ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564

คู่มือการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าอย่างมืออาชีพ

โดย ผศ. ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์

บริษัท เอราวัณสายไฟเคเบิ้ล จำกัด

คู่มือการออกแบบและติดตั้ง ระบบไฟฟ้า อย่างมืออาชีพ

ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564

โดย ผศ. ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์

TIS 2341-2564
TIS 2143-2546

TIS 11 PART 3-2553
TIS 11 PART 4-2553
TIS 11 PART 5-2553
TIS 11 PART 101-2559
TIS 2434-2552
TIS 293-2541
TIS 85-2548
TIS 2165-2561
TIS 2166-2548

ISBN	978-616-94092-0-5
ชื่อหนังสือ	คู่มือการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า อย่างมืออาชีพ
ราคา	500 บาท
พิมพ์ครั้งที่ 1	กันยายน 2565
เจ้าของ	บริษัท เอราวัณสายไฟเคเบิ้ล จำกัด 57 ม.8 ซ.วิรุฬราษฎร์ ถ.เศรษฐกิจ 1 ต.ท่าไม้ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร โทร. 02 810 0621-3 www.erawan-cable.com
พิมพ์ที่	บริษัท สมานมิตรการพิมพ์ 2003 จำกัด

บริษัท เอราวัณสายไฟเคเบิ้ล จำกัด

โหลดเลย!!!

แอพพลิเคชั่น
ERAWAN ELECTRIC WIRE & CABLE

"แอพแนะนำสินค้าและตัวช่วยคำนวณ
ค่าทางไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้ง
ทางไฟฟ้า พ.ศ. 2564"

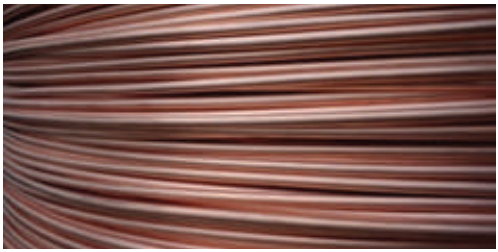
เราคือ

บริษัท เอราวัณสายไฟ เคเบิ้ล จำกัด เริ่มประกอบกิจการตั้งแต่ ปี 2534 ผลิตและจำหน่าย สายสื่อสารโทรคมนาคม สายไฟฟ้าแรงต่ำ โดยมีนโยบาย**ความซื่อสัตย์และจรรยาบรรณของวิศวกร** ที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน ของสำนักงาน **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมาตรฐานสากล** เท่านั้น ซึ่งทางบริษัทฯ จัดให้มี**แผนกทดสอบ และควบคุมผลิตภัณฑ์** ตั้งแต่เริ่มดำเนินการ จนเป็นหนึ่งในผู้จัดส่งสายโทรคมนาคมประเภทต่างๆ เพื่อวางโครงข่ายสื่อสายให้กับ บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) และ บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) (ปัจจุบัน ทั้งสองบริษัทควบรวมเป็น บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน))

ด้วยการพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้ง บริษัท เอราวัณสายไฟ เคเบิ้ล จำกัด เพิ่มกำลังการผลิต และเครื่องจักร ผลิตสาย Optical Fiber Cable

วัตถุดิบ**คุณภาพ** สู่ผลิตภัณฑ์**คุณภาพ**

กระบวนการผลิตสายไฟฟ้าเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 11-2553 ไปจนถึง มาตรฐาน มอก. 11 เล่ม 101-2559 ในปัจจุบัน โดยทางบริษัท เอราวัณสายไฟ เคเบิ้ล จำกัด ควบคุมผลิตภัณฑ์ตั้งแต่วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต จะต้องเป็นของใหม่และได้มาตรฐานที่กำหนด เท่านั้น เช่น แผ่นทองแดง (Copper Cathode) ที่ใช้ต้องอยู่ใน LME Registered Grade A เท่านั้น



สำหรับฉนวนและเปลือก **PVC** เพื่อควบคุมคุณภาพให้ได้ความทนทานและความต้านทานไฟฟ้าที่ดี เอราวัณฯ มีแผนกผลิต PVC compound เพื่อใช้ในกระบวนการผลิต สำหรับสายประเภทต่างๆ ตั้งแต่อุณหภูมิใช้งานปกติ 70 ºC , 90 ºC , 105 ºC รวมทั้งการทนสภาพอากาศได้ดี จากการพัฒนาของเราเพื่อตอบสนองกับการใช้งานปัจจุบัน

สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ

LOW VOLTAGE

ในปี 2534 เอราวัณสายไฟเคเบิ้ล
เริ่มต้นจากการผลิตสายไฟชนิดแรงดันต่ำและสาย
โทรศัพท์ ด้วยประสบการณ์ที่เรามีอย่างยาวนาน
และการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์
จากวัตถุดิบแผ่นทองแดงCathodeที่มีความบริสุทธิ์
99.99%
ด้วยคุณภาพเราจึงเป็นหนึ่งในผู้จัดส่งผลิตภัณฑ์ให้
กับ**การไฟฟ้านครหลวง**และ**การไฟฟ้าภูมิภาค**

ขยายการผลิตไปสู่ **สายไฟฟ้าตัวนำอลูมิเนียม**

ในปี 2564 บริษัท เอราวัณสายไฟ เคเบิ้ล จำกัด ได้ขยายการผลิตไปสู่**สายไฟฟ้าตัวนำอลูมิเนียม** ตาม มอก. 2341-2564 , มอก. 293-2541 และ มอก. 85-2548

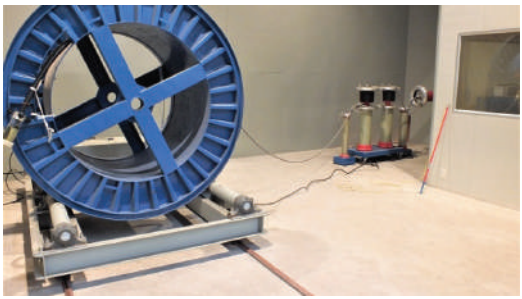
โดยควบคุมคุณภาพวัตถุดิบตัวนำอลูมิเนียมตามที่ **การไฟฟ้าภูมิภาค**และ**การไฟฟ้านครหลวง**กำหนด และทำการหลอมผลิตเป็นลวด Aluminium Rod ที่โรงงานเอราวัณสายไฟ เคเบิ้ล เพื่อให้ได้ตัวนำที่มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าที่ดี และเป็นไปตามมาตรฐาน ฯ

สายไฟฟ้าแรงดันสูง

HIGH & MEDIUM VOLTAGE

ในปี 2557 บริษัทเอราวัณสายไฟ เคเบิ้ล จำกัด ได้ขยายการผลิตสายไฟฟ้า ประเภท **Under Ground High Voltage** 12/20 KV. , 18/30 KV.ตาม มอก 2143-2546 ,IEC 60502-1 และ IEC 60502-2

พร้อมทั้งติดตั้งเครื่องมือทดสอบทาง ไฟฟ้าแรงสูง**ทุกหัวข้อทดสอบ** เพื่อให้ลูกค้าของเรามั่นใจว่าสินค้าที่ เอราวัณ ฯ ส่งมอบผ่านการทดสอบและใช้งานได้อย่าง**ปลอดภัย**



ในปี 2553 บริษัท เอราวัณสายไฟ เคเบิ้ล จำกัด ได้ขยายการผลิตสู่สาย OPTICAL FIBER CABLE และ ส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับ TOT Public Company Limited และ CAT Telecom Public Co., Ltd. พร้อมทั้งได้ขึ้นทะเบียนผู้ค้าผลิตภัณฑ์นี้กับ TOT Public Company Limited

ผลิตภัณฑ์ของเรา

COPPER ROD , ALUMINIUM ROD

COPPER WIRE

COPPER STRANDED CONTDUCTOR

COPPER ENAMAL WIRE

BUILDINING WIRE & CABLE

- THW , THW (f) 450/750 V. 70 °C / 90°C ⊕TIS11 PART 3 - 2553
- IV , HIV ,HIV(f) 300/500 V. 70 °C / 90°C ⊕TIS11 PART 3 - 2553
- NYY 300/500 V. 70 °C ⊕TIS11 PART 4 - 2553
- NYY, NYY-G , VCT , VCT-G 450/750 V. 70 °C ⊕TIS11 PART 101 - 2559
- VKF , VCT , HVKF , HVSF , HVCT 300/500 V. 70 °C / 90°C ⊕TIS11 PART 5 - 2553
- VAF , VAF-G 300/500 V. 70 °C ⊕TIS11 PART 101 - 2559

LOW VOLTAGE POWER CABLES

- CV 0.6/1 KV. 90 °C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED PVC SHEATHED ⊕ TIS 2143-2546

MEDIUM VOLTAGE POWER CABLE ⊕ TIS 2143-2546 , IEC 60502

- CV 1.8/3 KV. , 3.6/6 KV. , 6/10 KV. 90 °C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED PVC SHEATHED
- CV 8.7/15 KV. 90 °C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED PVC OR POLYETHYLENE SHEATHED
- CV 12/20 KV. 90 °C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED PVC OR POLYETHYLENE SHEATHED
- CV 18/30 KV. 90 °C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED PVC OR POLYETHYLENE SHEATHED

ALUMINIUM CONDUCTOR CABLE

- THWA , THWA-C ⊕TIS 293 - 2541
- 25 KV., 35 KV. ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPECED AERIAL CABLE ⊕ TIS 2341-2564
- AAC ALL ALUMINIUM STRANDED CONDUCTOR ⊕TIS 85-2548
- ACSR ALL ALUMINIUM CONDUCTOR STEEL REINFORCED ⊕TIS 85-2548

AUTOMOBILE WIRE AND CABLE

TELEPHONE WIRE AND CABLE ⊕TIS 2434-2552

COAXIAL CABLE

OPTICAL FIBER WIRE AND CABLE

- SINGLE MODE OPTICAL FIBER AERIAL CABLE (A, AA, ARSS , ADSS , DWT, ADWT) ⊕TIS 2166-2548
- SINGLE MODE OPTICAL FIBER UNDER GROUND CABLE (D, DB) ⊕ TIS 2165-2561
- SINGLE MODE OPTICAL FIBER DROP CABLE FOR FTTX
- SINGLE MODE OPTICAL FIBER INDOOR DISTRIBUTION CABLE

CERTIFICATES

SGS

NSC-TISI-TIS 17021-1
QMS 001

ISO 45001:2018
Certificate TH22/00000371

ISO 9001:2015
Certificate TH04/4307

ISO 17025:2017
Certificate 22-LB0167

ISO 14001:2015
Certificate TH04/4307

คำนำ

บริษัท เอราวัณสายไฟ เคเบิ้ล จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตสายไฟฟ้าและสายสื่อสาร เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 ตลอดเวลาที่ผ่านมา เราดำเนินงานตามหลักวิศวกรรม และเพื่อเป็นแนวทางในการติดตั้งและออกแบบการติดตั้งระบบไฟฟ้า ทางบริษัทฯ จึงจัดทำหนังสือเล่มนี้ เพื่อหวังว่ามีประโยชน์ต่อประชาชนทั่วไป วิศวกร ช่างเหมา และผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า ใช้ปฏิบัติงานติดตั้งและเลือกใช้สายไฟฟ้าประเภทต่างๆ ให้เป็นไปตามหลักการ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

(นายปรแมน พิชิตวัฒนา)

กรรมการผู้จัดการ

บริษัท เอราวัณสายไฟ เคเบิ้ล จำกัด

คำนำ

การออกแบบ และ การติดตั้งระบบไฟฟ้า จะเกี่ยวกับการเลือก ชนิด และ ขนาดสายไฟฟ้าอยู่เสมอ เพื่อความปลอดภัยและเพื่อให้ระบบไฟฟ้าทำงานได้อย่างถูกต้อง การติดตั้งสายไฟฟ้าจะต้องทำตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องทุกประการมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้ามีหลายฉบับทั้ง ต่างประเทศ และ ในประเทศ

สำหรับประเทศไทยนั้น วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้จัดทำมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้ามานานแล้ว และได้มีการปรับปรุงมาโดยตลอด ฉบับล่าสุดคือ " มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 "

ด้วย บริษัท เอราวัณสายไฟเคเบิ้ล จำกัด ซึ่งผลิตสายไฟฟ้าออกมาหลายชนิดทั้ง สายแรงดันสูงและแรงดันต่ำมากว่า 20 ปี มีความประสงค์ที่จะทำ คู่มือการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าเพื่อให้ช่างและวิศวกร สามารถนำไปใช้ได้ ทาง บริษัท เอราวัณสายไฟเคเบิ้ล จำกัด จึงได้มอบหมายให้ข้าพเจ้าเป็นผู้เขียนคู่มือเล่มดังกล่าว

ข้าพเจ้าจึงได้เขียนคู่มือเล่มนี้ขึ้น โดยมีหลักการดังนี้

- หัวข้อแต่ละเรื่องต้องเกี่ยวข้องกับการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า
- แต่ละหัวข้อต้องมีรายละเอียดพอสมควร
- มีตารางที่เกี่ยวกับการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า มาก ๆ

ข้าพเจ้าหวังว่าคู่มือเล่มนี้จะให้ประโยชน์กับผู้ใช้พอสมควร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์)

สารบัญ

บทที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าและการเดินสาย

1.1 บทนำ 1

1.2 ข้อกำหนดทั่วไปในการติดตั้งทางไฟฟ้า 1

1.3 ข้อกำหนดทั่วไปของการเดินสายของระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันต่ำ 15

บทที่ 2 สายไฟฟ้าแรงดันสูง

2.1 บทนำ 27

2.2 สายเปลือย (Bare Wires) 27

2.3 สายหุ้มฉนวนแรงสูง (Insulated cable) 29

2.4 สายหุ้มฉนวนแรงสูงไม่เต็มพิกัด 29

2.5 สายหุ้มฉนวนเต็มพิกัด 31

2.6 พิกัดกระแสของสาย MV หุ้มฉนวน 34

2.7 สายไฟฟ้าแรงดันสูงของ บริษัท เอราวัณสายไฟเคเบิ้ล จำกัด 38

บทที่ 3 สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ

3.1 บทนำ 47

3.2 ส่วนประกอบ 47

3.3 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน PVC 49

3.4 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC 52

3.5 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE 54

บทที่ 4 สายไฟฟ้าแรงดันต่ำตาม มอก. 11-2553 และ มอก. 11 เล่ม 101-2559

4.1 บทนำ 57

4.2 สายไฟฟ้าตาม มอก. 11–2553 57

4.3 มาตรฐาน มอก. 11 – 2553 เล่มที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป 57

4.4 สายไฟฟ้าตาม มอก. 11 – 2553 และ มอก. 11 เล่ม 101 – 2559 ที่นิยมใช้งาน 59

บทที่ 5 สายทนไฟ

5.1 บทนำ 69

5.2 คุณสมบัติ 69

5.3 การต้านเปลวเพลิง (Flame Propagation or Flame Retardant) 69

5.4 การปล่อยก๊าซกรด (Acids and Corrosive Gas Emission) 69

5.5 การปล่อยควัน (Smoke Emission) 70

5.6 การต้านทานการติดไฟ (Fire Resistance) 70

5.7 สายทนไฟ (Fire Performance Cables) 70

5.8 สายทนไฟตามมาตรฐาน วสท. 71

5.9 พิกัดกระแสของ Fire Performance Cables 77

บทที่ 6 ท่อสาย เครื่องประกอบ และกล่องไฟฟ้า

6.1 บทนำ 81

6.2 ชนิดของท่อสาย 81

6.3 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit , RMC) 82

6.4 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit , IMC) 83

6.5 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing , EMT) 83

6.6 ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit , FMC) 83

6.7 ท่ออโลหะแข็ง (Rigid Nonmetallic Conduit , RNC) 84

6.8 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย 85

6.9 มิติสายไฟฟ้า 88

6.10 ตัวการคำนวณขนาดท่อร้อยสาย 89

บทที่ 7 พิกัดกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าและตารางพิกัดกระแส

7.1 บทนำ 107

7.2 การนำกระแสของสายไฟฟ้า 107

7.3 พิกัดการนำกระแสสายไฟฟ้า ตามมาตรฐาน IEC 108

7.4 พิกัดกระแสของสายไฟฟ้าตามสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) 109

7.5 วิธีการติดตั้ง 109

7.6 ตารางพิกัดสายไฟฟ้าของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) 110

บทที่ 8 วิธีการคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้า ตามกลุ่มการติดตั้งที่ 2 , 5, 6 และ 7

8.1 บทนำ 149

8.2 ขั้นตอนการคำนวณ 149

8.3 การเลือกขนาดชนิด สายไฟฟ้าตามการติดตั้งกลุ่มที่ 2 150

8.4 การเลือกขนาด ชนิด สายไฟฟ้าตามการติดตั้งกลุ่มที่ 5 158

8.5 การเลือกขนาด ชนิด สายไฟฟ้าตามการติดตั้งกลุ่มที่ 6 164

8.6 การเลือกขนาด ชนิด สายไฟฟ้าตามการติดตั้งกลุ่มที่ 7 166

บทที่ 9 แรงดันตก

9.1 บทนำ 179

9.2 แรงดันตกสำหรับระบบแรงต่ำ 179

9.3 การคำนวณแรงดันตก 179

9.4 ค่า I , cos Θ , R และ X ของสายไฟฟ้า 181

9.5 แรงดันตกในวงจร 182

9.6 ตารางแรงดันตก 183

9.7 ตารางแรงดันตกไม่เกิน 2 % และ 3 % สำหรับการติดตั้งกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 5 186

บทที่ 10 การต่อลงดิน

10.1 บทนำ 187

10.2 ชนิดการต่อลงดินและส่วนประกอบต่างๆ 187

10.3 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding) 188

10.4 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ประธาน (Service Equipment Grounding) 192

10.5 การต่อลงดินของอาคาร ที่รับไฟจากสายป้อนหรือวงจรย่อย 196

10.6 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก (Separately Derived System) 197

10.7 การต่อลงดินของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) 199

10.8 หลักดิน (Grounding Electrode) 205

10.9 ความต้านทานการต่อลงดิน (Resistance to Ground 215

บทที่ 11 การคำนวณกระแสลัดวงจร

11.1 บทนำ 217

11.2 มาตรฐานการคำนวณกระแสลัดวงจร 217

11.3 แหล่งจ่ายไฟสมมูล 219

11.4 อิมพีแดนซ์ลัดวงจร 221

11.5 การคำนวณกระแสลัดวงจร 231

11.6 ตัวอย่างการคำนวณกระแสลัดวงจร 233

11.7 การคำนวณกระแสลัดวงจรด้วยคอมพิวเตอร์ 239

11.8 ตาราง ค่ากระแสลัดวงจร 239

ภาคผนวก

ภาคผนวก A	มิติสายไฟฟ้า	241
ภาคผนวก B	จำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย	249
ภาคผนวก C	จำนวนสายไฟฟ้าใน รางเดินสาย (Wireway)	269
ภาคผนวก D 1	วงจรไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2	283
ภาคผนวก D 2	วงจรไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2	293
ภาคผนวก E 1	วงจรไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5	301
ภาคผนวก E 2	วงจรไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5	309
ภาคผนวก F	ขนาดสายไฟฟ้าตามขนาด CB บน รางเคเบิล (Cable Trays)	317
ภาคผนวก H	แรงดันตกตามการติดตั้งกลุ่มที่ 2 และ 5	327
ภาคผนวก M	สาย ท่อ CB ของ Motors	343
ภาคผนวก S	กระแสลัดวงจร	355
ภาคผนวก T	สายเมนหม้อแปลง LV 230 / 400 V , 240 / 416 V	369

COPPER CONDUCTOR CABLES 395

BUILDING WIRES AND CABLE

TIS 11 Part 101-2559 : Sheathed Cables of General Purposes

NYY	450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED	397
NYY-G	450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED WITH GROUND	401
VAF	30300/500 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED ,FLAT TYPE	404
VAF-G	300/500 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PV INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND , FLAT TYPE	405

VCT	450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED , ROUND TYPE	406
VCT-G	450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND, ROUND TYPE	410

ALUMINIUM CONDUCTOR CABLES 413

HIGH VOLTAGE POWER CABLE

TIS 2341-2564 : ICEA S-66-524 | ICEA-93-639

SAC 25 KV-CC	25 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 1	415
SAC 25 KV-CC	25 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 2	416
SAC 35 KV-CC	35 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 3	417
SAC 33 KV-CC	33 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 4	418

