กระแสโหลดคำนวณ = $52.18 \times 0.78 = 40.70A$ - เครื่องเชื่อม 3 เฟส 18kVA - กระแสโหลดคำนวณ = $26.09 \times 0.78 = 20.35A$ ดังนั้นกระแสรวม 3 เฟส = $3 \times 20.35 = 61.05A$ $I_{t-b} = 50.88 + (0.6 \times (40.70 + 61.05)) = 111.93A$ - เนื่องด้วย เครื่องเชื่อมไฟฟ้ามีทั้งชนิด 1 เฟส และ 3 เฟส รวมกัน กระแสคำนวณทั้งหมดจึงเป็นกระแสรวมของทั้ง 3 เฟส ดังนั้นเมื่อเฉลี่ยกระแสแต่ละเฟส $= 111.93 / 3 = 37.31A$ 1.4) หาพิคัดของ CB วงจรสายป้อน (I_{BC}) โหลดทั้งหมด - I_{BC} = (พิคัด CB ของมอเตอร์ตัวใหญ่สุด + กระแสเต็มที่

	ของมอเตอร์ที่เหลืรวมกัน) + (กระแสค่านวนของ เครื่องเชื่อมทั้งหมด) $= (60 + 25 + 17 + 13) + (37.31) = 152.31A$ - ใช้ CB 3P 150AT 225AF $I_C \geq 18kA$ 2) หาสายป้อน 2.1) กระแสสายไฟฟ้าของมอเตอร์ทุกตัว (I_M) $I_M \geq (1.25 \times 25) + (25 + 17 + 13) = 86.25A$ 2.2) กระแสสายไฟฟ้าของเครื่องเชื่อมทุกเครื่อง (I_{t-b}) $I_{t-b} = 37.31A$ 2.3) ขนาดสายป้อน (I_{BC}) สายเฟส $I_{BC} \geq 86.25 + 37.31 = 123.56A$ เลือกสายเฟส IEC 01 $3 \times 70 \text{ mm}^2$ 2.4) กำหนดสายนิวทรัลเท่ากับสายเฟส เลือกสายนิวทรัล IEC 01 $1 \times 70 \text{ mm}^2$ 2.5) เลือกใช้สายดินจาก CB IEC 01 $1 \times 16 \text{ mm}^2$ 3) เลือกท่อร้อยสาย IMC $\varnothing 65 \text{ mm}$ สรุปลายป้อน IEC 01 $4 \times 70/G-16 \text{ mm}^2$ in IMC $\varnothing 65 \text{ mm}$
--	---

หมายเหตุ

กำหนดมาตรฐานและการติดตั้งช่องทางเดินสาย ดังนี้

- กำหนดให้เดินท่อร้อยสายวงจรร้อยแสงสว่าง วงจรเต้ารับ และวงจรบริภัณฑ์ไฟฟ้า ไปเชื่อมต่อเข้ากับรางไวร์เวย์แบบทึบมีฝาปิดแล้วเชื่อมต่อไปยังแผงย่อยของอาคารแต่ละชั้น ได้แก่ LP1 และ LP2 โดยแยกเป็น 2 รางไวร์เวย์ กำหนดขนาด (ความสูง $\times$ กว้าง $\times$ ยาว) = $100 \times 150 \times 2440$ มม. ได้แก่
 - รางไวร์เวย์ของวงจรร้อยแสงสว่าง 1 ราง
 - รางไวร์เวย์ของวงจรร้อยเต้ารับ และวงจรบริภัณฑ์ไฟฟ้าอื่น 1 ราง
 - ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าในรางไวร์เวย์ให้ใช้ค่าเดียวกับท่อร้อยสาย
- กำหนดให้เดินท่อร้อยสายวงจรร้อยมอเตอร์โดยท่อ IMC ไปเชื่อมต่อเข้ากับรางไวร์เวย์แบบทึบมีฝาปิดแล้วเชื่อมต่อไปยังแผงย่อย PP1 โดยแยกเป็นรางไวร์เวย์ของวงจรร้อยมอเตอร์โดยเฉพาะ กำหนดขนาด (ความสูง $\times$ กว้าง $\times$ ยาว) = $100 \times 150 \times 2440$ มม.
 - ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าในรางไวร์เวย์ให้ใช้ค่าเดียวกับท่อร้อยสาย
- กำหนดให้เดินท่อร้อยสายวงจรร้อยเครื่องเชื่อมโดยท่อ IMC ไปเชื่อมต่อเข้ากับรางไวร์เวย์แบบทึบมีฝาปิดแล้วเชื่อมต่อไปยังแผงย่อย PP1 โดยแยกเป็นรางไวร์เวย์ของวงจรร้อยเครื่องเชื่อมโดยเฉพาะ กำหนดขนาด (ความสูง $\times$ กว้าง $\times$ ยาว) = $100 \times 150 \times 2440$ มม.
 - ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าในรางไวร์เวย์ให้ใช้ค่าเดียวกับท่อร้อยสาย