เอกสารอ้างอิง 419

บทที่ 1
ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าและการเดินสาย

1.1 บทนำ

ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า นอกจากจะต้องออกแบบและเลือกอุปกรณ์ตามหลักวิศวกรรมแล้ว การติดตั้งที่ถูกต้องมีส่วนทำให้ระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้ความปลอดภัยสูง การติดตั้งที่ถูกต้องจะต้องทำตามกฎข้อบังคับต่างๆ และต้องยึดหลักวิศวกรรมที่ดีด้วย ซึ่งรายละเอียดที่สำคัญจะได้สรุปในหัวข้อต่อไป

1.2 ข้อกำหนดทั่วไปในการติดตั้งทางไฟฟ้า

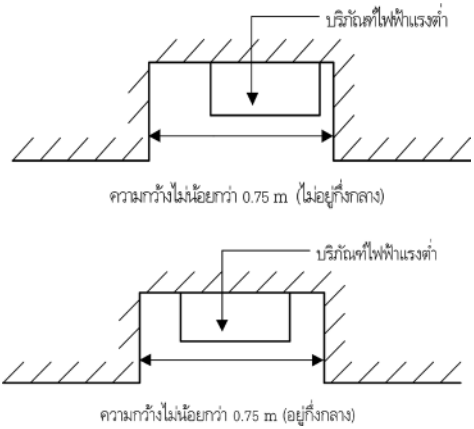
ข้อกำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าเบื้องต้นมี 2 ประเภทคือ

- การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ
- การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันสูง

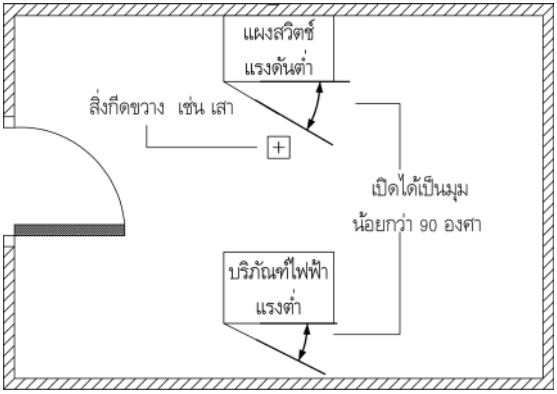
1.2.1 ข้อกำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ

1) ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานระบบแรงต่ำ

- ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.75 m และ ไม่น้อยกว่าขนาดความกว้างของบริภัณฑ์
- ความลึกต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตาราง ที่ 1.1
- ต้องมีที่ว่างพอเพียงสำหรับการเปิดประตูตู้หรือฝาตู้ได้ อย่างน้อย 90°
- คอนกรีต อิฐ ผนังกระเบื้อง ให้ถือว่าเป็นส่วนที่ต่อลงดิน



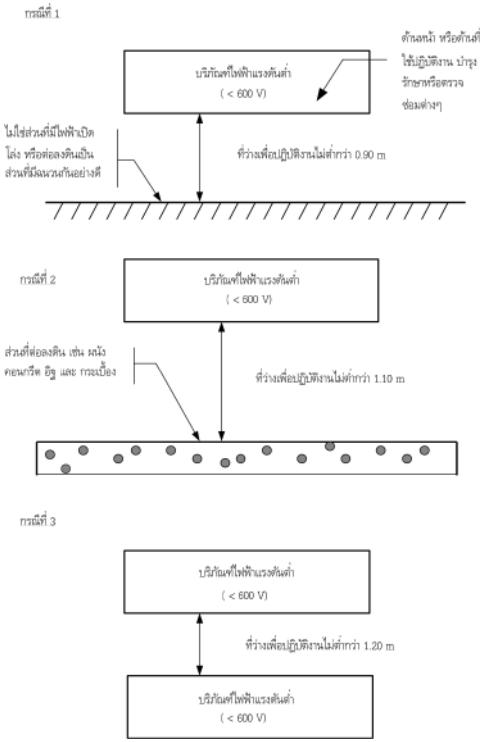
รูปที่ 1.1 ความกว้างของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน



รูปที่ 1.2 ที่ว่างไม่เพียงพอให้ฝาเปิดได้ 90^0

ตารางที่ 1.1 (ตารางที่ 1-1) ความลึก (Depth) ต่ำสุดของที่ว่าง เพื่อปฏิบัติงานกับบริภัณฑ์ไฟฟ้าระบบแรงต่ำ

แรงดันไฟฟ้า วัดเทียบกับดิน (V)	ความลึกต่ำสุด (m)		
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
0-150	0.90	0.90	0.90
151-600	0.90	1.10	1.20



รูปที่ 1.3 ความลึกของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในระบบแรงดันต่ำ

กรณีที่ 1	ระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับส่วนที่เป็นฉนวนกั้นอย่างดี เช่น ไม้ ไม่ใช่ส่วนที่มีไฟฟ้า, เปิดโล่ง หรือ ต่อลงดิน	0.90 m.
กรณีที่ 2	ระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับส่วนที่ต่อลงดิน โดยคอนกรีต, อิฐ, ผนัง และ กระเบื้อง ถือว่าเป็นส่วนที่ต่อลงดิน	1.10 m.
กรณีที่ 3	ระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า	1.20 m.

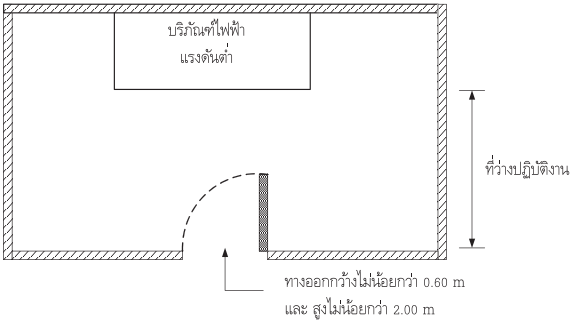
2) การวัดความลึก

ความลึกให้วัดจากส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ หรือวัดจากด้านหน้าของเครื่องห่อหุ้ม ถ้าส่วนที่มีไฟฟ้ามีการห่อหุ้ม

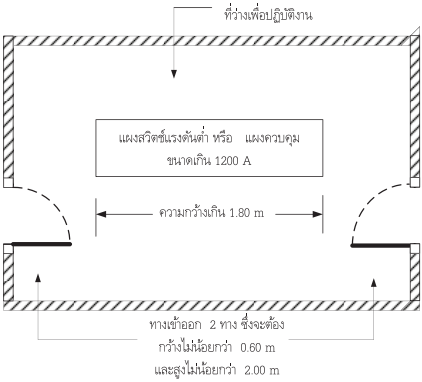
3) ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานระบบแรงต่ำ

- ต้องมีทางเข้าขนาดเพียงพอเพื่อปฏิบัติงาน กับ บริภัณฑ์ไฟฟ้าได้
- มีทางเข้าอย่างน้อย 1 ทาง

- สำหรับแผงสวิตช์และแผงควบคุมที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 1,200 A ขึ้นไป และกว้างเกิน 1.80 m ต้องมีทางเข้าทั้งสองข้างของแผงที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 m และความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 m



รูปที่ 1.4 ทางเข้าออกเพื่อปฏิบัติงาน



รูปที่ 1.5 เพื่อความปลอดภัยให้มีทางเข้าออกสองทาง

4) แสงสว่าง

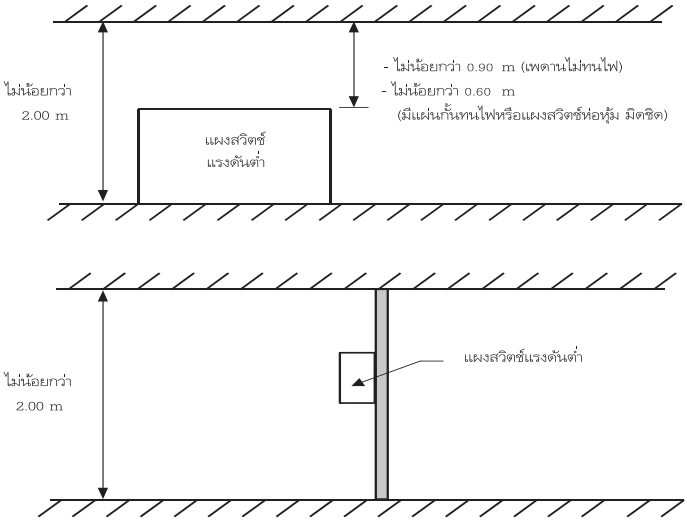
เมนสวิตช์ แผงสวิตช์และแผงย่อย หรือเครื่องควบคุมมอเตอร์ เมื่อติดตั้งอยู่ในอาคาร ต้องมีแสงสว่างบริเวณที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานอย่างเพียงพอที่จะปฏิบัติงานได้ทันที โดยที่ความส่องสว่างเฉลี่ย ไม่น้อยกว่า 200 ลักซ์ (lx)

ยกเว้น เมนสวิตช์หรือแผงย่อย (เดี่ยวหรือกลุ่ม) ในสถานที่อยู่อาศัย มีขนาดรวมกันไม่เกิน 100 A

5) ที่ว่างเหนือพื้นที่เพื่อปฏิบัติงาน (Headroom)

บริเวณที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับเมนสวิตช์ แผงสวิตช์และแผงย่อย

หรือเครื่องควบคุมมอเตอร์ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 m และส่วนบนของแผงสวิตช์ต้องอยู่ห่างจากเพดานติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 m หากเป็นเพดานไม่ติดไฟ หรือมีแผ่นกั้นที่ไม่ติดไฟระหว่างแผงสวิตช์กับเพดาน ระยะห่างระหว่างส่วนบนของแผงสวิตช์และเพดานต้องไม่น้อยกว่า 0.60 m



รูปที่ 1.6 ความสูงของที่ว่างปฏิบัติงาน

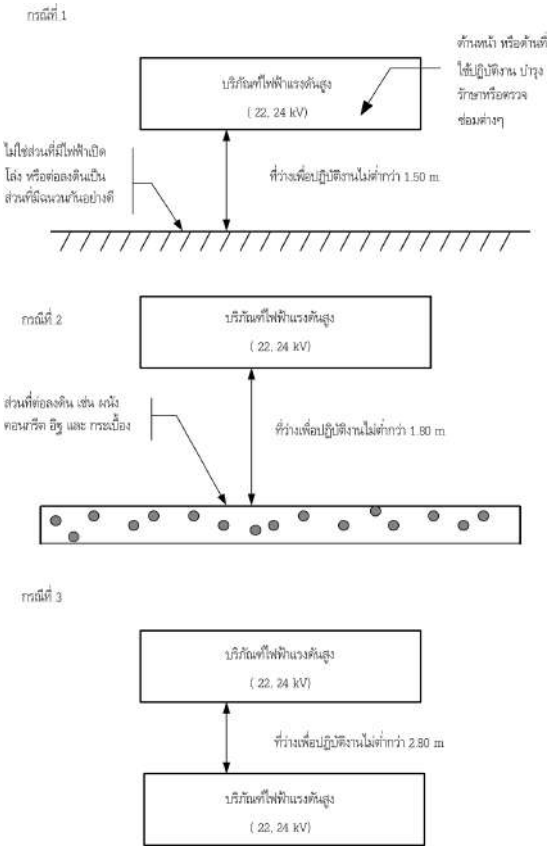
1.2.2 ข้อกำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันสูง

1) ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานระบบแรงสูง

- ติดตั้งในห้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 m
- มีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.90 m
- ความลึกต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1.2
- ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องพอเพียงสำหรับการเปิดประตูตู้ได้อย่างน้อย 90°
- คอนกรีต อิฐ ผนังกระเบื้อง ให้ถือว่าเป็นส่วนที่ต่อลงดิน

ตารางที่ 1.2 (ตารางที่ 1-2) ความลึก (Depth) ต่ำสุดของที่ว่าง เพื่อปฏิบัติงานกับบริภัณฑ์ไฟฟ้า ระบบแรงสูง

แรงดันไฟฟ้า วัดเทียบกับดิน (V)	ความลึกต่ำสุด (m)		
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
601 - 2,500	0.90	1.20	1.50
2,501 - 9,000	1.20	1.50	1.80
9,001 - 25,000	1.50	1.80	2.80
25,001 - 75,000	1.80	2.50	3.00



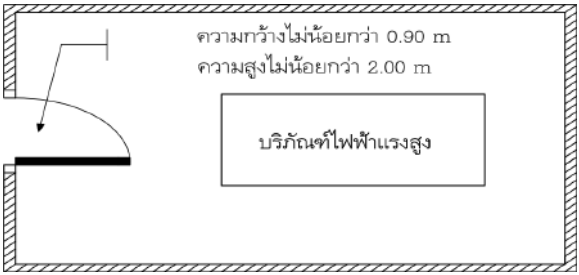
รูปที่ 1.7 ความลึกของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในระบบแรงดันสูง

2) การวัดความลึก

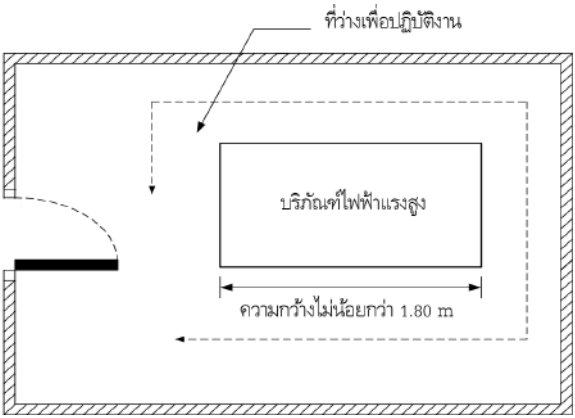
ความลึกให้วัดจากส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ หรือวัดจากด้านหน้าของเครื่องห่อหุ้ม ถ้าส่วนที่มีไฟฟ้ามีการห่อหุ้ม

3) ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานระบบแรงสูง

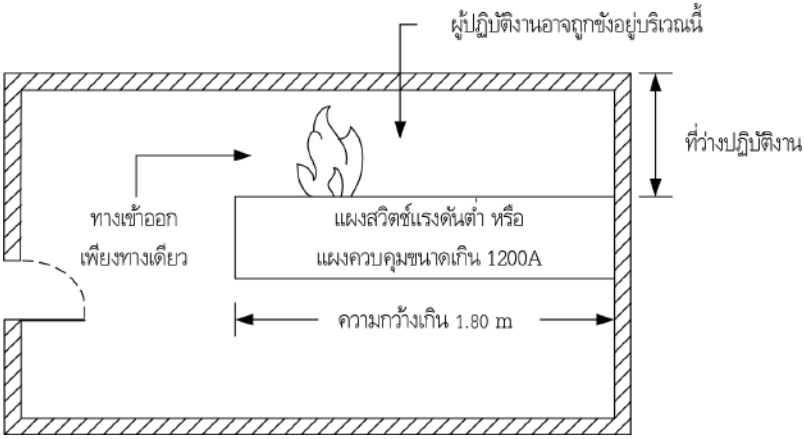
- ทางเข้าถึงที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน ต้องมีอย่างน้อย 1 ทาง
- ความกว้างไม่น้อยกว่า 0.90 m
- ความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 m



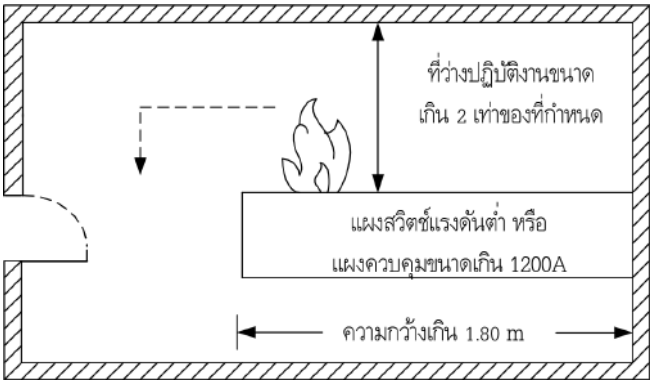
รูปที่ 1.8 ทางเข้าออกเพื่อปฏิบัติงานไฟฟ้าแรงดันสูง



รูปที่ 1.9 เพื่อความปลอดภัยให้มีทางเข้าออกสองทาง



รูปที่ 1.10 กรณีที่ทางเข้าออกทางเดียวประกายไฟอาจปิดกั้นทางออกได้



รูปที่ 1.11 มีทางเข้าออกทางเดียวเมื่อบริเวณที่ว่างปฏิบัติงานมีขนาดเกิน 2 เท่าของที่กำหนด

4) บริภัณฑ์ไฟฟ้า**ขนาดใหญ่**

แผงสวิตช์และแผงควบคุมที่มีความกว้างเกิน 1.80 m ต้องมีทางเข้าทั้งสองข้างของแผงสวิตช์

ยกเว้น เมื่อด้านหน้าของตู้อุปกรณ์ ไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติ งานเป็นสองเท่าของที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1-2 ยอมให้มีทางเข้าทางเดียว ส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งและอยู่ใกล้กับทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องมีการกั้นอย่างเหมาะสมตามข้อ 1.103

5) แสงสว่างเหนือที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน

ต้องมีแสงสว่างอย่างพอเพียงเหนือพื้น ที่ปฏิบัติงาน โดยที่ความส่องสว่างเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 200 lx และจัดให้สามารถซ่อมหรือเปลี่ยนดวงโคมได้โดยไม่เกิดอันตรายจากส่วนที่มีไฟฟ้า

6) ส่วนที่มีไฟฟ้ าและเปิดโล่ง

ส่วนที่มีไฟฟ้ าและเปิดโล่งซึ่งไม่มีการกั้น ถ้าอยู่เหนือพื้น ที่ปฏิบัติงาน ต้องติดตั้งอยู่ในระดับสูงไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1.3 (ตารางที่ 1-3) ระดับความสูงของส่วนที่มีไฟฟ้าและไม่มีที่กั้น

แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเส้นไฟ (V)	ระดับความสูง (m)
1,000 - 7,500	2.80
7,501 - 35,000	2.90
> 35,000	2.90 + 0.01 (m / kV)

7) ที่ว่างเหนือพื้นที่เพื่อปฏิบัติงาน (Headroom)

บริเวณที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 m และส่วนบนของแผงสวิตช์ต้องอยู่ห่างจากเพดานติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 m หากเป็นเพดานไม่ติดไฟ หรือมีแผ่นกั้นที่ไม่ติดไฟระหว่างแผงสวิตช์กับเพดาน ระยะห่างระหว่างส่วนบนของแผงสวิตช์และเพดานต้องไม่น้อยกว่า 0.60 m

<u>ตัวอย่างที่ 1.1</u> จงหาขนาดห้องสำหรับติดตั้งบริภัณฑ์ต่อไปนี้

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ 230/400 V 3 เฟส 4 สาย

ขนาดพิกัดกระแส 1000 A

มีขนาดตู้ กว้าง (W) x ยาว (L) x สูง (H) เท่ากับ

1.00 m x 3.00 m x 2.00 m

ต้องมีการปฏิบัติงานขณะมีไฟฟ้าทางด้านหน้าและต้องปฏิบัติงานด้านหลังแผงสวิตช์เมื่อได้ปลดวงจรไฟฟ้าออกแล้ว

จงหาขนาดความกว้าง ความยาว ความสูง ต่ำสุด
ของห้องเครื่องซึ่งเป็นผนังก่ออิฐ เพดานติดไฟ มีทางเข้าออก
เพื่อปฏิบัติงานทางด้านหน้าแผงสวิตช์ 1 ประตู

<u>วิธีทำ</u>

- บริเวณด้านหน้าเป็นบริเวณที่ต้องการที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน
- บริเวณด้านหลังต้องการที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน แผงสวิตช์เมื่อได้ปลดวงจรไฟฟ้าออกแล้ว
- เพดานติดไฟ

ความกว้าง

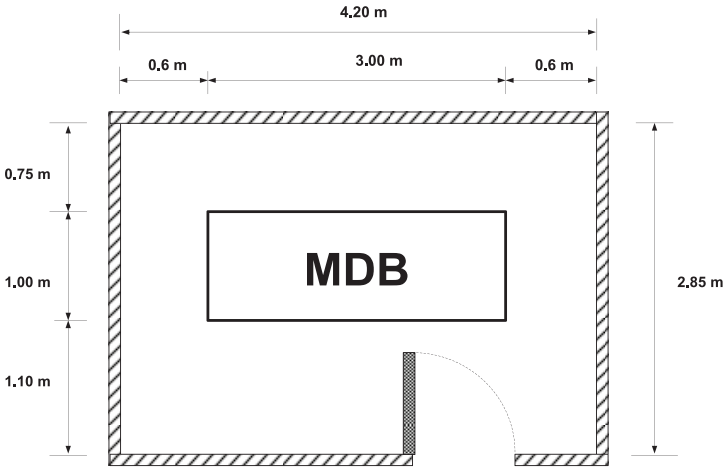
บริภัณฑ์กว้าง	=	1.00 m
กว้างต่ำสุดของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน	=	1.10 m
ด้านหลังที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน แผงสวิตช์เมื่อได้ปลดวงจรไฟฟ้าออกแล้ว	=	0.75 m
เพราะฉะนั้นความกว้าง	=	1.00 + 1.10 + 0.75
	=	**2.85 m**

ความยาว

บริภัณฑ์ยาว	=	3.00 m
ยาวต่ำสุดของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานทั้ง2ข้างรวมกัน	=	1.20 m
เพราะฉะนั้นความยาว	=	3.00 + 1.20
	=	**4.20 m**

ความสูง

บริภัณฑ์สูง	=	2.00 m
ถ้าเพดานเป็นวัสดุติดไฟได้ ให้เพิ่มจาก 0.60 m เป็น 0.90 m	=	0.90 m
เพราะฉะนั้นความสูง	=	2.00 + 0.90
	=	**2.90 m**



<u>ตัวอย่างที่ 1.2</u> แผงสวิตซ์แรงต่ำ 230/400 V 3 เฟส 4 สาย 1000 A

มีขนาด กว้าง (W) x ยาว (L) x สูง (H)

= 1.00 m x 3.00 m x 2.00 m จำนวน 2 ตู้

ติดตั้งบนพื้นหันหน้าเข้าหากัน ต้องมีที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานระหว่างด้านหน้าตู้ทั้งสอง และด้านหลังของแต่ละตู้มีการปฏิบัติงานเมื่อปลดวงจรไฟฟ้าออกแล้ว

จงหาขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง ต่ำสุดของห้องเครื่องนี้ โดยผนังห้องเครื่องโดยรอบและเพดานห้องเครื่องเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

<u>วิธีทำ</u>

- บริเวณด้านหน้าเป็นบริเวณที่ต้องการที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน
- บริเวณด้านหลังต้องการที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน แผงสวิตซ์เมื่อได้ปลดวงจรไฟฟ้าออกแล้ว
- เพดานห้องเครื่องเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

ความกว้าง

บริภัณฑ์กว้างรวม 2 บริภัณฑ์ = 1.00 + 1.00 = 2.00 m

กว้างต่ำสุดของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในกรณีที่ 3 ตามมาตรฐาน = 1.20 m

ด้านหลังที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน แผงสวิตซ์เมื่อได้ปลดวงจรไฟฟ้าออกแล้ว

รวม 2 บริภัณฑ์ = 0.75 + 0.75 = 1.50 m

เพราะฉะนั้นความกว้าง = 2.00 + 1.20 + 1.50

= **4.70 m**

ความยาว

บริภัณฑ์ยาว = 3.00 m

ยาวต่ำสุดของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานทั้ง 2 ข้างรวมกัน = 1.20 m

เพราะฉะนั้นความยาว = 3.00 + 1.20

= **4.20 m**

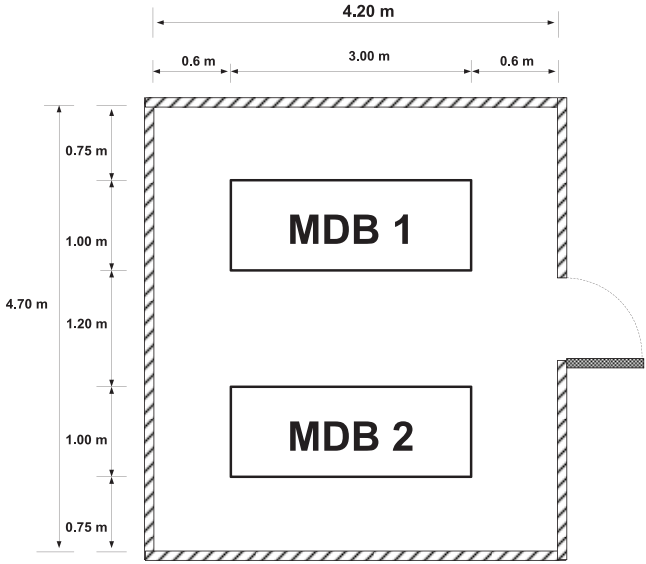
ความสูง

บริภัณฑ์สูง = 2.00 m

เพดานห้องเครื่องเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก = 0.60 m

เพราะฉะนั้นความสูง = 2.00 + 0.60

= **2. 60 m**



<u>ตัวอย่างที่ 1.3</u> จงหาขนาดห้องสำหรับติดตั้งบริภัณฑ์ต่อไปนี้

- ตู้ไฟฟ้าแรงดันสูง 24 kV

  ขนาด L x W x H = 1.50 x 1.50 x 2.20 m

- หม้อแปลง DRY TYPE 24 kV (HV) มีเครื่องห่อหุ้ม

ขนาด L x W x H = 2.50 x 2.00 x 2.50 m

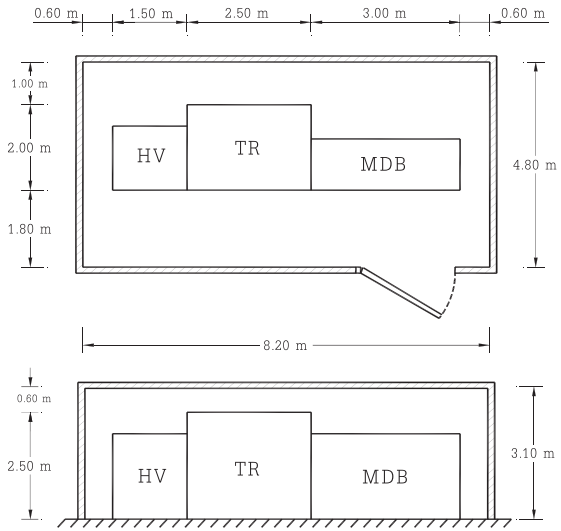
- ตู้ไฟฟ้าแรงดันต่ำ 230 /400 V

ขนาด L x W x H = 3.00 x 1.00 x 2.00 m

โดยที่ด้านหน้าเป็นด้านที่ต้องไปปฏิบัติงาน

<u>วิธีทำ</u>

- บริเวณด้านหน้าเป็นบริเวณที่ต้องการที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน
- ส่วนด้านหลังเป็นด้านที่ไม่ต้องเข้าไปปฏิบัติงานจึงไม่จำเป็นต้องมีที่ว่าง เพื่อปฏิบัติงาน แต่ก็อาจมีที่สำหรับเป็นทางเดิน ซึ่งจัดว่าเป็นทางเข้าออก ของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานได้ ดังรูป



ความกว้างต่ำสุด = 1.00 + 2.00 + 1.80

= **4. 80 m**

ความยาวต่ำสุด = 0.60 + 1.50 + 2.50 + 3.00 + 0.60

= **8. 20 m**

ความสูงต่ำสุด = 2.50 + 0.60

= **3. 10 m**

ถ้าเพดานเป็นวัสดุติดไฟได้ ให้เพิ่มจาก 0.60 m เป็น 0.90 m

ความสูงต่ำสุด = 2.50 + 0.90

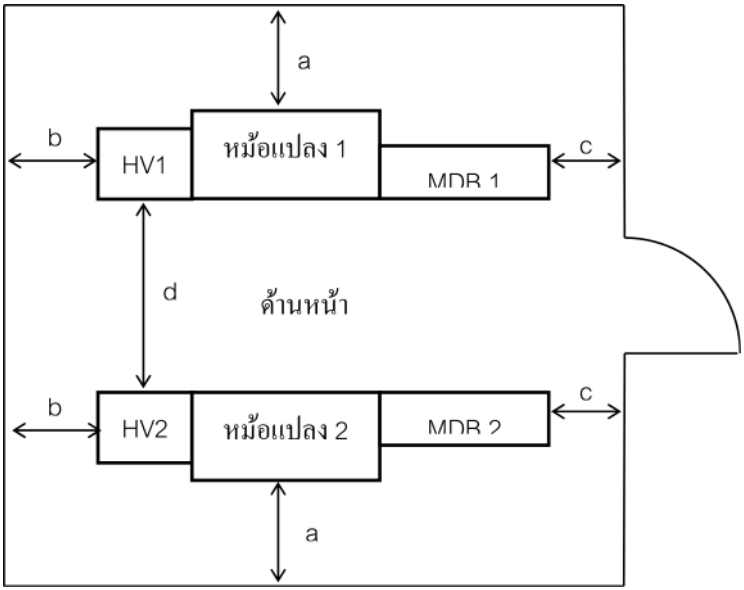
= **3. 40 m**

<u>ตัวอย่างที่ 1.4</u> จงหาขนาดต่ำสุดของระยะต่างๆ ในห้องเครื่องไฟฟ้าที่ถูกต้องที่สุดโดยผนังห้องเครื่องและเพดานเป็น คสล.

สำหรับติดตั้งอุปกรณ์จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

- ตู้ไฟฟ้าแรงดันสูงระบบ 33 kV
  ขนาด กว้าง x ยาว x สูง = 2.00 m x 2.00 m x 2.30 m
- หม้อแปลง Dry Type 33 kV พร้อมเครื่องห่อหุ้ม
  ขนาด กว้าง x ยาว x สูง = 2.50 m x 2.50 m x 2.50 m
- ตู้ไฟฟ้าแรงดันต่ำ 2000 A , 230/400 V
  ขนาด กว้าง x ยาว x สูง = 1.10 m x 4.00 m x 2.30 m

โดยที่ด้านหน้าเป็นด้านที่ต้องปฏิบัติงานขณะมีไฟฟ้า (ดังรูป)



<u>วิธีทำ</u>

a ระยะบริเวณด้านหลังของหม้อแปลง = 1.00 m

b และ c ระยะบริเวณด้านข้างของบริภัณฑ์ = 0.60 m

d พื้นที่ว่างด้านหน้าเพื่อปฏิบัติงานในกรณีที่ 3
ตามมาตรฐานระบบแรงสูง = 2.70 m

และต้องเพิ่มทางเข้าที่ว่างตรงข้ามทางเข้าเดิมอีก 1 ทาง

1.3 ข้อกำหนดทั่วไปของการเดินสายของระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันต่ำ

1.3.1 การเดินสายไฟของระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันต่างกัน

- ไฟฟ้าแรงต่ำทั้งระบบ กระแสสลับ (AC) และ กระแสตรง (DC) อนุญาตให้ติดตั้งสายไฟอยู่ภายในช่องร้อยสายหรือเครื่องห่อหุ้มเดียวกันได้ ถ้าฉนวนนั้นมีความเหมาะสม
- เช่น ถ้าสาย A.C. ระดับแรงดัน 750 V สาย D.C. แม้จะใช้งาน 24 V แต่ฉนวนต้องทน 750 V ได้
- สายไฟฟ้าในระบบแรงดันต่ำ (LV) และ แรงดันสูง (HV) ไม่อนุญาตให้ติดตั้งในช่องสายเดียวกัน ถ้าติดตั้งต้องมีสิ่งปิดกั้นแยก (Barrier)
    - แรงดันต่ำ ต่ำกว่า 1000 V
    - แรงดันสูง สูงกว่า 1000 V

1.3.2 การติดตั้งสายเคเบิลใต้ดินของระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันต่ำ

1) ความลึกในการติดตั้งสายเคเบิลใต้ดินต้องเป็นไปตามตารางที่ 1.4

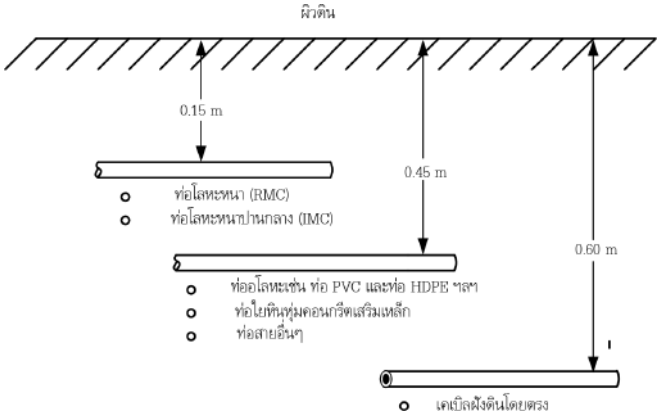
ความลึกในการติดตั้งสายเคเบิลใต้ดินต้องเป็นไปตามตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 (ตารางที่ 5–1) ความลึกในการติดตั้งสายเคเบิลใต้ดิน สำหรับระบบแรงต่ำ

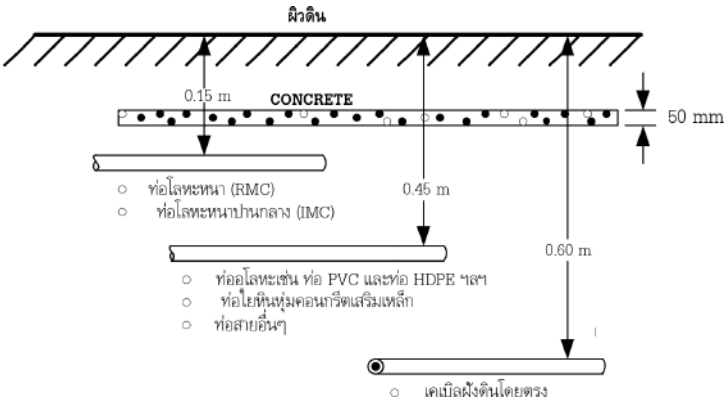
วิธีที่	วิธีการเดินสาย	ความลึกน้อยสุด (เมตร)	ความลึกน้อยสุด[2] (เมตร)	ความลึกน้อยสุด[3] (เมตร)
1	สายเคเบิลฝังดินโดยตรง	0.60	0.45	0.45
2	ท่อโลหะหนาและหนาปานกลาง	0.15	0.15	0.10
3	ท่ออโลหะซึ่งได้รับการรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้โดยไม่ต้องมีคอนกรีตหุ้ม (เช่น ท่อเอชดีพีอี อาร์ทีอาร์ซี และ ท่อพีวีซี)	0.45	0.30	0.10
4	ท่อร้อยสายอื่น ๆ ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ	0.45	0.30	0.10

หมายเหตุ

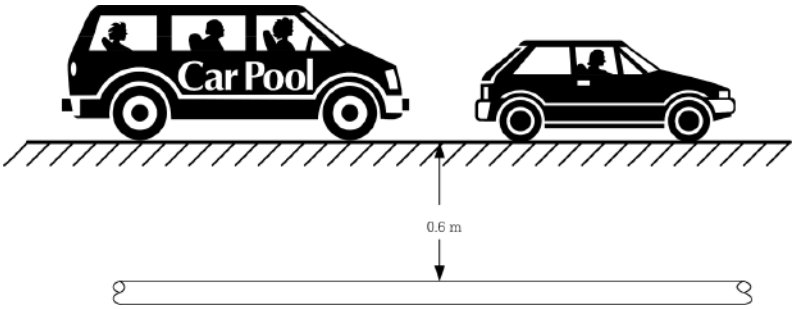
1) **ท่อร้อยสายที่ได้รับการรับรองให้ฝังดินได้โดยมีคอนกรีตหุ้มในวิธีที่ 2, 3 และ 4 ต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มม.**
2) **ใต้แผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มม.**
3) **ใต้พื้นคอนกรีตซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. และยื่นเลยออกไปจากแนวติดตั้งไม่น้อยกว่า 150 มม.**
4) **สำหรับทุกวิธี หากอยู่ในบริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่าน ความลึกต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร**
5) **การติดตั้งใต้อาคารไม่บังคับเรื่องความลึก**
6) **ความลึกหมายถึงระยะต่ำสุดวัดจากส่วนบนของสายหรือท่อถึงผิวบนสุดของส่วนปกคลุม**



รูปที่ 1.12 ความลึกในการติดตั้งสายเคเบิลใต้ดินในระบบแรงดันต่ำ



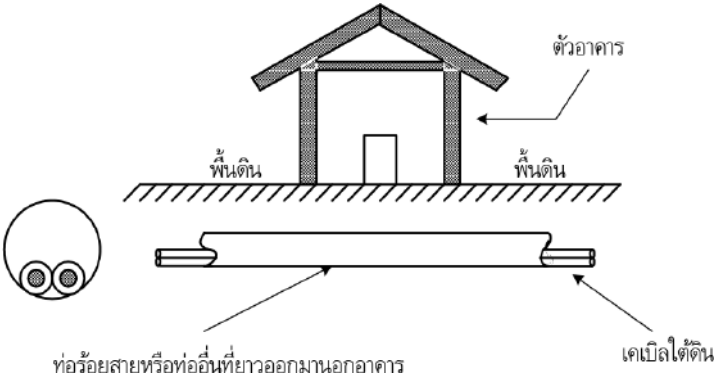
รูปที่ 1.13 ความลึกเมื่อแผ่นคอนกรีตวางอยู่เหนือสาย



รูปที่ 1.14 การติดตั้งสายเคเบิลใต้ดินบริเวณที่มีรถวิ่งผ่าน

2) สายเคเบิลใต้ดินติดตั้งใต้อาคาร

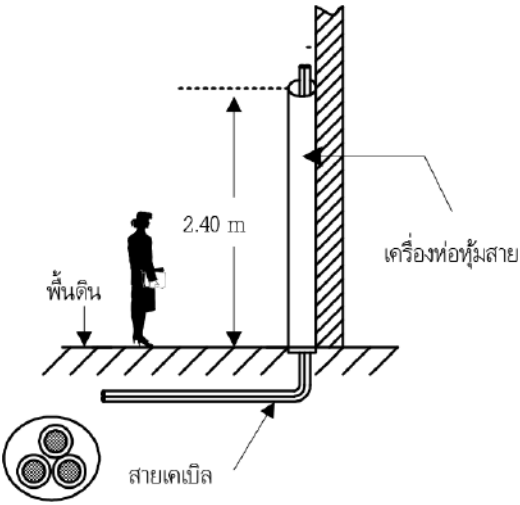
- สายเคเบิลใต้ดินติดตั้งใต้อาคารต้องติดตั้งอยู่ในท่อร้อยสาย
- ท่อร้อยสายต้องยาวเลยผนังด้านนอกของอาคารออกไป



รูปที่ 1.15 สายเคเบิลใต้ดินติดตั้งใต้อาคาร

3) สายเคเบิลที่ฝังดินโดยตรง

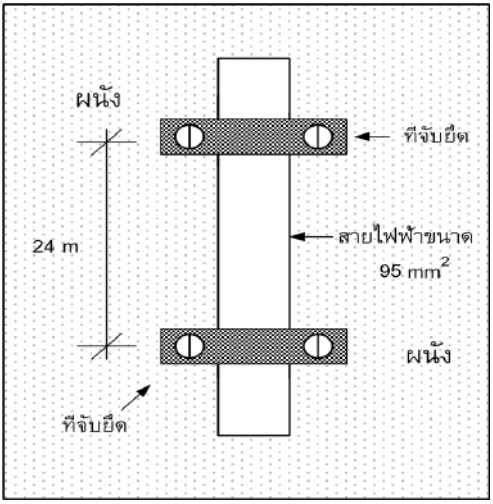
- สายเคเบิลที่ฝังดินโดยตรง ส่วนที่โผล่ขึ้นจากดินต้องมีการป้องกันด้วยเครื่องห่อหุ้มหรือท่อร้อยสายสูงจากระดับพื้นดิน ไม่น้อยกว่า 2.40 m



รูปที่ 1.16 สายเคเบิลที่ฝังดินโดยตรง

1.3.3 การติดตั้งวัสดุและการจับยึด

- ท่อร้อยสาย รางเดินสาย รางเคเบิล เคเบิล กล่อง ตู้และเครื่องประกอบการเดินท่อต้องมีการจับยึดกับที่ให้มั่นคง
- การเดินสายในท่อร้อยสาย ต้องติดตั้งกล่องหรือเครื่องประกอบการเดินท่อ



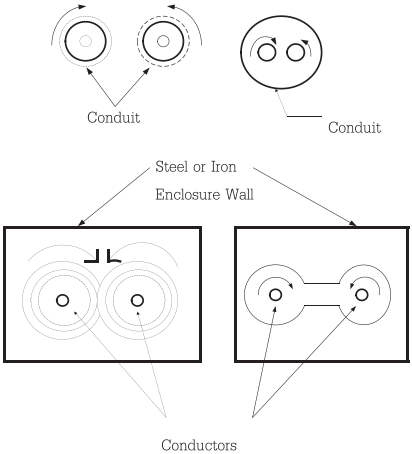
รูปที่ 1.17 การจับยึดปลายของช่องเดินสาย

ตารางที่ 1.5 (ตารางที่ 5-2) ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟในแนวดิ่ง

ขนาดของสายไฟฟ้า (mm^2)	ระยะจับยึดต่ำสุด (m)
ไม่เกิน 50	30
70-120	24
150-185	18
240	15
300	12
เกินกว่า 300	10