3. หม้อแปลงไฟฟ้า และวงจรสายเมน (Main Circuit)

การออกแบบวงจรสายเมน

- 1) รวมกำลังไฟฟ้าเมื่อใช้ปริมาณดีมานด์แฟกเตอร์ (VA_{DF}) ของแผงจ่ายไฟฟ้าย่อย $LP1 + PP1 + LP2$
- 2) หาขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า $kVA \geq kVA_{DF}$ ที่ใกล้เคียงกับขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า
- 3) หาพิกัดเมน MCCB จากตาราง F5 กรณีขนาดหม้อแปลงไฟฟ้ามีขนาด 250kVA เป็นต้นไป
กรณีขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าต่ำกว่า 250kVA ให้คำนวณ ขนาด MCCB $\leq$ พิกัดกระแสไฟฟ้าออกเต็มพิกัดของหม้อแปลง ที่ใกล้เคียง (เช่น กระแสไฟฟ้า พิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า 230A ให้ใช้ MCCB = 225 A.)
- 4) หาสายเมนเฟส จากตาราง F5 กรณีหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 250kVA เป็นต้นไป กรณีขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าต่ำกว่า 250kVA ขนาดทนกระแของสายเมนเฟส $\geq 125\%$ ของพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า
- 5) หาสายนิวทรัล จากตาราง F5 หรือใช้ Half Neutral กรณีหม้อแปลงตั้งแต่ 250kVA เป็นต้นไป
กรณีขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า ต่ำกว่า 250kVA ให้ใช้สายนิวทรัลเท่ากับสายเฟส
- 6) เลือกใช้รางเคเบิลแลตเตอร์ วางสายไฟฟ้าเมนจาก ตาราง F5 กรณีหม้อแปลงตั้งแต่ 250kVA เป็นต้นไป
กรณีใช้หม้อแปลงต่ำกว่า 250 kVA ให้ใช้ ขนาด เคเบิลแลตเตอร์ 150 mm
- 7) เลือกใช้สายดินและท่อร้อยสายดิน IMC จากตารางสายดิน

ตัวอย่าง

- 1) ให้กำหนดขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าด้านแรงสูง 3 Φ 3W 22kV ด้านจ่ายแรงต่ำ 3 Φ 4W 230/400V หาค่าขนาดเมนเซอร์กิต เบรกเกอร์ สายเมนด้านแรงต่ำชนิด NYY แกนเดียว รางเคเบิลแบบบันไดหรือรางเคเบิลแลตเตอร์ เพื่อวางสายเมนจากหม้อแปลงไฟฟ้า ไปยัง MDB โดยวางสายชิดติดกันสำหรับสายเมนไม่ใช่สายควบ แต่ถ้าใช้สายควบให้วางสายเป็นกลุ่ม (กลุ่มที่ 7) สายดินของระบบ และท่อ IMC ร้อยสายดิน
 - แผง LP1 มีกำลังไฟฟ้าเมื่อคำนวณดีมานด์ไฟฟ้าแล้วรวมทุกเฟส 80kVA
 - แผง PP1 มีกำลังไฟฟ้าเมื่อคำนวณดีมานด์ไฟฟ้าแล้วรวมทุกเฟส 60kVA
 - แผง LP2 มีกำลังไฟฟ้าเมื่อคำนวณดีมานด์ไฟฟ้าแล้วรวมทุกเฟส 100kVA
 - 1.1) โหลดรวม (kVA) = 80kVA + 60kVA + 100kVA = 240kVA
 - 1.2) ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า $\geq (1.25 \times 240)$, $\geq 300kVA$ เลือกขนาดหม้อแปลง 315kVA
 - 1.3) หาพิกัด MCCB จากตารางหม้อแปลงไฟฟ้า(ตาราง F5) ได้ขนาด MCCB 500AT หรือ 600AT ให้เลือกขนาดต่ำสุดเพื่อป้องกันหม้อแปลงให้ปลอดภัยที่สุด ดังนั้น
เลือกใช้ MCCB 3P 500AT 600AF $I_c \geq 25kA$
 - 1.4) เลือกสายเมนจากตารางที่ F5 ได้ขนาด NYY 1(3 $\times$ 300, 1 $\times$ 150) หรือ NYY 2(3 $\times$ 120, 1 $\times$ 70)
ให้เลือกริ้วไม่ใช่สายควบ หรือใช้สายควบจำนวนน้อยที่สุด คือใช้ NYY 1(3 $\times$ 300, 1 $\times$ 150) วางแบบชิดติดกัน
ให้เลือกขนาดรางเคเบิลแลตเตอร์ จากค่าตาราง F5ขนาดใหญ่สุด คือ 300 mm ดังนั้นใช้ NYY 1(3 $\times$ 300, 1 $\times$ 150) in Cable Ladder 300 mm
 - 1.5) สายดินของระบบจากตาราง ได้ขนาดสายดิน IEC 01 1 $\times$ 50 mm² in IMC $\varnothing 20$ mm

ตารางแสดงค่าทางไฟฟ้า
สำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้า
ภาคผนวก C จำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย

ตารางที่ C1 จำนวนสายไฟฟ้าขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย
สำหรับสายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01

ขนาดสายไฟฟ้า (ตร.มม.)		จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย											
1.5		8	14	22	37	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5		5	10	15	25		-	-	-	-	-	-	-
4		4	7	11	19	30	-	-	-	-	-	-	-
6		3	5	9	15	23	37	-	-	-	-	-	-
10		1	3	5	9	14	22		-	-	-	-	-
16		1	2	4	6	10	16	27	42	-	-	-	-
25		1	2	2	4	6	10	17	27	34	-	-	-
35		1	1	2	3	5	8	14	21	27	33		
50		-	1	1	1	3	6	10	15	19	24	38	
70		-	-	1	1	3	4	7	12	15	18	29	42
95		-	-	1	1	1	3	5	8	11	13	21	30
120		-	-	-	1	1	2	4	7	9	11	17	25
150		-	-	-	1	1	1	3	5	7	9	14	20
185		-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	11	16
240		-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
300		-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	7	10
400		-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
ขนาดท่อ	มม.	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150
	นิ้ว	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6

แหล่งที่มา: มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 ภาคผนวก ก

ตารางที่ 5-20 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ขนาดแรงดัน (U₀/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV

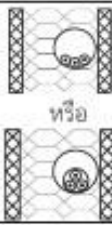
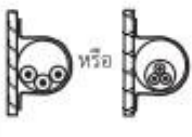
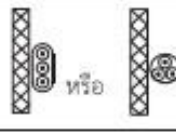
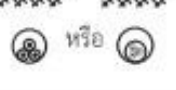
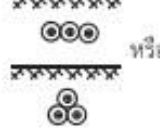
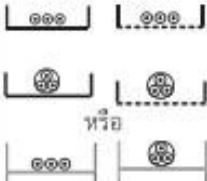
อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ในงาน	รหัสชนิดเคเบิล 60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, VCT, IEC 60502-1 รวมถึงสายที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน และ สายควมแน่นน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (A)							
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
4	23	22	21	20	28	26	24	23
6	30	28	27	25	36	33	31	30
10	40	37	37	34	50	45	44	40
16	53	50	49	45	66	60	59	54
25	70	65	64	59	88	78	77	70
35	86	80	77	72	109	97	96	86
50	104	96	94	86	131	116	117	103
70	131	121	118	109	167	146	149	130
95	158	145	143	131	202	175	180	156
120	183	167	164	150	234	202	208	179
150	209	191	188	171	261	224	228	196
185	238	216	213	194	297	256	258	222
240	279	253	249	227	348	299	301	258
300	319	291	285	259	398	343	343	295
400	-	-	-	-	475	-	406	-
500	-	-	-	-	545	-	464	-

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-20)

1. อุณหภูมิโดยรอบที่ต่างจาก 40°C ให้รับค่าตามตารางที่ 5-43
2. ในกรณีที่มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในช่องเดินสาย ให้รับค่าตามตารางที่ 5-8

ตารางที่ 5-47 รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินช่องเดินสายโลหะหรือโลหะ ภายในในฝ้าเพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ		กลุ่มที่ 1	ฝ้าเพดาน หรือผนังกันไฟที่เป็นฉนวนความร้อนคือวัสดุที่มีค่าการนำทางความร้อน (thermal conductance) อย่าง น้อย $10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^{\circ}$
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในช่องเดินสายโลหะหรือโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 2	กรณีฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกันผนังนั้นจะต้องมีค่าความต้านทานความร้อน (thermal resistivity) ไม่เกิน $2 \text{ K}^{\circ}\text{m/W}$
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก เดินเกาะผนัง หรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 3	-
สายเคเบิลแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่าง เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ		กลุ่มที่ 4	ระยะห่างถึงผนังและระหว่างเคเบิลไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน		กลุ่มที่ 5	-
สายแกนเดี่ยว หรือหลายแกน หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฝังดินโดยตรง		กลุ่มที่ 6	-
สายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิลแบบต้านล่างทับ รางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือรางเคเบิลแบบบันได		กลุ่มที่ 7	รางเคเบิลแบบระบายอากาศจะต้องมีพื้นที่ระบายอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ผิวรางเคเบิลทั้งหมด

ตารางที่ 5-30

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือรางเคเบิลแบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7				
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดี่ยว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 10, NYY, NYY-G และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควั่นน้อย เป็นต้น				
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
1	-	-	-	-	13
1.5	-	-	-	-	16
2.5	-	-	-	-	22
4	-	-	-	-	30
6	-	-	-	-	37
10	-	-	-	-	52
16	-	-	-	-	70
25	99	96	127	113	88
35	124	119	157	141	110
50	151	145	191	171	133
70	196	188	244	221	171
95	239	230	297	271	207
120	279	268	345	315	240
150	324	310	397	365	278
185	371	356	453	418	317
240	441	422	535	495	374
300	511	488	617	573	432
400	599	571	741	692	-
500	686	652	854	800	-

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-30)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
- 2) ในกรณีที่มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40 และ ตารางที่ 5-41 สำหรับสายแกนเดี่ยวและสายหลายแกน ตามลำดับ
- 3) คู่อธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
- 4) คู่อธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48

มาตรฐานการผลิตรางเคเบิลแลดเดอร์

KLBL

Standard Materials :
Hot Rolled Mild Steel Sheet 2.0 mm.