1.3.4 การป้องกันไม่ให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำในเครื่องห่อหุ้ม หรือช่องเดินสายที่เป็นโลหะ

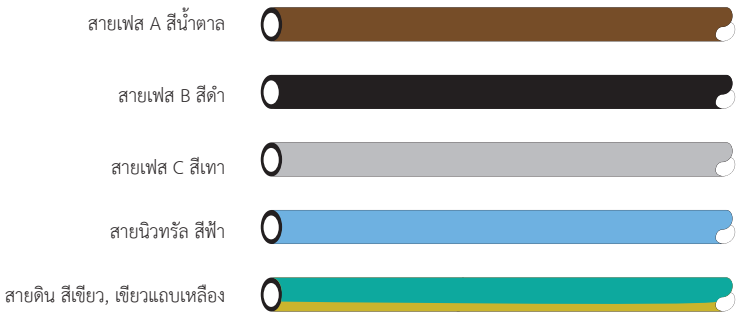
- ช่องเดินสายที่เป็นโลหะต้องไม่ทำให้ไม่เกิดความร้อน
- การเดินสายในท่อร้อยสายต้องเดินให้ครบทั้งสายเส้นไฟ และสายนิวทรัล
- ต้องทำการตัดร่องให้ถึงกันระหว่างรูแต่ละรูที่ร้อยสายแต่ละเส้น



รูปที่ 1.18 การป้องกันไม่ให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำ

1.3.5 การกำหนดสีของสายไฟหุ้มฉนวนระบบแรงต่ำ

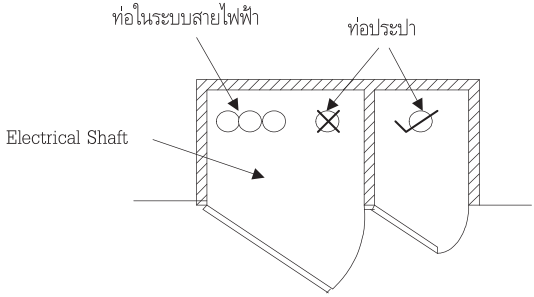
- สายไฟ สีน้ำตาล เฟส A, สายไฟ สีดำ เฟส B และสายไฟ สีเทา เฟส C
- ตัวนำนิวทรัล ใช้ สีฟ้า
- สายดินใช้ สีเขียว หรือ สีเขียวแถบเหลือง
- สายไฟฟ้าที่มีขนาดโตกว่า 16 mm^2 ให้ทำเครื่องหมายบอกแทน



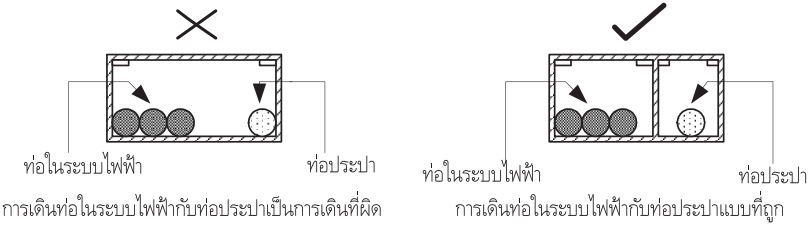
รูปที่ 1.19 สีของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนระบบแรงดันต่ำ

1.3.6 การติดตั้งสายเคเบิลในท่อร้อยสาย รางเคเบิล หรือช่องสำหรับการเดินสาย (Electrical Shaft)

- การเดินท่อระบบไฟฟ้าในช่องสำหรับการเดินสาย ต้องไม่มีท่ออย่างอื่นเดินร่วมด้วย



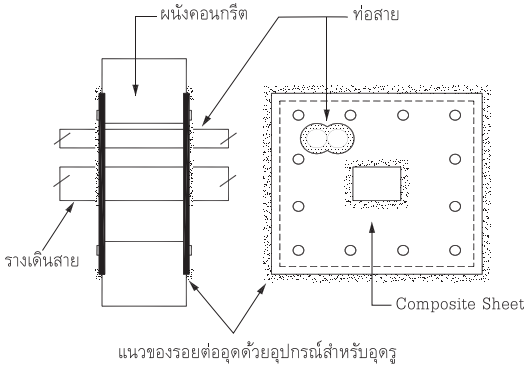
รูปที่ 1.20 การติดตั้งท่อในช่องสำหรับการเดินสาย



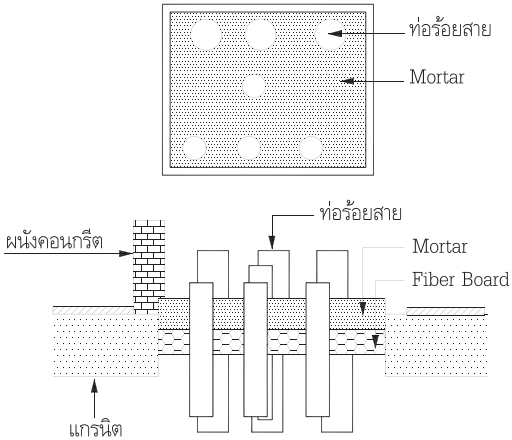
รูปที่ 1.21 แสดงการเปรียบเทียบการติดตั้งท่อในช่องสำหรับการเดินสาย

1.3.7 การป้องกันไม่ให้ไฟลุกลาม

- การเดินท่อระบบไฟฟ้าที่ผ่านผนัง ฉากกั้น พื้นหรือ เพดานต้องมีการป้องกันไม่ให้ไฟลุกลาม



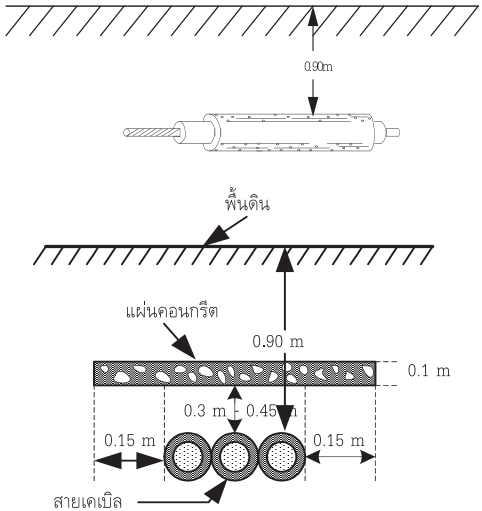
รูปที่ 1.22 การป้องกันไฟลุกลามผ่านพื้น



รูปที่ 1.23 การป้องกันไฟลุกลามผ่านผนัง

1.3.8 การติดตั้งสายเคเบิลใต้ดินของระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันสูง

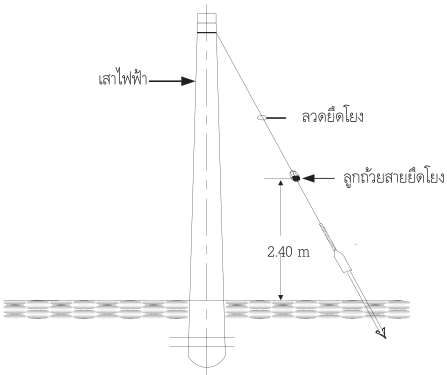
- สายเคเบิลใต้ดินของระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันสูง ต้องฝังดินลึกไม่น้อยกว่า 0.90 m ในทุกกรณี
- ถ้าเป็นสายฝังดินโดยตรงต้องมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 100 mm ปิดทับอีกชั้นหนึ่งเหนือสายเคเบิลระหว่าง 0.30 ถึง 0.45 m แผ่นคอนกรีตต้องกว้างพอที่จะปิดคลุมออกไปจากแนวสายทั้งสองข้าง อย่างน้อยข้างละ 0.15 m



รูปที่ 1.24 การติดตั้งสายเคเบิลใต้ดินของระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันสูง

สำหรับระบบแรงสูง

- ในกรณีที่ติดตั้ง สายยึดโยง (Guy Wire) จะต้องติดตั้ง ลูกถ้วยสายยึดโยง (Guy Strain Insulator) ในสายยึดโยงลูกถ้วยสายยึดโยงนี้ต้องอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.40 m
- ลวดผูกสายที่ใช้งาน ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 10 mm^2



การใช้สายยึดโยงและลูกถ้วยสายยึดโยง

รูปที่ 1.25 การใช้สายยึดโยงและลูกถ้วยสายยึดโยง

1.3.9 ข้อกำหนดสำหรับแผงสวิตช์ (Switchboard) และแผงย่อย (Panelboard)

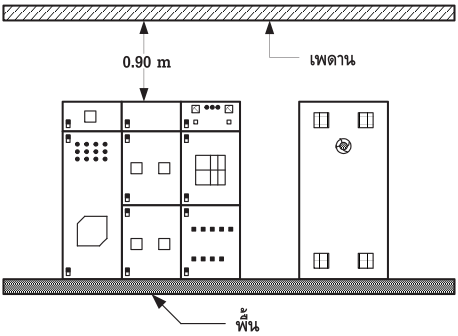
1.3.9.1 แผงสวิตช์ (Switchboard)

1) สถานที่ในการติดตั้ง

- สถานที่ที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง ต้องติดตั้งในที่แห้งเข้าถึงได้และควบคุมโดยเจ้าหน้าที่
- สถานที่เปียกหรือนอกอาคาร ต้องมีเครื่องห่อหุ้มที่ทนสภาพอากาศได้
- สถานที่ที่มีวัตถุติดไฟได้ ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ต่อวัตถุติดไฟข้างเคียง

2) ระยะห่างส่วนบนของแผงสวิตช์กับเพดาน

- ระยะห่างส่วนบนของแผงสวิตช์กับเพดานที่ไม่ติดไฟได้ต้องอยู่ห่างจากไม่น้อยกว่า 0.60 m
- ระยะห่างส่วนบนของแผงสวิตช์กับเพดานที่ติดไฟได้ต้องอยู่ห่างจากไม่น้อยกว่า 0.90 m



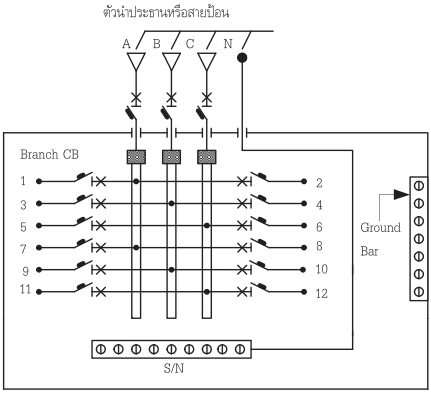
รูปที่ 1.26 แผงสวิตช์ (Switchboard)

3) สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ

- โครงของแผงสวิตช์ และบริภัณฑ์ไฟฟ้าต้องต่อลงดิน
- เครื่องมือวัด รีเลย์ มิเตอร์ หรือหม้อแปลงเครื่องวัดซึ่งติดตั้งในแผงสวิตช์ ต้องมีการต่อลงดิน

1.3.9.2 แผงย่อย (Panelboard)

- การติดตั้งแผงย่อยในสถานที่เปียกหรือชื้น ต้องมีพื้นรองรับไม่น้อยกว่า 5 mm
- แผงย่อยที่ประกอบด้วยสวิตช์ธรรมดา ขนาดไม่เกิน 30 A หลายตัวต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินที่มี พิกัดไม่เกิน 200 A
- เครื่องป้องกันกระแสเกินในแต่ละแผงย่อย ต้องไม่เกิน 42 ขั้ว ไม่รวมขั้วที่เป็นประธาน



รูปที่ 1.27 โครงสร้างของแผงจ่ายไฟ

1.3.9.3 ข้อกำหนดโครงสร้าง

- ใบมีดที่เปิดโล่งของสวิตช์ใบมีด ต้องไม่มีไฟเมื่ออยู่ในตำแหน่งปลด
- แผงสวิตช์ต้องมีระยะห่างระหว่าง บัสบาร์กับด้านล่างของตู้ สำหรับระบบแรงต่ำไม่น้อยกว่า 200 mm สำหรับบัสบาร์หุ้มฉนวนและ 250 mm สำหรับบัสบาร์เปลือย

ตารางที่ 1.6 (ตารางที่ 5-7) ระยะห่างต่ำสุดระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าเปลือยกับส่วนที่มีไฟฟ้าเปลือยและระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าเปลือยกับดินเป็น (mm)

แรงดันระหว่างสายเส้นไฟ (V)	ขั้วต่างกันเมื่อติดตั้งบนพื้นผิวเดียวกัน	ขั้วต่างกันเมื่อขึงในอากาศ	ส่วนที่มีไฟฟ้าเปลือยกับดิน
ไม่เกิน 125	19	12.5	12.5
ไม่เกิน 250	31.5	19	12.5
ไม่เกิน 750	50	25	25

<u>หมายเหตุ</u> สำหรับระบบแรงสูง 12 kV, 24 kV และ 33 kV ให้อ้างอิงตาม IEC 60071-2

1.3.10 ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับแผงสวิตช์แรงสูง

- ตัวนำและบัสบาร์ในแผงสวิตช์ต้องติดตั้งอย่างมั่นคง
- ปลอดภัยจากความเสียหายทางกายภาพ
- บัสบาร์แต่ละเฟส ต้องมีการทำเครื่องหมายแสดงเฟส ให้ใช้

	สีแดง	เหลือง	น้ำเงิน	
สำหรับเฟส	อาร์	วาย	บี	ตามลำดับ
	R	Y	B	

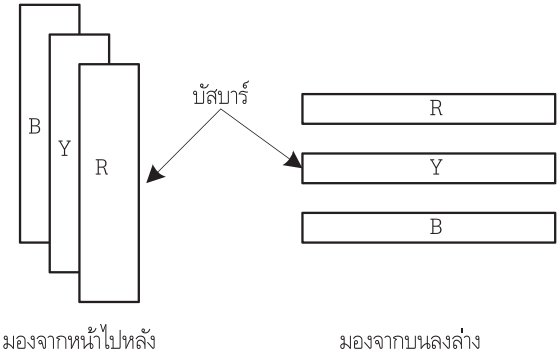
- การจัดเฟสของบัสบาร์ในแผงสวิตช์ เมื่อมองจากด้านหน้าให้อยู่ในลักษณะ

เฟส อาร์ (R) วาย (Y) บี (B)

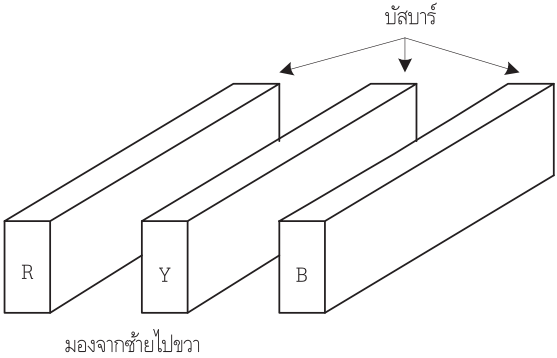
เรียงจาก **<u>ด้านหน้าไปด้านหลังแผง</u>**

จาก **<u>ด้านบนลงด้านล่าง</u>**

หรือจาก **<u>ด้านซ้ายมือไปขวามือ</u>**



รูปที่ 1.28 การทำเครื่องหมายแสดงเฟส



รูปที่ 1.29 การทำเครื่องหมายแสดงเฟสที่บัสบาร์

- ต้องจัดให้มี บัสต่อลงดิน (Grounded Bus) ทำด้วยทองแดงมีขนาดไม่เล็กกว่า 95 mm^2 (12 kV) , 50 mm^2 (24 kV) และ 35 mm^2 (33 kV)
- ตัวนำสำหรับต่อลงดินของกับดักเสิร์จ (Surge Protection) ต้องทนแรงดันไม่น้อยกว่า 750 V
- หากสวิตช์ต่อลงดิน (Earthing Switch) ติดตั้งทางด้านไฟเข้าของสวิตช์ (Load Break Switch) จะต้องมีที่ใส่กุญแจซึ่งสามารถล็อคสวิตช์ต่อลงดินได้ทั้งตำแหน่ง เปิดและปิด และต้องมีป้ายเตือน “<u>ก่อนสับสวิตช์ต้องแจ้งการไฟฟ้าฯ</u>” ให้เห็นอย่างชัดเจน

บทที่ 2
สายไฟฟ้าแรงดันสูง

2.1 บทนำ

สายไฟฟ้าแรงดันสูงเป็นสายที่ใช้กับระดับแรงดันตั้งแต่ 1 kV ขึ้นไป
สายไฟฟ้าแรงดันสูงโดยทั่วไปเป็นสายที่มีขนาดใหญ่ สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้มาก
มีลักษณะเป็นตัวนำตีเกลียว
สายไฟฟ้าแรงดันสูงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- สายเปลือย (Bare Wires)
- สายหุ้มฉนวน (Insulated Wires)

2.2 สายเปลือย (Bare Wires)

สายเปลือย คือ สายที่ไม่มีเปลือกฉนวนหุ้มสาย ถ้าหากนำไปใช้กับระบบจำหน่ายแรงดันต่ำจะไม่ปลอดภัย จึงใช้สายชนิดนี้กับงานแรงดันสูง สายเปลือยที่นิยมใช้ในงานแรงดันสูงมักจะทำมาจากอะลูมิเนียม เพราะมีน้ำหนักเบาและราคาถูก แต่สายอะลูมิเนียมล้วนจะสามารถรับแรงดึงได้ต่ำ จึงมีการพัฒนาเพื่อให้สามารถรับแรงดึงได้สูงขึ้น โดยการเสริมแกนเหล็ก หรือใช้โลหะอื่นผสม สายเปลือยที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย (AAC)
- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR)

2.2.1 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย (AAC - All Aluminium Conductor)

เป็นตัวนำอะลูมิเนียมพันตีเกลียวเป็นชั้นๆ สายชนิดนี้รับแรงดึงได้ต่ำ จึงไม่สามารถขึงสายให้มีระยะห่างช่วงเสา (Span) มากๆ ได้ โดยปกติความยาวช่วงเสาต้องไม่เกิน 50 m ยกเว้นสายที่มีขนาด 95 mm^2 ขึ้นไปนั้น สามารถที่จะมีระยะห่างช่วงเสาได้ไม่เกิน 100 m มาตรฐานสำหรับสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย คือ มอก. 85 - 2548, IEC 61089:1991 (Aluminium stranded conductors)
มีลักษณะดังรูปที่ 2.1

AAC	TIS 85-2548

ALL ALUMINIUM STRANDED CONDUCTOR

CABLE STRUCTURE		TECHNICAL DATA	
Conductor	: Concentric stranded haed drawn aluminium wires Sizes 16 mm^2 up to 1,000 mm^2	**Reference standard**	: TIS 85-2548
Standing Direction	: The outermost layer Z		
		APPLICATION	
		For overhead transmission and distribution line	

รูปที่ 2.1 สาย AAC

2.2.2 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR - Aluminium Conductor Steel Reinforced) เป็นสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียว และมีแกนเหล็กอยู่ตรงกลาง เพื่อให้สามารถรับแรงดึงได้สูงขึ้น ทำให้สามารถขยายระยะห่างช่วงเสาได้มากขึ้น แต่จะไม่ใช้สายชนิดนี้ในบริเวณชายทะเล เพราะว่าจะเกิดการกัดกร่อนจากไอของเกลือ ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง มาตรฐานสำหรับสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแกนเหล็ก คือ มอก.85 - 2548, IEC 61089:1991 (Aluminium conductors, steel-reinforced) สาย ACSR มีลักษณะดังรูปที่ 2.2

ACSR	TIS 85-2548

ALUMINIUM CONDUCTOR STEEL REINFORCED

CABLE STRUCTURE		TECHNICAL DATA	
Conductor	: Hard drawn aluminium wire Sizes 16 mm^2 up to 680 mm^2	**Reference standard**	: TIS 85-2548
Steel Core	: Galvanized steel (Zinc coated),solid and concentric stranded, sizes 2.5 mm^2 up to 85 mm^2		
Standing Direction	: The outermost layer Z		
		APPLICATION	
		For overhead transmission and distribution line	

รูปที่ 2.2 สาย ACSR

2.3 สายหุ้มฉนวนแรงสูง (Insulated cable)

สายหุ้มฉนวนแรงสูงมี 2 แบบคือ

1. สายหุ้มฉนวนแรงสูงไม่เต็มพิกัด (Partial Insulated Cable)
2. สายหุ้มฉนวนแรงสูงเต็มพิกัด (Fully Insulated Cable)

2.4 สายหุ้มฉนวนแรงสูงไม่เต็มพิกัด

สายแบบนี้ไม่มี Metallic Insulated Screen จึงไม่ควรแตะต้อง การติดตั้งต้องอยู่บนลูกถ้วย หรือ Spacer จะติดตั้งติดกับผนัง หรือ บนพื้นผิวโลหะที่ต่อลงดินไม่ได้