Finishing :
Hot-dip galvanized

Application :
Houses runs of control and power cable
Used for cable and wire junction, distribution
and termination



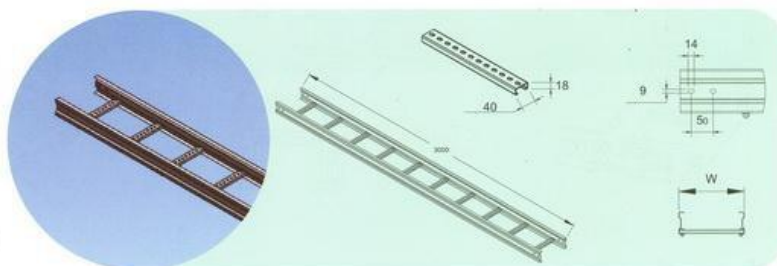
CABLE LADDER

Drawing : ความกว้าง / ความสูง / ความยาว

Dimension : mm.

All the dimension
are based on figure
specified below

PRICE LIST



รหัส	กว้าง	สูง	ยาว	ความหนา	ราคา
Code	Width	Height	Length	Thickness	Price/Unit
KLBL 020	200	100	3000	2	1,200
KLBL 030	300	100	3000	2	1,425
KLBL 040	400	100	3000	2	1,590
KLBL 050	500	100	3000	2	1,680
KLBL 060	600	100	3000	2	1,800
KLBL 070	700	100	3000	2	1,890
KLBL 080	800	100	3000	2	1,980
KLBL 090	900	100	3000	2	2,070
KLBL 100	1000	100	3000	2	2,160

ราคาเป็นรวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

มาตรฐานการผลิตรางไวร์เวย์แบบทึบมีฝาปิด

เคเจแอล 

KWWS 8

Standard Materials :
Cold Rolled Mild Steel Sheet 0.8-1.0 mm.

Finishing :
Epoxy Polyester Powder Painted (KJ89051Y)

Application :
Houses runs of control and power cable
Used for cable and wire junction, distribution and termination

WIREWAY

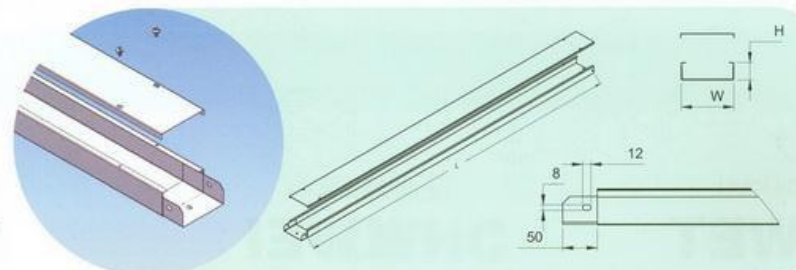
Drawing : ความสูง / ความกว้าง / ความยาว

Dimension : mm.

All the dimension are based on figure specified below

PRICE LIST

รหัส	ขนาด	ขนาด	ความหนา	น้ำหนัก	ราคา
Code	H x W x L	H x W x L	Thickness	Weight/Unit	Price/Unit
KWWS 801	2"x3"x8 ฟุต	50 x 75 x 2440	0.8	3.9	300
KWWS 802	2"x4"x8 ฟุต	50 x 100 x 2440	0.8	5.0	320
KWWS 803	2"x6"x8 ฟุต	50 x 150 x 2440	0.8	6.4	500
KWWS 804	3"x4"x8 ฟุต	75 x 100 x 2440	0.8	5.6	340
KWWS 805	4"x4"x8 ฟุต	100 x 100 x 2440	0.8	6.4	380
KWWS 806	4"x6"x8 ฟุต	100 x 150 x 2440	0.8	7.8	500
KWWS 807	4"x8"x8 ฟุต	100 x 200 x 2440	0.8	9.6	640
KWWS 808	4"x10"x8 ฟุต	100 x 250 x 2440	1.0	14.4	990
KWWS 809	4"x12"x8 ฟุต	100 x 300 x 2440	1.0	15.5	1,100
KWWS 810	6"x6"x8 ฟุต	150 x 150 x 2440	0.8	9.2	640
KWWS 811	6"x8"x8 ฟุต	150 x 200 x 2440	1.0	13.8	990
KWWS 812	6"x10"x8 ฟุต	150 x 250 x 2440	1.0	16.4	1,100
KWWS 813	6"x12"x8 ฟุต	150 x 300 x 2440	1.0	17.5	1,240
KWWS 814	8"x 8"x8 ฟุต	200 x 200 x 2440	1.0	17.5	1,100
KWWS 815	8"x10"x8 ฟุต	200 x 250 x 2440	1.0	18.4	1,240
KWWS 816	8"x12"x8 ฟุต	200 x 300 x 2440	1.0	19.8	1,370



ตาราง ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์
(Molded Case Circuit Breaker)

พิกัดกระแสตัดลัดวงจรของตัดตอนอัตโนมัติเลือกหุ้มมิดชิด (Molded Case Circuit Breaker)

ที่พิกัดจำนวน 600 V เป็นกิโลแอมป์ (kA) SYML. r.m.s.

พิกัดกระแสโครง (Ampere Frame) (AF)	พิกัดกระแสตัดวงจร (Ampere Trip) (AT)	อัตราพิกัดกระแสตัดลัดวงจร (IC) ที่แรงดันพิกัด 380/ 415 V
50	10,15,20,25,30,35,40,50	7.5 kA , 10 kA , 15 kA
100	15,20,25,30,35,40,50,60,70,80,90,100	10 kA , 15 kA , 18 kA , 20 kA , 25 kA , 30 kA
225	125,150,175,200,225	18 kA , 20 kA , 25 kA , 30 kA , 36 kA
400	125,150,175,200,225,250,300,350,400	20 kA , 25 kA , 30 kA , 36 kA , 50 kA
600	450, 500, 600	25 kA , 30 kA , 36 kA , 40 kA , 45 kA , 60 kA
800	600,700,800	30 kA , 36 kA , 40 kA , 45 kA , 50 kA , 60 kA , 100 kA
1000	800,900,1000	30 kA , 36 kA , 40 kA , 45 kA , 50 kA , 60 kA , 65 kA , 100 kA
1200	800,1000,1200	36 kA , 40 kA , 45 kA , 50 kA , 60 kA , 65 kA , 100 kA
1600	1000,1200,1600	40 kA , 45 kA , 50 kA , 60 kA , 65 kA , 75 kA , 85 kA , 100 kA
2000	1200,1600,2000	40 kA , 45 kA , 50 kA , 60 kA , 65 kA , 75 kA , 85 kA , 100 kA

ตาราง ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์
(Miniature Circuit Breaker)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ สำหรับวงจรย่อย ของคอนซูมเมอร์ยูนิต และโพลีเซ็นเตอร์

Miniature Circuit Breaker 240/415 Volts ขั้ว 1 และ 3 Pole ฟังก์ชันการกระแสดัดวงจร (IC) 6 k

ตามมาตรฐาน IEC 60898 และ IEC 60947-2

ฟลักซ์กระแสโครง (Ampere Frame) (AF)	ฟลักซ์กระแสดัดวงจร (Ampere Trip) (AT)
63	10
	16
	20
	25
	32
	40
	50
	63
100	70
	80
	100

ตารางที่ 5.1 ดีมานด์แฟกเตอร์ของโหลดแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	ขนาดของไฟแสงสว่าง (VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (%)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 2,000	100
	ส่วนที่เกิน 2,000	35
โรงพยาบาล	ไม่เกิน 50,000	40
	ส่วนที่เกิน 50,000	20
โรงแรม รวมถึง ห้องชุดที่ไม่มี ส่วนให้ผู้อยู่อาศัยประกอบอาหาร ได้	ไม่เกิน 20,000	50
	20,001-100,000	40
	ส่วนที่เกิน 100,000	30
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500	100
	ส่วนที่เกิน 12,500	50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