1. สาย Partial Insulated Cable (PIC)

   การใช้สายเปลือยจะมีโอกาสเกิดลัดวงจรขึ้นได้ง่าย เพื่อลดปัญหานี้ จึงได้มีการนำสาย PIC มาใช้แทนสายเปลือย โดยโครงสร้างของสาย PIC จะประกอบด้วย ตัวนำอะลูมิเนียมตีเกลียวหุ้มด้วยฉนวน XLPE 1 ชั้น

2. สาย Space Aerial Cable (SAC)

สาย SAC โครงสร้างเป็นตัวนำอะลูมิเนียมตีเกลียว มีฉนวน XLPE หุ้มเช่นเดียวกับสาย PIC แต่จะมีเปลือก (Sheath) ที่ทำจาก XLPE หุ้มฉนวนอีกชั้นหนึ่ง ทำให้มีความทนทานมากกว่าสาย PIC สาย SAC มีลักษณะดังรูปที่ 2.3

แม้ว่าสายชนิดนี้จะมีเปลือก (Sheath) หุ้มฉนวนอีกชั้นหนึ่ง แต่ก็ไม่ควรสัมผัสสายโดยตรง เพราะจะเป็นอันตรายได้ ในการใช้งานสายชนิดนี้จะต้องใช้ Spacer เพื่อจำกัดระยะห่างระหว่างสาย นอกจากนี้จะต้องใช้ Messenger Wire ช่วยดึงสายไว้โดย Messenger Wire จะต่อลงดินทำหน้าที่เป็นสาย Overhead Ground Wire ในขณะนี้ทางการไฟฟ้า กำลังดำเนินการเปลี่ยนการใช้สาย PIC เป็นสาย SAC

ตารางที่ 2.1

พิกัดกระแสสาย SAC

ขนาดสาย (mm^2)	**สาย 25 kV (A)**	**สาย 35 kV (A)**
35	**150**	**-**
50	**181**	**181**
70	**225**	**225**
95	**275**	**274**
120	**319**	**317**
150	**362**	**360**
185	**418**	**415**
240	**497**	**493**

25 KV-CC	TIS 2341-2555	ICEA S-66-524 ICEA-93-639

25 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE

CABLE STRUCTURE		TECHNICAL DATA	
Conductor	:Compacted round stranded hard drawn aluminium wires Single Core : Size 35 mm^2 up to 240 mm^2	**Classification**	: Maximum conductor temperature 90^0C : Circuit voltage not exceeding 25,000 Volts
Insulation	: Cross-linked Polyethylene (XLPE) Color : Natural	**Testing voltage**	: 38,000 Volts
Sheath	: Cross-linked polyethylene (XLPE) Color : Black	**Reference standard**	: ICEA S-66-524, ICEA S-93-639 TIS 2341-2555
		APPLICATION	
		Aerial distribution cable (installed with pin insulator or spacer)	

รูปที่ 2.3 สาย SAC

2.5 สายหุ้มฉนวนเต็มพิกัด

สายแบบนี้มี Metallic Insulation Screen จึงสามารถแตะต้องได้ และติดตั้งได้ทุกรูปแบบ เดินลอยอากาศ ในท่อร้อยสายในอากาศ ในท่อร้อยสายใต้ดิน หรือ ฝังดินโดยตรง

สายหุ้มฉนวนเต็มพิกัด มีพิกัดแรงดันดังนี้

พิกัดแรงดัน

U_o / U (U_{max})

U_o แรงดัน RMS เทียบกับดิน

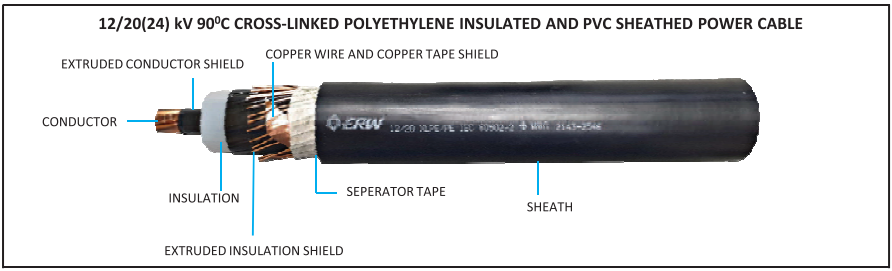
U แรงดัน RMS ระหว่างสาย

U_{max} แรงดันใช้งานสูงสุด

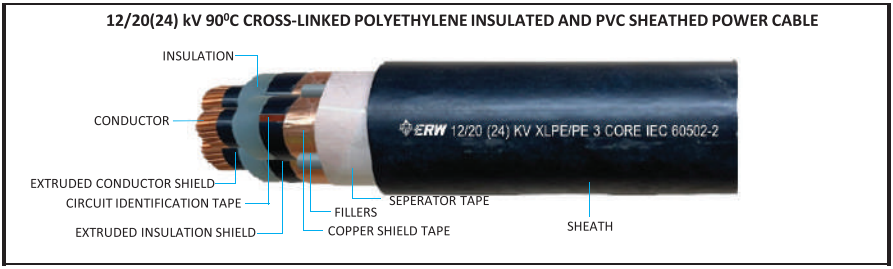
แรงดันพิกัดสำหรับสาย MV

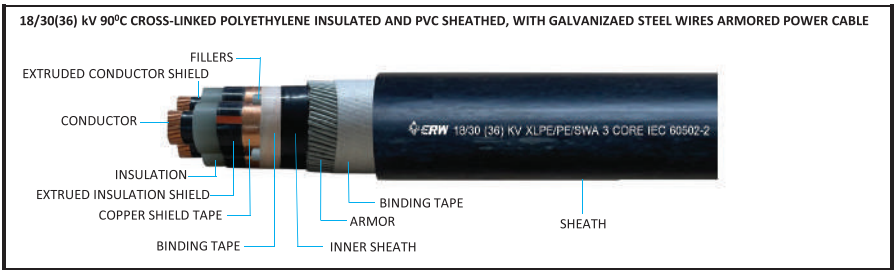
1.8 / 3 (3.6) kV , 3.6 / 6 (7.2) kV , 6 / 10 (12) kV

8.7 / 15 (17.5) kV , 12 / 20 (24) kV , 18 / 30 (36) kV



รูปที่ 2.4 สาย XLPE 1 core





รูปที่ 2.5 สาย XLPE 3 cores และ 3 cores มี armour

1. Conductor

ตัวนำทำจากโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูงเป็นแบบตัวนำตีเกลียว (Strand) โลหะที่นิยมใช้คือ ทองแดง และอลูมิเนียม

2. Conductor Screen

เป็นวัสดุกึ่งตัวนำหุ้มตัวนำ ทำหน้าที่กระจายสนามไฟฟ้า ไม่ให้หนาแน่น

3. Insulation

ฉนวนทำหน้าที่ห่อหุ้มตัวนำ เพื่อป้องกันการสัมผัสกันระหว่าง ตัวนำ และระหว่างตัวนำกับส่วนที่ต่อลงดิน ฉนวนที่นิยมใช้คือ XLPE บางมาตรฐานเรียกว่า สาย CV

4. Insulation Screen

เป็นวัสดุกึ่งตัวนำที่หุ้มอยู่บนฉนวน ทำหน้าที่ลดการเกิด Discharge ที่ผิวฉนวน

5. Metallic Screen

ทำด้วยลวดหรือเทปโลหะ ที่ทำจากทองแดง ใช้พันบนตัวนำ เพื่อจำกัดสนามไฟฟ้า และ ปล่อย Discharge Current ลงดิน

6. Filler

ตัวเติม ใช้เติมให้เต็มในช่องระหว่างแกนของ สายหลายแกน ทำจากวัสดุที่ไม่อมความชื้น Non - hygroscopic Material

7. Binding Tape

ทำจากวัสดุไม่อมความชื้น (Non - hygroscopic Material) มีหน้าที่ทำให้พื้นผิวเรียบ

8. Inner Sheath

เปลือกภายใน ทำด้วย PVC หรือ PE

9. Armour

เกราะป้องกัน ทำด้วยเส้นลวดหรือเทปโลหะเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ป้องกันทางกลให้สายไฟ ใช้ลวดเหล็กอลูมิเนียม หรือเทปเหล็ก สำหรับสายแกนเดียวใช้ อลูมิเนียม สาย 3 แกนใช้เหล็ก

10. Binding Tape

ทำให้พื้นผิวของ Armour เรียบ

11. Outer Sheath

เปลือกภายนอก ทำด้วย PVC หรือ PE

2.6 พิกัดกระแสของสาย MV หุ้มฉนวน

1. สาย SAC เดินบน Spacer ในอากาศ
2. สาย XLPE การติดตั้งกลุ่มที่ 7 , 2 , 5 และ Duct Bank

ตารางที่ 2.2 (ตารางที่ 5-36)

ขนาดกระแสของสายเคเบิล ตัวนำทองแดงแกนเดียวหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน เปลือกนอกพีวีซี มีชีลด์ ขนาดแรงดัน (U_0/U) ตั้งแต่ 3.6/6 กิโลโวลต์ ถึง 18/30 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90°C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ หรือแบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7								
จำนวนตัวนำกระแส	3								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้	ตามมาตรฐาน IEC 60502-2								
ชนิดรางเคเบิล	แบบระบายอากาศ						แบบบันได		
รูปแบบการติดตั้ง									
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)								
50	217	217	255	อยู่ระหว่างการพิจารณา	217	อยู่ระหว่างการพิจารณา	221	217	260
70	270	269	317		269		276	269	324
95	329	329	387		329		336	329	395
120	380	379	446		379		388	379	455
150	429	430	499		430		438	430	509
185	490	494	568		494		501	494	580
240	577	583	664		583		589	583	678
300	659	669	754		669		672	669	770
400	746	769	837		769		762	769	854

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43

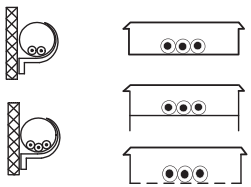
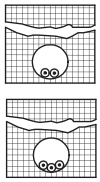
2) ในกรณีเดินเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40

3) ตัวนำชีลด์มีการต่อลงดินที่ปลายทั้ง 2 ด้าน และ / หรือต่อลงดินหลายตำแหน่ง

4) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

ตารางที่ 2.3 (ตารางที่ 5 – 37)

ขนาดกระแสของสายเคเบิล ตัวนำทองแดงแกนเดียวหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน เปลือกนอกพีวีซี มีชีลด์ ขนาดแรงดัน (U0/U) ตั้งแต่ 3.6/6 กิโลโวลต์ ถึง 18/30 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90°C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C (เดินร้อยในท่อในอากาศ) และ 30 °C (ร้อยท่อฝังดิน)

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 5
จำนวนตัวนำกระแส	ไม่เกิน 3	
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว	
รูปแบบการติดตั้ง		

รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	ตามมาตรฐาน IEC 60502-2	
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)	
35	148	149
50	175	178
70	215	218
95	265	265
120	303	303
150	348	341
185	396	386
240	478	454
300	551	521
400	636	607
500	730	706

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C (เดินร้อยในท่อในอากาศ) และ 30 °C (ร้อยท่อฝังดิน) ให้ใช้ตัวคูณ ปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43 และ 5-44 ตามลำดับ

2) งานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ต้องการมอบทรัพย์สินหรือเป็นทรัพย์สินของการไฟฟ้าฯ ให้พิจารณาขนาดกระแสตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ ยกเว้นไม่มีกำหนดไว้

ตารางที่ 2.4 (ตารางที่ 5-38)

ขนาดกระแสสายเคเบิลตัวนำทองแดงแกนเดียวหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ขนาดแรงดัน (U_0/U) 3.6/6 ถึง 18/30 กิโลโวลต์ เดินใน duct bank ไม่เกิน 8 ท่อ

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแสต่อ 1 วงจร (แอมแปร์)							
	จำนวนวงจรทั้งหมด							
	1	2	3	4	5	6	7	8
35	175	160	147	137	130	122	116	110
50	210	191	175	162	153	144	136	130
70	251	228	208	193	182	171	161	154
95	313	282	256	236	222	208	196	187
120	357	322	292	270	254	238	224	213
150	405	362	327	300	282	263	248	235
185	461	410	369	339	318	296	278	264
240	535	475	427	392	367	342	321	305
300	611	539	481	440	411	382	358	339
400	694	619	553	507	473	440	412	391
500	797	695	616	560	522	483	451	427

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-38)

1) การคำนวณอิงจากมาตรฐาน IEC 60287 ตามสภาพเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- **สำหรับระบบแรงสูง ชีลด์ มีต่อการลงดินลักษณะต่อปลายทั้งสองด้าน และ/หรือ ต่อลงดินหลายจุด**
- **มีเคเบิล (ตัวนำกระแส) 3 เส้นใน 1 ท่อ**

2) **งานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ต้องการมอบทรัพย์สินหรือเป็นทรัพย์สินของการไฟฟ้าฯ ให้พิจารณาขนาดกระแสตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ ยกเว้นไม่มีกำหนดไว้**

2.7 สายไฟฟ้าแรงดันสูงของ บริษัท เอราวัณสายไฟเคเบิ้ล จำกัด

บริษัท เอราวัณสายไฟเคเบิ้ล จำกัด (ERW) ซึ่งเป็นหนึ่งในผู้ผลิตสายไฟฟ้าแรงสูงของประเทศไทย ได้ผลิตสายไฟฟ้าแรงดันสูงทุกชนิดตามการใช้งานดังรูป

12/20 KV-CV

TIS 2143–2546, IEC 60502-2

12/20(24) kV 90°C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED AND PVC SHEATHED POWER CABLE

CABLE STRUCTURE

Conductor : Compacted round stranded annealed copper,
Single-core : Sizes 35 mm2 up to 1,000 mm2
Multi-core : Sizes 35 mm2 up to 400 mm2
Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)
Core identification Single-core : Natural (Translucent)
Shield : Copper Tape or Copper Wire
Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST2)
or Black polyethylene (PE)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90°c
: Circuit voltage not exceeding 24,000 Volts
Rated voltage (U_0/U) 12/20 kV
12,000 Volts between Line-to-Earth
20,000 Volts between Line-to-Line
Insulation shield layer : Semi-conducting covering remove at splices or terminals
Testing voltage : 42,000 Volts
Reference standard : IEC 60502-2, IEC 60228,IEC 60332-1
TIS 2143-2546

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

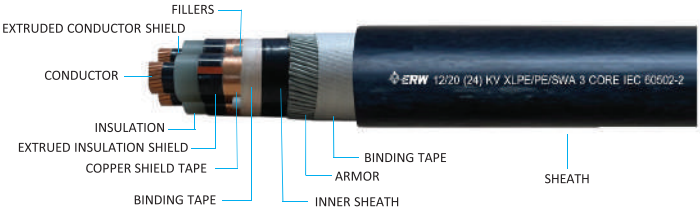
Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Number of wires minimum (No.)	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diammeter approx. (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 20° C minimum (MΩ/km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
1	35	6	5.5	1.8	26	0.524	3,460	214	850	500/D
	50	6	5.5	1.8	27	0.387	3,130	258	1,000	500/D
	70	12	5.5	1.8	28	0.268	2,790	321	1,300	500/D
	95	15	5.5	1.9	30	0.193	2,500	393	1,600	500/D
	120	18	5.5	2.0	32	0.153	2,290	453	1,900	500/D
	150	18	5.5	2.0	34	0.124	2,130	516	2,200	500/D
	185	30	5.5	2.1	35	0.099	1,970	593	2,600	500/D
	240	34	5.5	2.1	38	0.075	1,770	703	3,200	500/D
	300	34	5.5	2.2	40	0.0601	1,620	808	3,800	500/D
	400	53	5.5	2.3	43	0.047	1,480	938	4,700	500/D
	500	53	5.5	2.4	47	0.0366	1,320	1,091	6,000	500/D
	630	53	5.5	2.5	51	0.0283	1,190	1,269	7,500	500/D
	800	53	5.5	2.6	55	0.0221	1,070	1,456	9,000	500/D
	1,000	53	5.5	2.8	60	0.0176	940	1,660	11,500	300/D

รูปที่ 2.6 สาย XLPE 1 core ขนาดแรงดัน 12/20 (24) kV

12/20 KV CV-SWA

IEC 60502-2

12/20(24) kV 90ºC CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED AND PVC SHEATHED, WITH GALVANIZAED STEEL WIRES ARMORED POWER CABLE



CABLE STRUCTURE

Conductor :Compacted round stranded annealed copper,
Single-core : Sizes 35 mm² up to 800 mm²
Multi-core : Sizes 35 mm² up to 300 mm²

Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)

Core identification

Single-core : Natural (Translucent)

3 Cores : White, Red, and Blue

Shield : Copper Tape or Copper Wire

Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST2)
or Black polyethylene (PE)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90ºC
: Circuit voltage not exceeding 24,000 Volts
Rated voltage (U_0/U) 12/20 kV
12,000 Volts between Line-to-Earth
20,000 Volts between Line-to-Line

Insulation shield layer : Semi-conducting covering remove at splices or terminals

Testing voltage : 42,000 Volts

Reference standard : IEC 60502-2, IEC 60228,IEC 60332-1

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Conductor			Thickness of insulation	Diameter over insulation	Thickness of inner sheath	Diameter under armour	Diameter of wire aemour	Thickness of outer sheath	Overall diameter	DC Conductor resistance at 20 ° C	Currentrating		Cable weight	Standard length
	Cross-Sectional Area	No of wires	Diameter									in free air at 40 ° C ambient	direct burial in ground at 30 ° C		
	(mm²)	(Min.)	(mm) (Approx.)	(mm) (Nominal)	(mm) (Approx.)	(mm) (Nominal)	(mm) (Approx.)	(mm) (Nominal)	(mm) (Nominal)	(mm) (Approx.)	(Ω/km) (Max.)	(A)	(A)	(kg/km) (Approx.)	(m/drum)
3	35	6	6.95	5.5	19.5	1.5	50.0	2.5	2.9	64	0.524	180	170	6,350	300/D
	50	6	8.33	5.5	20.9	1.6	53.5	2.5	3.0	67	0.387	215	200	7,150	300/D
	70	12	9.73	5.5	22.3	1.6	56.5	2.5	3.1	70	0.268	265	245	8,160	300/D
	95	15	11.43	5.5	24.0	1.7	60.0	2.5	3.2	75	0.193	320	295	9,480	250/D
	120	18	12.95	5.5	25.5	1.8	63.5	3.15	3.4	80	0.153	365	330	11,600	200/D
	150	18	14.27	5.5	26.9	1.8	66.5	3.15	3.5	83	0.124	410	370	12,850	150/D
	185	30	15.98	5.5	28.6	1.9	70.5	3.15	3.6	87	0.0991	465	415	14,550	150/D
	240	34	18.47	5.5	31.1	2.0	76.0	3.15	3.8	94	0.0754	545	475	17,120	100/D
	300	34	20.68	5.5	33.3	2.1	81.0	3.15	3.9	99	0.0601	615	530	19,690	100/D

รูปที่ 2.7 สาย XLPE 3 cores ขนาดแรงดัน 12/20 (24) kV

12/20 KV CV-SWA

IEC 60502-2

12/20(24) kV 90ºC CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED AND PVC SHEATHED, WITH GALVANIZAED STEEL WIRES ARMORED POWER CABLE

CABLE STRUCTURE

Conductor :Compacted round stranded annealed copper,
Single-core : Sizes 35 mm² up to 800 mm²
Multi-core : Sizes 35 mm² up to 300 mm²

Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)

Core identification

Single-core : Natural (Translucent)

Shield : Copper Tape or Copper Wire

Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST2)
or Black polyethylene (PE)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90°C
: Circuit voltage not exceeding 24,000Volts
Rated voltage (U_0/U) 12/20 kV
12,000 Volts between Line-to-Earth
20,000 Volts between Line-to-Line

Insulation shield laye : Semi-conducting covering remove at splices or terminals

Testing voltage : 42,000 Volts

Reference standard : IEC 60502-2

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

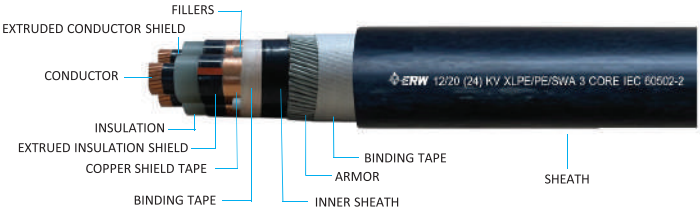
Number of core	Conductor Cross-Sectional Area (mm²)	Conductor No of wires (Min.)	Conductor Diameter (mm) (Approx.)	Thickness of insulation (mm) (Nominal)	Diameter over insulation (mm) (Approx.)	Area of metallic screen (mm²)	Thickness of inner sheath (mm) (Nominal)	Diameter under armour (mm) (Approx.)	Diameter of wire aemour (mm) (Nominal)	Thickness of outer sheath (mm) (Nominal)	Overall diameter (mm) (Approx.)	DC Conductor resistance at 20 °C (Ω/km) (Max.)	Currentrating in free air at 40 °C ambient (A)	Currentrating direct burial in ground at 30 °C (A)	Cable weight (kg/km) (Approx.)	Standard length (m/drum)
1	35	6	6.95	5.5	19.5	10	1.2	26.0	1.6	2.0	35	0.524	205	180	1,510	500/D
	50	6	8.33	5.5	20.9	10	1.2	27.5	2.0	2.0	37	0.387	250	215	1,770	500/D
	70	12	9.73	5.5	22.3	10	1.2	29.0	2.0	2.1	39	0.268	310	265	2,060	500/D
	95	15	11.43	5.5	24.0	10	1.2	30.5	2.0	2.1	41	0.193	375	315	2,380	500/D
	120	18	12.95	5.5	25.5	10	1.2	32.0	2.0	2.2	42	0.153	430	360	2,710	500/D
	150	18	14.27	5.5	26.9	16	1.2	33.5	2.0	2.2	44	0.124	490	405	3,080	500/D
	185	30	15.98	5.5	28.6	16	1.2	35.0	2.0	2.3	46	0.0991	560	460	3,520	500/D
	240	34	18.47	5.5	31.1	25	1.3	38.0	2.5	2.4	50	0.0754	665	535	4,470	500/D
	300	34	20.68	5.5	33.3	25	1.3	40.5	2.5	2.5	53	0.0601	760	600	5,180	300/D
	400	53	23.39	5.5	36.0	25	1.4	43.5	2.5	2.6	56	0.0470	880	685	6,160	300/D
	500	53	26.67	5.5	39.8	25	1.4	47.0	2.5	2.7	60	0.0366	1,020	780	7,430	300/D
	630	53	30.22	5.5	43.4	25	1.5	50.5	2.5	2.8	64	0.0283	1,170	890	9,010	250/D
	800	53	34.00	5.5	47.2	25	1.6	54.5	2.5	3.0	69	0.0221	1,330	995	10,970	200/D

รูปที่ 2.8 สาย XLPE 1 core with armour ขนาดแรงดัน 12/20 (24) kV

12/20 KV CV-SWA

IEC 60502-2

12/20(24) kV 90°C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED AND PVC SHEATHED, WITH GALVANIZAED STEEL WIRES ARMORED POWER CABLE



CABLE STRUCTURE

Conductor :Compacted round stranded annealed copper,
Single-core : Sizes 35 mm² up to 800 mm²
Multi-core : Sizes 35 mm² up to 300 mm²

Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)

Core identification

Single-core : Natural (Translucent)

3 Cores : White, Red, and Blue

Shield : Copper Tape or Copper Wire

Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST2)
or Black polyethylene (PE)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90°C
: Circuit voltage not exceeding 24,000 Volts
Rated voltage (U_0/U) 12/20 kV
12,000 Volts between Line-to-Earth
20,000 Volts between Line-to-Line

Insulation shield layer : Semi-conducting covering remove at splices or terminals

Testing voltage : 42,000 Volts

Reference standard : IEC 60502-2, IEC 60228,IEC 60332-1

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Conductor			Thickness of insulation	Diameter over insulation	Thickness of inner sheath	Diameter under armour	Diameter of wire aemour	Thickness of outer sheath	Overall diameter	DC Conductor resistance at 20 °C	Currentrating in free air at 40 °C ambient	Currentrating direct burial in ground at 30 °C	Cable weight	Standard length
	Cross-Sectional Area (mm²)	No of wires (Min.)	Diameter (mm) (Approx.)	(mm) (Nominal)	(mm) (Approx.)	(mm) (Nominal)	(mm) (Approx.)	(mm) (Nominal)	(mm) (Nominal)	(mm) (Approx.)	(Ω/km) (Max.)	(A)	(A)	(kg/km) (Approx.)	(m/drum)
3	35	6	6.95	5.5	19.5	1.5	50.0	2.5	2.9	64	0.524	180	170	6,350	300/D
	50	6	8.33	5.5	20.9	1.6	53.5	2.5	3.0	67	0.387	215	200	7,150	300/D
	70	12	9.73	5.5	22.3	1.6	56.5	2.5	3.1	70	0.268	265	245	8,160	300/D
	95	15	11.43	5.5	24.0	1.7	60.0	2.5	3.2	75	0.193	320	295	9,480	250/D
	120	18	12.95	5.5	25.5	1.8	63.5	3.15	3.4	80	0.153	365	330	11,600	200/D
	150	18	14.27	5.5	26.9	1.8	66.5	3.15	3.5	83	0.124	410	370	12,850	150/D
	185	30	15.98	5.5	28.6	1.9	70.5	3.15	3.6	87	0.0991	465	415	14,550	150/D
	240	34	18.47	5.5	31.1	2.0	76.0	3.15	3.8	94	0.0754	545	475	17,120	100/D
	300	34	20.68	5.5	33.3	2.1	81.0	3.15	3.9	99	0.0601	615	530	19,690	100/D

รูปที่ 2.9 สาย XLPE 3 cores with armour ขนาดแรงดัน 12/20 (24) kV

18/30 KV-CV

TIS 2143–2546, IEC 60502-2

18/30(36) kV 90°C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED AND PVC SHEATHED POWER CABLE

CABLE STRUCTURE

Conductor : Compacted round stranded annealed copper,
Single-core : Sizes 35 mm² up to 1,000 mm²
Multi-core : Sizes 35 mm² up to 400 mm²

Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)

Core identification
Single-core : Natural (Translucent)

Shield : Copper Tape or Copper Wire

Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST2)
or Black polyethylene (PE)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90°C
: Circuit voltage not exceeding 36,000 Volts
Rated voltage (U_0/U) 18/30 kV
18,000 Volts between Line-to-Earth
30,000 Volts between Line-to-Line

Insulation shield laye : Semi-conducting covering remove at splices or terminals

Testing voltage : 63,000 Volts

Reference standard : IEC 60502-2, IEC 60228,IEC 60332-1
TIS 2143-2546

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Number of wires minimum (No.)	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter approx. (mm)	Conductor resistance at 20°C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 20°C minimum (MΩ/km)	Continuous currunt rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
1	35	6	8.9	2.0	33	0.524	4,680	214	1,200	500/D
	50	6	8.0	2.0	32	0.387	4,010	257	1,300	500/D
	70	12	8.0	2.0	34	0.268	3,620	320	1,500	500/D
	95	15	8.0	2.1	36	0.193	3,260	390	1,900	500/D
	120	18	8.0	2.1	37	0.153	3,020	450	2,200	500/D
	150	18	8.0	2.2	39	0.124	2,820	511	2,500	500/D
	185	30	8.0	2.2	41	0.0991	2,620	587	2,900	500/D
	240	34	8.0	2.3	43	0.0754	2,370	695	3,500	500/D
	300	34	8.0	2.4	46	0.0601	2,190	797	4,200	500/D
	400	53	8.0	2.5	48	0.0470	2,000	925	5,000	500/D
	500	53	8.0	2.6	52	0.0366	1,800	1,078	6,500	500/D
	630	53	8.0	2.7	56	0.0283	1,630	1,252	7,500	500/D
	800	53	8.0	2.8	60	0.0221	1,480	1,437	9,500	300/D
	1,000	53	8.0	3.0	66	0.0176	1,300	1,638	12,000	300/D

รูปที่ 2.10 สาย XLPE 1 core ขนาดแรงดัน 18/30 (36) kV

18/30 KV-CV

IEC 60502-2

18/30(36) kV 90°C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED AND PVC SHEATHED POWER CABLE

CABLE STRUCTURE

Conductor : Compacted round stranded annealed copper,
Single-core : Sizes 35 mm² up to 1,000 mm²
Multi-core : Sizes 35 mm² up to 400 mm²

Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)

Core identification

Single-core : Natural (Translucent)
3 Cores : White, Red, and Blue

Shield : Copper Tape or Copper Wire

Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST2) or Black polyethylene (PE)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90°C
: Circuit voltage not exceeding 36,000 Volts
Rated voltage (U_0/U) 18/30 kV
18,000 Volts between Line-to-Earth
30,000 Volts between Line-to-Line

Insulation shield layer : Semi-conducting covering remove at splices or terminals

Testing voltage : 63,000 Volts

Reference standard : IEC 60502-2, IEC 60228,IEC 60332-1

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Number of wires minimum (No.)	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter approx. (mm)	Conductor resistance at 20°C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 20°C minimum (MΩ/km)	Continuous currunt rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
3	35	6	8.9	3.1	68	0.524	4,680	183	4,300	500/D
	50	6	8.0	3.2	67	0.387	4,010	218	4,500	500/D
	70	12	8.0	3.3	71	0.268	3,620	270	5,500	300/D
	95	15	8.0	3.4	75	0.193	3,260	328	6,500	300/D
	120	18	8.0	3.5	79	0.153	3,020	377	7,500	300/D
	150	18	8.0	3.6	82	0.124	2,820	428	8,500	300/D
	185	30	8.0	3.7	86	0.0991	2,620	491	10,000	300/D
	240	34	8.0	3.9	91	0.0754	2,370	579	12,000	300/D
	300	34	8.0	4.0	97	0.0601	2,190	664	14,000	300/D
	400	53	8.0	4.3	103	0.0470	2,000	767	17,000	200/D

รูปที่ 2.11 สาย XLPE 3 cores ขนาดแรงดัน 18/30 (36) kV

18/30 KV CV-AWA

IEC 60502-2

18/30(36) kV 90ºC CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED AND PVC SHEATHED, WITH GALVANIZAED STEEL WIRES ARMORED POWER CABLE

CABLE STRUCTURE

Conductor :Compacted round stranded annealed copper,
Single-core : Sizes 50 mm² up to 800 mm²
Multi-core : Sizes 50 mm² up to 240 mm²

Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)

Core identification

Single-core : Natural (Translucent)

Shield : Copper Tape or Copper Wire

Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST2)
or Black polyethylene (PE)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90°C
: Circuit voltage not exceeding 36,000Volts
Rated voltage (U_0/U) 18/30 kV
18,000 Volts between Line-to-Earth
30,000 Volts between Line-to-Line

Insulation shield laye : Semi-conducting covering remove at splices or terminals

Testing voltage : 63,000 Volts

Reference standard : IEC 60502-2

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

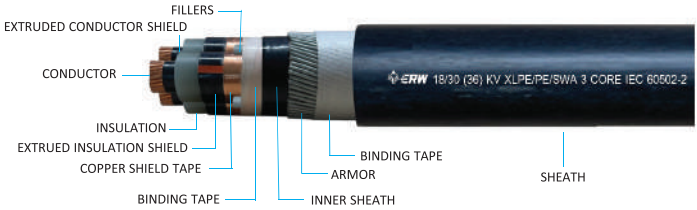
Number of core	Conductor Cross-Sectional Area (mm²)	Conductor No of wires (Min.)	Conductor Diameter (mm) (Approx.)	Thickness of insulation (mm) (Nominal)	Diameter over insulation (mm) (Approx.)	Area of metallic screen (mm²)	Thickness of inner sheath (mm) (Nominal)	Diameter under armour (mm) (Approx.)	Diameter of wire aemour (mm) (Nominal)	Thickness of outer sheath (mm) (Nominal)	Overall diameter (mm) (Approx.)	DC Conductor resistance at 20 °C (Ω/km) (Max.)	Currentrating in free air at 40 °C ambient (A)	Currentrating direct burial in ground at 30 °C (A)	Cable weight (kg/km) (Approx.)	Standard length (m/drum)
1	50	6	8.33	8.0	26.1	10	1.2	32.5	2.0	2.2	43	0.387	245	215	2,170	500/D
	70	12	9.73	8.0	27.5	10	1.2	34.0	2.0	2.3	45	0.268	305	265	2,460	500/D
	95	15	11.43	8.0	29.2	10	1.2	35.5	2.0	2.3	46	0.193	370	315	2,800	500/D
	120	18	12.95	8.0	30.7	10	1.3	37.5	2.5	2.4	49	0.153	430	360	3,310	500/D
	150	18	14.27	8.0	32.1	16	1.3	38.5	2.5	2.5	51	0.124	485	400	3,730	500/D
	185	30	15.98	8.0	33.8	16	1.3	40.5	2.5	2.5	53	0.0991	555	455	4,170	500/D
	240	34	18.47	8.0	36.3	25	1.4	43.5	2.5	2.6	56	0.0754	655	530	5,020	300/D
	300	34	20.68	8.0	38.5	25	1.4	46.0	2.5	2.7	59	0.0601	750	595	5,750	300/D
	400	53	23.39	8.0	41.2	25	1.5	48.5	2.5	2.8	62	0.047	870	675	6,760	300/D
	500	53	26.67	8.0	45.0	25	1.5	52.5	2.5	2.9	66	0.0366	1,005	770	8,070	250/D
	630	53	30.22	8.0	48.6	25	1.6	56.0	2.5	3.0	70	0.0283	1,155	870	9,690	250/D
	800	53	34.00	8.0	52.4	25	1.7	60.0	2.5	3.1	74	0.0221	1,310	970	11,650	200/D

รูปที่ 2.12 สาย XLPE 1 core with armour ขนาดแรงดัน 18/30 (36) kV

18/30 KV CV-SWA

IEC 60502-2

18/30(36) kV 90°C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED AND PVC SHEATHED, WITH GALVANIZAED STEEL WIRES ARMORED POWER CABLE



CABLE STRUCTURE

Conductor :Compacted round stranded annealed copper,
Single-core : Sizes 50 mm² up to 800 mm²
Multi-core : Sizes 50 mm² up to 240 mm²

Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)

Core identification

Single-core : Natural (Translucent)

3 Cores : White, Red, and Blue

Shield : Copper Tape or Copper Wire

Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST2)
or Black polyethylene (PE)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90°C
: Circuit voltage not exceeding 36,000 Volts
Rated voltage (U_0/U) 18/30 kV
18,000 Volts between Line-to-Earth
30,000 Volts between Line-to-Line

Insulation shield layer : Semi-conducting covering remove at splices or terminals

Testing voltage : 63,000 Volts

Reference standard : IEC 60502-2, IEC 60228,IEC 60332-1

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Conductor Cross-Sectional Area (mm²)	Conductor No of wires (Min.)	Conductor Diameter (mm) (Approx.)	Thickness of insulation (mm) (Nominal)	Diameter over insulation (mm) (Approx.)	Thickness of inner sheath (mm) (Nominal)	Diameter under armour (mm) (Approx.)	Diameter of wire aemour (mm) (Nominal)	Thickness of outer sheath (mm) (Nominal)	Overall diameter (mm) (Approx.)	DC Conductor resistance at 20 °C (Ω/km) (Max.)	Currentrating in free air at 40 °C ambient (A)	Currentrating direct burial in ground at 30 °C (A)	Cable weight (kg/km) (Approx.)	Standard length (m/drum)
3	50	6	8.33	8.0	26.1	1.8	65.0	3.15	3.4	81	0.387	215	200	10,020	200/D
	70	12	9.73	8.0	27.5	1.9	68.0	3.15	3.5	85	0.268	265	245	11,160	200/D
	95	15	11.43	8.0	29.2	1.9	72.0	3.15	3.7	89	0.193	320	290	12,610	150/D
	120	18	12.95	8.0	30.7	2.0	75.5	3.15	3.8	93	0.153	365	330	13,990	150/D
	150	18	14.27	8.0	32.1	2.0	78.0	3.15	3.9	96	0.124	415	370	15,240	150/D
	185	30	15.98	8.0	33.8	2.1	82.0	3.15	4.0	100	0.0991	470	415	17,020	100/D
	240	34	18.47	8.0	36.3	2.2	87.5	3.15	4.2	107	0.0754	545	475	19,770	100/D

รูปที่ 2.13 สาย XLPE 3 cores with armour ขนาดแรงดัน 18/30 (36) kV

บทที่ 3
สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ

3.1 บทนำ

สายไฟฟ้าแรงดันต่ำเป็นสายไฟฟ้าที่ใช้ได้กับแรงดันไม่เกิน 1000 V มีลักษณะเป็นสายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวน โดยที่ตัวนำสายไฟฟ้าชนิดนี้ อาจจะใช้ทองแดงหรืออะลูมิเนียม แต่ที่นิยมใช้สำหรับสายไฟฟ้าแรงดันต่ำ คือตัวนำทองแดง ถ้ามีขนาดใหญ่จะมีลักษณะเป็นตัวนำตีเกลียว แต่ถ้ามีขนาดเล็ก ตัวนำก็จะเป็นตัวนำเดี่ยววัสดุฉนวนที่นิยมใช้กับสายไฟฟ้าแรงดันต่ำ ได้แก่ Polyvinyl Chloride (PVC) และ Cross linked Polyethylene (XLPE)

3.2 ส่วนประกอบ

สายไฟฟ้าแรงดันต่ำมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

- ตัวนำ
- ฉนวน
- เปลือก

3.2.1 ตัวนำ

ตัวนำของสายไฟฟ้าทำมาจากโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูงอาจจะอยู่ในรูปของตัวนำเดี่ยว (Solid) หรือตัวนำตีเกลียว (Strand) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวนำเล็กๆตีเข้าด้วยกันเป็นเกลียวซึ่งมีข้อดีคือการนำกระแสต่อพื้นที่หน้าตัดสูงขึ้นเนื่องจากผลของ Skin Effect ลดลงและการเดินสายทำได้ง่ายเพราะมีความอ่อนตัวกว่าโลหะที่นิยมใช้เป็นตัวนำได้แก่ทองแดงและอะลูมิเนียมโดยโลหะทั้งสองชนิดมีข้อดีข้อเสียต่างกันไปตามแต่ลักษณะของงานตารางที่ 3.1 จะเปรียบเทียบคุณสมบัติของทองแดงและอะลูมิเนียม

ทองแดงเป็นโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูงมากมีความแข็งแรงเหนียวทนต่อการกัดกร่อนได้ดีแต่มีข้อเสียคือมีน้ำหนักมากและราคาสูงจึงไม่เหมาะสำหรับงานด้านระบบสายส่งแรงดันสูงแต่จะเหมาะกับการใช้งานโดยทั่วไปโดยเฉพาะงานในอาคารหรือโรงงานอุตสาหกรรม

อะลูมิเนียม เป็นโลหะมีความนำไฟฟ้าสูงรองจากทองแดงแต่เมื่อเปรียบเทียบในกรณีกระแสเท่ากันแล้วพบว่าอะลูมิเนียมจะมีน้ำหนักเบาและราคาถูกกว่าจึงเหมาะกับงานเดินสายไฟนอกอาคารและระบบสายส่งแรงดันสูงถ้าทิ้งอะลูมิเนียมไว้ในอากาศจะเกิดออกไซด์ของอะลูมิเนียมซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนฟิล์มบางๆเกาะตามผิวช่วยป้องกันการสึกกร่อนแต่จะมีข้อเสียคือทำให้การเชื่อมต่อทำได้ยาก

ตารางที่ 3.1

เปรียบเทียบคุณสมบัติของทองแดงและอะลูมิเนียม

คุณสมบัติ	ทองแดง	อะลูมิเนียม
ความนำไฟฟ้าสัมพัทธ์ (ทองแดง = 100)	100	61
สภาพความต้านทานไฟฟ้าที่ 20°C ($\Omega m \times 10^{-8}$)	1.724	2.803
สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (per °C x 10^{-6})	17	23
จุดหลอมเหลว (°C)	1083	659
ความนำความร้อน (W/cm°C)	3.8	2.4
ความหนาแน่นที่ 20°C (g/cm^3)	8.89	2.7

3.2.2 ฉนวน

ฉนวนทำหน้าที่ห่อหุ้มตัวนำ เพื่อป้องกันการสัมผัสกันโดยตรงระหว่างตัวนำหรือระหว่างตัวนำกับส่วนที่ต่อลงดินและเพื่อป้องกันตัวนำจากผลกระทบทางกลและทางเคมีต่างๆ ในระหว่างที่ตัวนำ นำกระแสไฟฟ้าจะเกิดพลังงานสูญเสียในรูปของความร้อน ความร้อนที่เกิดขึ้นจะถ่ายเทไปยังเนื้อฉนวน ความสามารถในการทนต่อความร้อนของฉนวนจะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการทนต่อความร้อนของสายไฟฟ้านั่นเอง การเลือกใช้ชนิดของฉนวนจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิใช้งาน ระดับแรงดันของระบบและสภาพแวดล้อมในการติดตั้ง วัสดุที่นิยมใช้เป็นฉนวนมากที่สุดในขณะนี้คือ Polyvinyl Chloride (PVC) และ Cross linked Polyethylene (XLPE) ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของฉนวน PVC และ XLPE