ตารางที่ 5.2 ดีมานด์แฟกเตอร์ของโหลดตัวรับ
ในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

โหลดของตัวรับรวม (คิดโหลดตัวรับละ 180 VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (%)
10 kVA แรก	100
ส่วนที่เกิน 10 kVA	50

ตารางที่ 5.3 ดีมานด์แพกเตอร์ของโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ชนิดของอาคาร	ประเภทโหลด	ดีมานด์แพกเตอร์
1. อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 A + ร้อยละ 30 ของส่วนที่เกิน 10 A
	เครื่องทำน้ำร้อน (หรือน้ำอุ่น)	กระแสใช้งานจริงของสองตัวแรกที่ใช้งาน + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	100%
2. อาคารสำนักงาน และร้านค้า รวมถึง ห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + 80% ของตัวใหญ่รองลงมา + 60% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำความร้อน	100% ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + 25% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	100%
3. โรงแรม และอาคาร ประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	เหมือนข้อ 2
	เครื่องทำความร้อน	เหมือนข้อ 2
	เครื่องปรับอากาศประเภทแยก แต่ละห้อง	75%

ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดตัวนำประธาน (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ 4.2

ขนาดสายดินเล็กสุดของบริเวณที่ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)	ขนาดสายดินของบริเวณที่ไฟฟ้า (ตร.มม.)
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

10.1.2 เครื่องเชื่อมอาร์กกระแสสลับ และเครื่องเชื่อมอาร์กกระแสดตรง



9

- ตารางที่ 10.1 ตัวคูณตามรอบทำงานของเครื่องเชื่อมอาร์กกระแสสลับและเครื่องเชื่อมอาร์กกระแสดตรง

รอบทำงาน (ร้อยละ)	100	90	80	70	60	50	40	30	ไม่เกิน 20
ตัวคูณ (k)	1.00	0.95	0.89	0.84	0.78	0.71	0.63	0.55	0.45

หมายเหตุ สำหรับเครื่องเชื่อมที่มีพิกัดเวลา 1 ชั่วโมง ตัวคูณเท่ากับ 0.75



EIT Standard 2001-56 บทที่ 10 ข. กิตติพงษ์ วีระโพธิ์ประสิทธิ์

ตาราง ขนาด CT แรงต่ำ

ขนาด กระแส (A)		
10/5	150/5	800/5
20/5	200/5	1000/5
30/5	250/5	1200/5
40/5	300/5	1500/5
50/5	400/5	2000/5
60/5	500/5	2500/5
100/5	600/5	3000/5

ตาราง ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส 22 KV/(400/230V)

ขนาด หม้อแปลง (KVA)	กระแสไฟฟ้าออกเต็มพิกัด (A)
50	72
100	144
160	230
250	360
315	454
400	577
500	721
630	909
750	1,082
800	1,154
1,000	1,443
1,250	1,804
1,500	2,164

ตารางที่ G3 ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่แนะนำให้ใช้

สำหรับ induction motor 3 เฟส 400 V, 4-Pole, 1,500 rpm, DOL

แรงม้า	kW	กระแส, I_n (A)	$2.5 \times I_n$ (A)	ขนาด CB (A)
1/2	0.37	1.2	3	16
3/4	0.55	1.7	4.25	16
1	0.75	2.2	5.5	16
1 1/2	1.1	3.1	7.75	16
2	1.5	4.1	10.25	16
3	2.2	5.8	14.5	16
5	3.7	9.2	23	20
7 1/2	5.5	13.0	32.5	32
10	7.5	17.0	42.5	32
15	11	25.0	62.5	50
20	15	33.0	82.5	63
25	18.5	41.0	102.5	80 หรือ 100
30	22	49.0	122.5	100
40	30	63.0	157.5	125
50	37	79.0	197.5	160
60	45	93.0	232.5	175
75	55	116.0	290	200 หรือ 250
100	75	150.0	375	300
125	90	189.0	472.5	350
150	110	218.0	545	400
200	150	291.0	727.5	500