ตารางที่ 3.2

คุณสมบัติของฉนวน PVC และ XLPE

คุณสมบัติ	PVC	XLPE
พิกัดอุณหภูมิสูงสุดขณะใช้ (°C)	70	90
พิกัดอุณหภูมิสูงสุดขณะลัดวงจร (°C)	120	250
ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก	6	2.4
ความหนาแน่น (g/cm^3)	1.4	0.92
ความนำความร้อน (cal/cm.sec°C)	3.5	8
ความทนทานต่อแรงดึง (kg/mm^2)	2.5	3

จะเห็นว่าฉนวน XLPE มีความแข็งแรง ทนต่อความร้อนและถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าฉนวน PVC ปัจจุบันจึงมีการใช้ฉนวน XLPE เพิ่มมากขึ้น

3.2.3 เปลือก

เปลือกทำหน้าที่หุ้มแกนหรือหุ้มสายชั้นนอกสุด อาจจะมี 1 หรือ 2 ชั้นก็ได้เพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพที่อาจเกิดขึ้นในขณะติดตั้งหรือใช้งาน การเลือกใช้ชนิดของเปลือกจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในการติดตั้งวัสดุที่นิยมใช้ทำเป็นเปลือกมากที่สุด คือ Polyvinyl Chloride (PVC) และ Polyethylene (PE) ส่วนกรณีสายที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษก็อาจใช้วัสดุ เช่น Flame Retardant Polyvinyl Chloride (FR-PVC) หรือ Low Smoke Halogen Free (LSHF) ก็ได้

3.3 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน PVC

สายไฟฟ้าชนิดนี้จะมีตัวนำเป็นอะลูมิเนียมแบบตีเกลียวไม่อัดแน่นหรือแบบตีเกลียวอัดแน่นและหุ้มด้วยฉนวน PVC สามารถใช้ได้กับแรงดันไม่เกิน 750 V สายไฟฟ้าชนิดนี้จะเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 293-2541

สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน PVC สามารถใช้งานในระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ เดินภายนอกอาคารเป็นสายประธาน (Main) หรือสายป้อน (Feeder) โดยจะใช้เดินในอากาศเหนือพื้นดิน ทางการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ใช้สายชนิดนี้เป็นสายประธานแรงต่ำเดินมาจากหม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformers) พาดบนลูกถ้วยตามเสาไฟฟ้าหรือใต้ชายคาบ้านหรือตึกแถว เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ สายชนิดนี้มีราคาถูกและรับแรงดึงได้พอควร

THWA

TIS 293-2541

750 V 70 °C ALUMINIUM CONDUCTOR PVC INSULATED, SINGLE CORE

CONDUCTOR

INSULATION

CABLE STRUCTURE

Conductor : Solid and stranded haed drawn aluminium wires
Size 10 mm² up to 500 mm²

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC)
Color : Black

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 750 Volts

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard : TIS 293-2541, Table 1

APPLICATION

For aerial cable (Service & Main)

Numinal cross sectional area (mm²)	Number and diameter of wires (No./mm)	Insulation thickness nominal (mm)	Overall diameter approx. (mm)	Conductor resistance at 20°C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70°C minimum (MΩ-km)	Breaking strength of conductor minimum (N)	continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
10	1/3.49	1.1	6.0	3.08	0.0078	1,562	52	50	500/C
10	7/1.32	1.1	6.5	3.08	0.0070	1,769	52	55	500/C
16	1/4.43	1.1	7.0	1.91	0.0064	2,445	70	70	500/C
16	7/1.68	1.1	7.6	1.91	0.0058	2,781	70	80	500/C
25	7/2.12	1.3	9.3	1.20	0.0055	4,241	95	120	300/C
35	7/2.49	1.3	10.5	0.868	0.0048	5,703	117	160	200/C
50	7/2.90	1.5	12.0	0.641	0.0047	7,423	143	210	200/C
50	19/1.76	1.5	12.5	0.641	0.0047	8,114	143	210	200/C
70	19/2.12	1.5	14.0	0.443	0.0040	11,487	185	280	100/C
95	19/2.49	1.7	16.5	0.320	0.0038	15,470	226	390	100/C
120	19/2.80	1.7	18.0	0.253	0.0035	18,810	264	470	500/D
120	37/2.01	1.7	18.0	0.253	0.0034	20,114	264	470	500/D
150	37/2.23	1.9	20.0	0.206	0.0035	24,704	302	600	500/D
185	37/2.50	2.1	22.0	0.164	0.0034	30,187	352	700	500/D
240	61/2.23	2.3	25.0	0.125	0.0033	38,568	421	900	500/D
300	61/2.49	2.5	28.0	0.100	0.0032	46,901	487	1,100	500/D
400	61/2.82	2.7	32.0	0.0778	0.0031	57,948	574	1,400	500/D
500	61/3.20	3.1	36.0	0.0605	0.0031	73,194	675	1,900	500/D

รูปที่ 3.1 สายอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน PVC

THWA-C

TIS 293-2541

750 V 70 ° C COMPACTED ALUMINIUM CONDUCTOR PVC INSULATED, SINGLE CORE

CONDUCTOR

INSULATION

CABLE STRUCTURE

Conductor : Compact stranded haed drawn aluminium wires
Size 10 mm² up to 500 mm²

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC)
Color : Black

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 750 Volts

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard : TIS 293-2541, Table 2

APPLICATION

For aerial cable (Service & Main)

Nominal cross sectional area (mm²)	Actual cross sactional area (mm²)	Minimum number of wires (No.)	Compact conductor diameter approx. (mm)	Insulation thickness nominal (mm)	Overall diameter approx. (mm)	Conductor resistance at 20°C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ-km)	Breaking strength of conductor minimum (N)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
10	9.64	6	3.72	1.1	6.3	3.08	0.0084	1,768	52	50	500/C
16	15.55	6	4.69	1.1	7.2	1.91	0.0068	2,734	69	75	500/C
25	24.75	6	5.90	1.3	8.8	1.20	0.0064	4,120	93	110	300/C
35	34.21	6	6.95	1.3	9.9	0.868	0.0056	5,591	115	150	300/C
50	46.32	6	8.01	1.5	11.5	0.641	0.0059	7,313	141	200	200/C
70	67.03	12	9.73	1.5	13.5	0.443	0.0050	10,420	178	270	100/C
95	92.79	15	11.40	1.7	15.5	0.320	0.0047	14,098	220	370	100/C
120	117.37	15	12.95	1.7	17.0	0.253	0.0042	18,518	258	450	100/C
150	144.15	15	14.27	1.9	18.5	0.206	0.0042	22,457	294	550	500/D
185	181.06	30	15.98	2.1	21.0	0.164	0.0042	28,974	342	700	500/D
240	237.55	30	18.47	2.3	24.0	0.125	0.0040	37,506	410	900	500/D
300	296.94	30	20.68	2.5	26.0	0.100	0.0038	45,642	475	1,100	500/D
400	381.67	53	23.39	2.7	30.0	0.0778	0.0036	56,992	560	1,400	500/D
500	490.81	53	26.67	3.1	34.0	0.0605	0.0037	72,195	659	1,800	500/D

รูปที่ 3.1 สายอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน PVC

3.4 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC

เนื่องจากทองแดง มีคุณสมบัติข้อดีที่เหนือกว่าอะลูมิเนียมหลายประการด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูงกว่า การตัดต่อก็ทำได้ง่ายกว่า จึงนิยมใช้สายไฟฟ้าชนิดนี้กันมาก สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC มีมากมายหลายชนิดแต่ละชนิดก็เหมาะกับงานแต่ละแบบทำให้สามารถใช้สายไฟฟ้าชนิดนี้กับงานได้กว้างขวางมากตั้งแต่เป็นสายเชื่อมต่อวงจรเล็กๆ จนกระทั่งเป็นสายประธานหรือสายป้อน ในที่นี้จึงจะขอกล่าวถึงสายไฟฟ้าตาม

มอก. 11-2553 และ มอก. 11 เล่ม 101 – 2559 โดยจะกล่าวถึงสายไฟฟ้าที่ใช้งานในการเดินสายถาวรที่ใช้กันโดยทั่วๆไป ดูรายละเอียดได้ในบทต่อไป

TIS 11 Part 101-2559 TIS 11 Part 3-2553

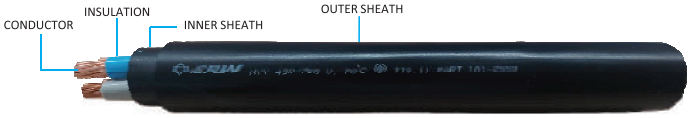
THW IEC 01 450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED, SINGLE CORE

VAF 300/500 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED,FLAT TYPE

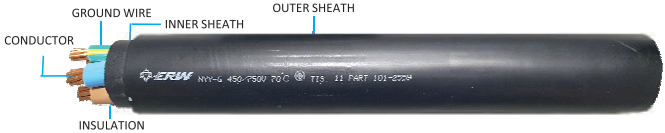
VAF-G 300/500 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND,FLAT TYPE

VCT 450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED, ROUND TYPE

VCT-G 450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND, ROUND TYPE



NYY 450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED



NYY-G 450/750 V 70°C STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED WITH GROUND

รูปที่ 3.2 สายทองแดงหุ้มฉนวน PVC

3.5 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE

สายไฟฟ้าชนิดนี้ ทำตามมาตรฐาน มอก.2143-2546 (IEC 60502–1) มีฉนวน และเปลือกแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 0.6 / 1 kV บางมาตรฐานเรียกว่าสาย CV เนื่องจาก ฉนวน XLPE สามารถทนความร้อนได้ 90°C จึงนำกระแสได้สูงกว่าสายหุ้มฉนวน PVC มักนิยมใช้เป็นสาย Feeder และสาย Main

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
- เดินบน รางเคเบิล
- การติดตั้งในอาคารต้องเดินในที่ปิดมิดชิด

ยกเว้น เปลือกนอก ของสายมีคุณสมบัติต้านทานการลุกไหม้ (Flame retardant) IEC 60332–3 Category C ต้องคำนึงถึงพิกัดกระแสและ อุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสายให้มีความสัมพันธ์กันด้วย

TIS 2143-2546, IEC 60502-1

0.6/1 KV - CV Single Core 90° C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED FR-PVC SHEATHED POWER CABLE

0.6/1 KV - CV 2 Cores 90° C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED FR-PVC SHEATHED POWER CABLE

0.6/1 KV - CV 3 Cores 90° C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED FR-PVC SHEATHED POWER CABLE

0.6/1 KV-CV 4 Cores 90° C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED FR-PVC SHEATHED POWER CABLE

รูปที่ 3.3 สาย XLPE

บทที่ 4
สายไฟฟ้าแรงดันต่ำตาม มอก. 11-2553 และ มอก. 11 เล่ม 101-2559

4.1 บทนำ

สายไฟฟ้าถือเป็นวัสดุที่สำคัญมากในระบบไฟฟ้าและระบบที่ใช้ไฟฟ้าในการทำงาน มาตรฐานสายไฟมีมานานตามมอก. 11-2518 เช่น สาย TW 60 °C, สาย THW 75 °C จึงได้เปลี่ยนเป็น มอก. 11-2531และต่อมาได้ปรับปรุงเป็นมาตรฐานสายไฟฟ้าใหม่ คือ มอก. 11-2553 เนื่องจากขณะนี้ประเทศไทยได้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC มากขึ้น ดังนั้นทางกระทรวงอุตสาหกรรมได้ปรับปรุงมาตรฐานสายไฟฟ้าใหม่ให้เป็นตามมาตรฐาน IEC 60227 เนื่องจาก มอก. 11-2553 สาย NYY หลายแกนมีขนาดตั้งแต่ 50 mm^2 ขึ้นไป ทำให้การใช้งานไม่สะดวก ทาง สมอ.จึงได้ปรับปรุง **มอก. 11 เล่ม 101-2559** ให้สาย NYY หลายแกนมีขนาดตั้งแต่ 1 mm^2 ถึง 300 mm^2 และ สาย VCT มีขนาดตั้งแต่ 1 mm^2 ถึง 35 mm^2

4.2 สายไฟฟ้าตามมอก. 11–2553 และ มอก. 11 เล่ม 101 – 2559

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนพอลิไวนิลคลอไรด์ แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450 / 750 V มี 6 เล่มด้วยกัน

เล่ม 1	ข้อกำหนดทั่วไป
เล่ม 2	วิธีทดสอบ
เล่ม 3	สายไฟฟ้าไม่มีเปลือก สำหรับงานติดตั้งยึดกับที่
เล่ม 4	สายไฟฟ้ามีเปลือก สำหรับงานติดตั้งยึดกับที่
เล่ม 5	สายอ่อน
เล่ม 101-2559	สายไฟฟ้ามีเปลือก สำหรับงานทั่วไป

4.3 มาตรฐาน มอก. 11 – 2553 เล่มที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไปดังนี้

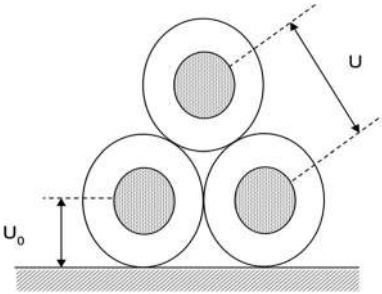
4.3.1 แรงดันไฟฟ้า

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนพอลิไวนิลคลอไรด์แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450 / 750 V

กำหนดให้ เป็น U_o / U

U_o = แรงดัน RMS ระหว่าง ตัวนำ กับ ดิน

U = แรงดัน RMS ระหว่าง ตัวนำ กับ ตัวนำ



Ground Earth

ตัวอย่างแรงดัน

แรงดัน 450 / 750 V

450 x √3 = 779 V

= 750 V

แรงดัน 300 / 500 V

300 x √3 = 520 V

= 500 V

4.3.2 สีฉนวน

สายแกนเดียว	ไม่กำหนด
สาย 2 แกน	สีฟ้าและสีน้ำตาล
สาย 3 แกน	สีเขียวแถบเหลือง, สีฟ้า, สีน้ำตาล หรือ สีน้ำตาล, สีดำ, สีเทา
สาย 4 แกน	สีเขียวแถบเหลือง, สีน้ำตาล, สีดำ, สีเทา หรือ สีฟ้า, สีน้ำตาล, สีดำ, สีเทา
สาย 5 แกน	สีเขียวแถบเหลือง, สีฟ้า, สีน้ำตาล, สีดำ, สีเทา หรือ สีฟ้า, สีน้ำตาล, สีดำ, สีเทา, สีดำ

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย

สาย สีเขียวแถบเหลือง	สายดิน
สาย สีฟ้า	สาย N (Neutral)
สาย สีน้ำตาล	สายเฟส 1 (L1)
สาย สีดำ	สายเฟส 2 (L2)
สาย สีเทา	สายเฟส 3 (L3)

4.4 สายไฟฟ้าตามมอก. 11 – 2553 และ มอก. 11 เล่ม 101 – 2559 ที่นิยมใช้งานมีดังต่อไปนี้

4.4.1 สาย 60227 IEC 01

60227 IEC 01คือ สายไฟฟ้าแกนเดียว ไม่มีเปลือก ชนิดตัวนำสายแข็งสำหรับงานทั่วไปรหัส 60227IEC 01 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 450 / 750 V สายขนิดนี้คล้ายสายไฟฟ้าตารางที่ 4 มอก. 11 – 2531 หรือเรียกทั่วไปว่า สาย THW มีขนาด 1.5 mm^2 ถึง 400 mm^2

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- เดินในช่องเดินสาย และต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
- ห้ามเดินบน Cable Trays

60227 IEC 01 THW

TIS 11 Part 3-2553

450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED, SINGLE CORE

CONDUCTOR

INSULATION

CABLE STRUCTURE		TECHNICAL DATA	
Conductor	: Soil and Stranded annealed copper : Size 1.5 mm^2 up to 400 mm^2	**Classification**	: Maximum conductor temperature 70°C : Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts 450 Volts between Line-to-Earth 750 Volts between Line-to-Line
Insulation	: Polyvinyl chloride (PVC/C)	**Testing voltage**	: 2,500 Volts
Core identification	Single-core :Any color	**Reference standard**	:TIS 11 Part 3-2553, Table 1
		APPLICATION	
		Building wiring for installation on insulator or in raceway dry location.	

รูปที่ 4.1 สาย 60227 IEC01 (THW)

4.4.2 สาย VAF

สาย VAF คือ สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกมี 2 แบบ คือ สายแบน 2 แกน และ 2 แกน มีสายดิน

รหัสชนิดกรณีไม่มีสายดิน VAF

กรณีมีสายดิน VAF- G หรือ VAF / G

แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 / 500 V มีขนาด 1 mm^2 ถึง 16 mm^2

การใช้งาน

- ใช้เดินเกาะผนัง
- เดินในช่องเดินสาย
- ห้ามร้อยท่อ
- ห้ามฝังดิน

VAF

TIS 11 Part 101-2559

300/500 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED,FLAT TYPE

CONDUCTOR

INSULATION

SHEATH

CABLE STRUCTURE		TECHNICAL DATA	
Conductor	: Solid and stranded annealed copper, Size 1.0 mm^2 up to 16 mm^2	**Classification**	: Maximum conductor temperature 70°C : Circuit voltage not exceeding 300/500Volts 300 Volts between Line-to-Eart 500 Volts between Line-to-Line
Insulation	: Polyvinyl chloride (PVC/C)	**Testing voltage**	: 2,000 Volts
Core identificatior	2 Cores : Blue and Brown	**Reference standarc**	: TIS 11 Part 101-2559, Table 1
Sheath	: White polyvinyl chloride (PVC/ST4)	**APPLICATION**	
		Building wiring for surface or above ceiling wiring or direct embeded in plaster.	

รูปที่ 4.2 สาย VAF

VAF-G

TIS 11 Part 101-2559

300/500 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND,FLAT TYPE

GROUND WIRE

CONDUCTOR

INSULATION

SHEATH

CABLE STRUCTURE		TECHNICAL DATA	
Conductor	: Solid and stranded annealed copper Size 1.0 mm^2 up to 16 mm^2	**Classification**	: Maximum conductor temperature 70°C : Circuit voltage not exceeding 300/500 Volts 300 Volts between Line-to-Eart 500 Volts between Line-to-Line
Ground wire	: Solid and stranded annealed copper Size 1.0 mm^2 up to 16 mm^2	**Testing voltage**	: 2,000 Volts
Insulation	: Polyvinyl chloride (PVC/C)	**Reference standard**	: TIS 11 Part 101-2559, Table 1
Core identification	2 Cores : Blue and Brown Ground-Cores : Green/Yellow	**APPLICATION**	
Sheath	: White polyvinyl chloride (PVC/ST4)	Building wiring for surface or above ceiling wiring or direct embeded in plaster.	