หมายเหตุ : เลือกขนาดสูงขึ้นได้ถ้าเซอร์กิตเบรกเกอร์ปลดวงจรเนื่องจาก starting current

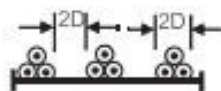
ตารางที่ F5 สาย NYY แขนเดี่ยววางบนรางเคเบิลแบบแบนได้
สายวางชิดติดกัน (กลุ่มที่ 7)



ขนาดหม้อแปลง (kVA)	ขนาด CB (A)	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดรางเคเบิล (มม.)
250	400	1(3 × 240, 1 × 120)	150
315	500	1(3 × 300, 1 × 150)	200 หรือ 300
		2(3 × 120, 1 × 70)	300
	600	2(3 × 150, 1 × 95)	300
		3(3 × 95, 1 × 50)	300
400	630	2(3 × 185, 1 × 95)	300
		3(3 × 95, 1 × 50)	300
	700	2(3 × 185, 1 × 95)	300
		3(3 × 120, 1 × 70)	400 หรือ 450
500	800	2(3 × 240, 1 × 120)	300
		3(3 × 120, 1 × 70)	400 หรือ 450
	1000	3(3 × 185, 1 × 95)	400 หรือ 450
		4(3 × 120, 1 × 70)	450
630	1000	3(3 × 185, 1 × 95)	400 หรือ 450
		4(3 × 120, 1 × 70)	450
	1250	3(3 × 240, 1 × 120)	450
		4(3 × 185, 1 × 95)	500 หรือ 600
800	1000	3(3 × 185, 1 × 95)	400 หรือ 450
		4(3 × 120, 1 × 70)	450
	1250	3(3 × 240, 1 × 120)	450
		4(3 × 185, 1 × 95)	500 หรือ 600
	1500	4(3 × 240, 1 × 120)	600
		5(3 × 150, 1 × 95)	600

ตารางที่ F6 สาย NYY แขนเดียววางบนรางเคเบิลแบบแบนได้

สายวางเป็นกลุ่ม (กลุ่มที่ 7)



ขนาดหม้อแปลง (kVA)	ขนาด CB (A)	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดรางเคเบิล (มม.)
250	400	1(3 × 240, 1 × 120)	150
315	500	1(3 × 400, 1 × 240)	200 หรือ 300
		2(3 × 120, 1 × 70)	300
	600	2(3 × 150, 1 × 95)	300
		3(3 × 95, 1 × 50)	300
400	630	2(3 × 185, 1 × 95)	300
		3(3 × 95, 1 × 50)	300
	700	2(3 × 185, 1 × 95)	300
		3(3 × 120, 1 × 70)	400 หรือ 450
500	800	2(3 × 240, 1 × 120)	300
		3(3 × 120, 1 × 70)	400 หรือ 450
	1000	3(3 × 185, 1 × 95)	400 หรือ 450
		4(3 × 120, 1 × 70)	450
630	1000	3(3 × 185, 1 × 95)	400 หรือ 450
		4(3 × 120, 1 × 70)	450
	1250	3(3 × 240, 1 × 120)	450
		4(3 × 185, 1 × 95)	500 หรือ 600
800	1000	3(3 × 185, 1 × 95)	400 หรือ 450
		4(3 × 120, 1 × 70)	450
	1250	3(3 × 240, 1 × 120)	450
		4(3 × 185, 1 × 95)	500 หรือ 600
	1500	4(3 × 240, 1 × 120)	600
		5(3 × 150, 1 × 95)	600