รูปที่ 4.3 สาย VAF-G

4.4.3 สาย NYY

สาย NYY คือ สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน มีเปลือกในและเปลือกนอก

รหัสชนิด	กรณีไม่มีสายดิน	NYY
	กรณีมีสายดิน	NYY – G หรือ NYY / G

แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 450 / 750 V

NYY แกนเดี่ยว	มีขนาด	1 mm^2 - 500 mm^2
NYY หลายแกน	มีขนาด	1 mm^2 - 300 mm^2
NYY หลายแกนมีสายดิน	มีขนาด	1 mm^2 - 300 mm^2

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
- เดินบน Cable Trays

NYY — **TIS 11 Part 101-2559**

450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED

CABLE STRUCTURE		TECHNICAL DATA	
Conductor	: Soil and Stranded annealed copper	**Classification**	: Maximum conductor temperature 70°C
	Single-core : Size 1 mm^2 up to 500 mm^2		: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
	Multi-core : Size 1 mm^2 up to 300 mm^2		450 Volts between Line-to-Earth
Insulation	: Polyvinyl chloride (PVC/C)		750 Volts between Line-to-Line
Core identification			
	Single-core :Black	**Testing voltage**	: 2,500 Volts
	2 Cores :Blue and Brown	**Reference standard**	:TIS 11 Part 101-2559, Table 3
	3 Cores :Brown, Black and Grey		
	4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey	**APPLICATION**	
Inner sheath	:Black polyvinyl chloride (PVC)(Multi-cores only)	For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.	
Outer sheath	:Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)		

รูปที่ 4.4 สาย NYY แกนเดี่ยว

NYY

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED

CABLE STRUCTURE

Conductor : Soil and Stranded annealed copper
- Single-core : Size 1 mm^2 up to 500 mm^2
- Multi-core : Size 1 mm^2 up to 300 mm^2

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/C)

Core identification

Single-core	:Black
2 Cores	:Blue and Brown
3 Cores	:Brown, Black and Grey
4 Cores	:Blue, Brown, Black and Grey

Inner sheath :Black polyvinyl chloride (PVC)(Multi-cores only)

Outer sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 4

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

รูปที่ 4.5 สาย NYY หลายแกน

NYY-G

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED WITH GROUND

CABLE STRUCTURE			TECHNICAL DATA	
Conductor	: Stranded annealed copper		**Classification**	: Maximum conductor temperature 70°C
	: 2 cores up to 4 cores with ground			: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
	: Size 1 mm^2 up to 300 mm^2			450 Volts between Line-to-Earth
Ground Wire	: Stranded annealed copper			750 Volts between Line-to-Line
	: Size 1 mm^2 up to 150 mm^2			
Insulation	: Polyvinyl chloride (PVC/C)			
Core identification	2 Cores	:Blue and Brown	**Testing voltage**	: 2,500 Volts
	3 Cores	:Brown, Black and Grey	**Reference standard**	:TIS 11 Part 101-2559, Table 5
	4 Cores	:Blue, Brown, Black and Grey	**APPLICATION**	
	Ground wire	:Green/Yellow	For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.	
Inner sheath	:Black polyvinyl chloride (PVC)			
Outer sheath	:Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)			

รูปที่ 4.6 สาย NYY หลายแกนมีสายดิน

4.4.4 สาย VCT

สาย VCT คือ สายไฟฟ้าแบบอ่อน หุ้มฉนวนมีเปลือกแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 450 / 750 V ขนาด 1 mm^2 - 35 mm^2

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า
- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
- เดินบน Cable Trays

VCT

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED, ROUND TYPE

CABLE STRUCTURE

Conductor :Flexible annealed copper

Single core : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Insulation :Polyvinyl chloride (PVC/D)

Core identification

Single-core :Black

2 Cores :Blue and Brown

3 Cores Brown, Black and Grey

4 Cores Blue, Brown, Black and Grey

Sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C

: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts

450 Volts between Line-to-Earth

750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 7

APPLICATION

For mobile - electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

รูปที่ 4.7 สาย VCT แกนเดี่ยว

VCT

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED, ROUND TYPE

CABLE STRUCTURE

Conductor :Flexible annealed copper
- Single Core : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2
- Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Insulation :Polyvinyl chloride (PVC/D)

Core identification
- Single-core :Black
- 2 Cores :Blue and Brown
- 3 Cores Brown, Black and Grey
- 4 Cores Blue, Brown, Black and Grey

Sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 7

APPLICATION

For mobile - electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

รูปที่ 4.8 สาย VCT หลายแกน

VCT - G

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND, ROUND TYPE

CABLE STRUCTURE

Conductor :Flexible annealed copper
- Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Ground wire :Flexible annealed copper
- Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 16 mm^2

Insulation :Polyvinyl chloride (PVC/D)

Core identification
- 2 Cores :Blue and Brown
- 3 Cores :Blue, Brown and Grey
- 4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey
- Ground core :Green/Yellow

Sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 8

For mobile - electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

รูปที่ 4.9 สาย VCT หลายแกนมีสายดิน

4.4.5 สาย 60227 IEC 10

สาย 60227 IEC 10 คือ สายไฟฟ้าหลายแกน มีเปลือก ชนิดตัวนำสายแข็ง สำหรับงานทั่วไปแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 / 500 V โครงสร้างคล้าย สาย NYY แต่ฉนวน และเปลือกบางกว่าเหมาะสำหรับใช้งานเบาขนาด 1.5 mm^2 ถึง 35mm^2

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- เดินในช่องเดินสาย และต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
- วางบน Cable Trays

60227 IEC 10 — **TIS 11 Part 4 -2553**

300/500 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED

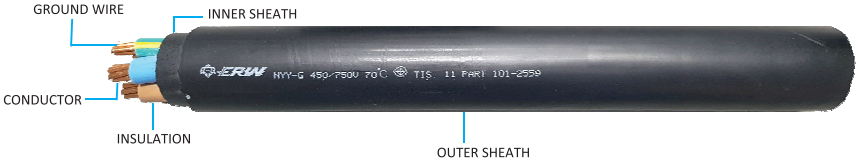
CABLE STRUCTURE			TECHNICAL DATA	
Conductor	: Soil and Stranded annealed copper		**Classification**	: Maximum conductor temperature 70°C
	Single-core	: Size 1.5 mm^2 up to 35 mm^2		: Circuit voltage not exceeding 300/500 Volts
	Multi-core	: Size 1.5 mm^2 up to 35 mm^2		300 Volts between Line-to-Earth
Insulation	: Polyvinyl chloride (PVC/C)			500 Volts between Line-to-Line
Core identification				
	Single-core	:Black	**Testing voltage**	: 2,000 Volts
	2 Cores	:Blue and Brown	**Reference standa**	:TIS 11 Part 4 -2553
	3 Cores	:Brown, Black and Grey		
	4 Cores	:Blue, Brown, Black and Grey	**APPLICATION**	
Inner sheath	:Black polyvinyl chloride (PVC)(Multi-cores only)		For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or cable trays /cable ladder	
Outer sheath	:Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)			

รูปที่ 4.10 สาย 60227 IEC 10

60227 IEC 10 - G

TIS 11 Part 4 -2553

300/500 V 70°C STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED WITH GROUND



CABLE STRUCTURE

Conductor : Stranded annealed copper
: 2 cores up to 4 cores with ground
: Size 1.5 mm^2 up to 35 mm^2

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/C)

Core identification

2 Cores	:Blue and Brown
3 Cores	:Brown, Black and Grey
4 Cores	:Blue, Brown, Black and Grey
Ground wire	:Green/Yellow

Inner sheath :Black polyvinyl chloride (PVC)

Outer sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 300/500 Volts
300 Volts between Line-to-Earth
500 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,000 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 4 -2553

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or cable trays /cable ladder

รูปที่ 4.11 สาย 60227 IEC 10 มีสายดิน

บทที่ 5
สายทนไฟ

5.1 บทนำ

สายไฟฟ้าที่มีใช้ในปัจจุบันขณะนี้ส่วนมากเป็นฉนวน PVC เมื่อเกิดเพลิงไหม้ทำให้เกิดควัน ก๊าซ และความร้อนเป็นจำนวนมาก เป็นเหตุให้เกิดการเสียชีวิต และสูญเสียทรัพย์สิน ดังนั้นสายไฟฟ้าที่จะใช้ในอาคารสมัยใหม่จะต้องทำให้มีคุณสมบัติป้องกันสิ่งเหล่านี้ สายไฟฟ้าชนิดนี้เรียกว่า สายทนไฟ (Fire Performance Cables) จะใช้ในวงจรที่สำคัญ และยังสามารถจ่ายกระแสได้ในระยะเวลาหนึ่งเมื่อเกิดเพลิงไหม้

5.2 คุณสมบัติ

คุณสมบัติอันพึงประสงค์ของสายทนไฟ (Fire Performance Cables) ที่ดีควรมีอย่างน้อย 4 ประการดังนี้

- การต้านเปลวเพลิง (Flame Propagation or Flame Retardant)
- การปล่อยก๊าซกรด (Acids and Corrosive Gas Emission)
- การปล่อยควัน (Smoke Emission)
- การต้านทานการติดไฟ (Fire Resistance)

5.3 การต้านเปลวเพลิง (Flame Propagation or Flame Retardant)

คือ มีคุณสมบัติการหน่วงเหนี่ยวลุกลามการไหม้ของสายไฟฟ้า เมื่อเกิดไฟไหม้สายไฟฟ้าจะช่วยลดปัญหาการลุกลามของไฟไปตามสายไฟฟ้า ดังนั้นบริเวณที่ถูกไฟไหม้จะไม่ขยายเป็นบริเวณกว้าง และเมื่อนำแหล่งไฟออกก็จะดับไปเอง (Self-extinguish)

กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐาน

มอก 2756

IEC 60332 – 1 , IEC 60332 - 3

5.4 การปล่อยก๊าซกรด (Acids and Corrosive Gas Emission)

สายไฟฟ้าเมื่อถูกไฟไหม้ส่วนประกอบบางส่วนจะทำให้เกิดก๊าซขึ้น ก๊าซบางอย่างก็จะทำให้เกิดกรด ซึ่งมีคุณสมบัติการกัดกร่อนสูง สายทนไฟต้องไม่มีส่วนประกอบที่ทำให้เกิดสารฮาโลเจน (Zero Halogen)

กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐาน

มอก 2757 เล่ม 1 และ เล่ม 2

IEC 60754 - 2

5.5 การปล่อยควัน (Smoke Emission)

สายไฟฟ้าเมื่อถูกไฟไหม้ส่วนประกอบหลายอย่างจะทำให้เกิดควันขึ้น ควันเหล่านี้จะทำให้การมองเห็นลดลง และทำให้สำลักควันเสียชีวิต

กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐาน

มอก 2758

IEC 61034 - 2

5.6 การต้านทานการติดไฟ (Fire Resistance)

สายไฟฟ้าที่ทนต่อการติดไฟไม่ก่อให้เกิดการลุกลามของไฟ และสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ปกติขณะเกิดการลุกไหม้ของสายอยู่

กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐาน

มอก 3197 BS 6387

มอก 2755

IEC 60331

5.7 สายทนไฟ (Fire Performance Cables)

สายทนไฟอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. สายควันน้อย ไร้ฮาโลเจน (Low Smoke Halogen Free Cable)
2. สายต้านทานการติดไฟ (Fire Resistant Cable)

5.7.1 สาย Low Smoke และ Halogen Free

มีคุณสมบัติ 3 ประการคือ

- ต้านทานการลุกไหม้
- การปล่อยก๊าซกรด
- การปล่อยควัน

5.7.2 สาย Fire Resistant

สายประเภทนี้จะมี Mica ห่อหุ้มตัวนำ มีคุณสมบัติ 4 ประการคือ

- ต้านทานการลุกไหม้
- การปล่อยก๊าซกรด
- การปล่อยควัน
- ต้านทานการติดไฟ

5.8 สายทนไฟตามมาตรฐาน วสท.

ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า วสท. มีหลายบทที่เกี่ยวกับสายทนไฟ

บทที่ 2 ข้อ 2.1.3 สายไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติพิเศษ

บทที่ 12 วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต

การบังคับใช้อยู่ที่

บทที่ 8 สถานที่เฉพาะ

บทที่ 9 อาคารชุด อาคารสูงหรือ อาคารขนาดใหญ่พิเศษ

บทที่ 13 อาคารใต้ผิวดิน

5.8.1 บทที่ 12 วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต

1. วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต

คือ วงจรไฟฟ้าที่จำเป็นต้องจ่ายไฟให้บริภัณฑ์ไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้เมื่อเกิดเหตุที่ต้องการหนีภัย

2. ขอบเขต

- ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าที่ต้องการการใช้งานได้อย่างดีและต่อเนื่องในภาวะฉุกเฉิน เช่น

1) ระบบจ่ายไฟฉุกเฉิน

2) ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

3) ระบบแสงสว่างฉุกเฉิน

4) ระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ

5) ระบบดูดและระบายอากาศ

6) ระบบสูบน้ำและระบบดับเพลิงอัตโนมัติ

7) ระบบสื่อสารฉุกเฉินสำหรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้

8) ระบบลิฟท์ผจญเพลิง

3. ระบบการเดินสายไฟฟ้า

<u>ทั่วไป</u>

1) สายไฟฟ้าและอุปกรณ์ต้องสามารถจ่ายไฟฟ้าทำงานได้ในสภาวะที่ถูกเพลิงไหม้และทนทางกายภาพต่อถูกฉีดน้ำดับเพลิง

2) สายไฟฟ้าที่เปลือกนอกไม่ใช่โลหะ ต้องเดินในช่องเดินสาย

4. ข้อกำหนดการทนไฟของระบบวงจรช่วยชีวิตต่างๆ

(ตามหนังสือมาตรฐาน วสท. ข้อ 12.8)

12.8.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตต่างๆ ต้องทนไฟได้ตามมาตรฐาน มอก. 3197 BS 6387 ในระดับชั้น CWZ หรือสายเคเบิลชนิดเอ็มไอ ซึ่งได้แก่ระบบดังต่อไปนี้

1) ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองสำหรับกรณีฉุกเฉินไปยังแผงจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินเพื่อช่วยชีวิต
2) ระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ
3) ระบบดูดและระบายควัน รวมทั้งระบบควบคุมการกระจายของไฟและควัน
4) ระบบเครื่องสูบน้ำและระบบดับเพลิงอัตโนมัติ
5) ระบบลิฟต์ดับเพลิง

12.8.2 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรช่วยชีวิตได้แก่ ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย และระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ต้องทนไฟได้ ตาม

การต้านเปลวเพลิง มอก 2756, IEC 60332 – 1, IEC 60332 - 3

คุณสมบัติ**การปล่อยก๊าซกรด** มอก 2757 เล่ม 1,เล่ม 2, IEC 60754 - 2

คุณสมบัติ**การปล่อยควัน** มอก 2758, IEC 61034 - 2

5.8.3 บทที่ 8 สถานที่เฉพาะ

1. โรงมหรสพ (ข้อ 8.1)

<u>สายไฟฟ้า</u>

สายไฟฟ้าระบบแรงต่ำ ในส่วนภายในที่ผู้นั่งชมการแสดง ห้องควบคุม เวที ช่องทางเดิน บันได ทางหนีไฟ ต้องเป็น สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนตาม บทที่

ข้อ 2.1.3.1 มอก 2756 Cat .C คุณสมบัติต้านเปลวเพลิง (Flame Propagation or Flame Retardant)

ข้อ 2.1.3.2 มอก 2757 คุณสมบัติการปล่อยก๊าซกรด (Acids Gas Emission)

ข้อ 2.1.3.3 มอก 2758 คุณสมบัติการปล่อยควัน (Smoke Emission)

สายไฟฟ้าของ <u>วงจรช่วยชีวิต</u>
ต้องเป็นสายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน ตามที่กำหนดใน <u>ข้อ 12.8</u>

2. สถานบริการ (ข้อ 8.3)

<u>ทั่วไป</u>

สถานบริการหมายถึง อาคารหรือส่วนใดของอาคารที่ ใช้ประกอบ กิจการเป็นสถานบริการตามกฎหมายว่า ด้วยสถานบริการ และอาคารที่เป็นไปตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

เรื่องกำหนดประเภทและระบบความปลอดภัยของอาคารที่ใช้เพื่อประกอบกิจการเป็นสถานบริการ พ.ศ. 2555 ซึ่งออกตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

<u>สายไฟฟ้า</u>

สายไฟฟ้าระบบแรงต่ำ ในพื้นที่บริการ
ต้องเป็น สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนตาม บทที่ 2

ข้อ 2.1.3.1 มอก 2756 Cat .C คุณสมบัติต้านเปลวเพลิง (Flame Propagation or Flame Retardant)

ข้อ 2.1.3.2 มอก 2757 คุณสมบัติการปล่อยก๊าซกรด (Acids Gas Emission)

ข้อ 2.1.3.3 มอก 2758 คุณสมบัติการปล่อยควัน (Smoke Emission)

สายไฟฟ้าของ <u>วงจรช่วยชีวิต</u>
ต้องเป็นสายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน ตามที่กำหนดใน <u>ข้อ 12.8</u>

3. **โรงแรม (ข้อ 8.4)**

<u>สายไฟฟ้า</u>

1) สายไฟฟ้าระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวน PVC ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก 11 - 2553 หรือสายอื่นที่มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า

2) สายไฟฟ้าของวงจรช่วยชีวิตต้องเป็นไป ตามกำหนด ใน <u>ข้อ 12.8</u>

5.8.4 บทที่ 9 อาคารชุด อาคารสูง หรือ อาคารขนาดใหญ่พิเศษ

<u>สายไฟฟ้า</u>

1) สายไฟฟ้าระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวน PVC ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก 11 - 2553 หรือสายอื่นที่มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า

2) สายไฟฟ้าของวงจรช่วยชีวิต ต้องเป็นไป ตามกำหนดในข้อ 12.8

5.8.5 บทที่ 13 อาคารใต้ผิวดิน

อาคารใต้ผิวดิน หมายถึง

- อาคารหรือชั้นใต้ดินของอาคารที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 1000 ตารางเมตรขึ้นไป
- สถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน
- อุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน
- อุโมงค์ใต้ดินที่ใช้สำหรับการจราจร

<u>ขอบเขต</u>

วงจรไฟฟ้าแบ่งเป็น 3 ประเภท

1) ประเภทที่ 1 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยปกติ (Normal Safety Requirement System)

2) ประเภทที่ 2 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูง (High Safety Requirement System)

3) ประเภทที่ 3 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูงมาก (Very High Safety Requirement System)

1) ประเภทที่ 1 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยปกติ (ข้อ 13.2.1)

(Normal Safety Requirement System)

1. ระบบแสงสว่างทั่วไป
2. ระบบไฟฟ้ากำลัง นอกเหนือจากข้อ 13.2.2 และ13,2,3
3. ระบบปั้มน้ำขึ้นถังบนหลังคา
4. ระบบปรับอากาศ
5. ระบบระบายน้ำโดยทั่วไป

2) ประเภทที่ 2 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูง (ข้อ 13.2.2)

(High Safety Requirement System)

1. ระบบปรับอากาศเฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับ การจ่ายลม
2. ระบบระบายน้ำฉุกเฉิน
3. ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน
4. ระบบสัญญาณเตือนภัยต่างๆ
5. ระบบควบคุม Computer
6. ระบบทางหนีไฟ (Escape Way)

3) ประเภทที่ 3 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูงมาก (ข้อ 13.2.3)

(Very High Safety Requirement System)

1. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินทั้งในอาคาร และ ใต้ผิวดินและอุโมงค์ทางวิ่ง
2. ระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ
3. ระบบดูดและระบายควัน
4. ระบบสื่อสารฉุกเฉิน
5. ระบบดูดและระบายควันทั้งในอาคารใต้ผิวดินและ อุโมงค์ทางวิ่ง
6. ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและการดับเพลิงทั้งหลาย

1) ระบบที่ต้องการความปลอดภัยปกติ (ข้อ 13.3.2.1)

1. ฉนวนสายไฟฟ้าต้องทนอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 90 ° C
2. ฉนวนหรือวัสดุหุ้มสายไฟฟ้าต้องเป็นชนิด Flame Retardant
   มีคุณสมบัติต้านทานเปลวเพลิง ตามมาตรฐาน มอก.2756 IEC 60332 -1
   หรือ IEC 60332 - 3
   มีคุณสมบัติการปล่อยก๊าซตาม มาตรฐาน มอก.2757 IEC 60754 – 2
   หรือมีคุณสมบัติการปล่อยควันตามมาตรฐาน มอก.2758 IEC 61034 - 2
3. สายไฟฟ้าที่เปลือกนอก ไม่ใช่โลหะจะต้องเดินใน ช่องเดินสายโลหะ
4. สายไฟฟ้าต้องต่อเข้าเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องปิดผนึกที่ถาวร

2) ระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูง (ข้อ 13.3.2.2)

- นอกเหนือจากข้อกำหนดในระบบที่ต้องการความปลอดภัยปกติแล้ว ต้องเพิ่มเติม ดังนี้ สายไฟฟ้าต้องเป็นไปตาม มอก. 2755 หรือ IEC60331

3) ระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูงมาก (ข้อ 13.3.2.3)

- นอกเหนือจากข้อกำหนดใน ระบบที่ต้องการความปลอดภัยปกติแล้ว ต้องเพิ่มเติมดังนี้ สายไฟฟ้าต้องเป็นไปตาม มอก.3197 BS 6387 ในระดับ CWZ หรือ MI Cable

การแยกระบบการเดินสาย

1) ห้ามเดินสายร่วมกับระบบอื่น
2) สายเคเบิลหลายแกนห้ามใช้ร่วมกัน

เมนสวิตซ์และสวิตซ์ต่างๆ

1) ระบบความปลอดภัยปกติและระบบความปลอดภัยสูงตามกำหนดบทที่ 3
2) ระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูงมากตามบทที่ 3 และบทที่12 ข้อ12.4
3) กรณีเมนสวิตซ์และสวิตซ์ต่างๆติดตั้งอยู่ที่ชั้นใต้ผิวดิน ฉนวนหรือวัสดุหุ้มสายไฟฟ้าต้องเป็น
ชนิด มีคุณสมบัติต้านเปลวเพลิง ตาม มอก.2756 Cat .C
หรือ IEC 60332 - 3 Cat .C

มีคุณสมบัติการปล่อยก๊าซ ตาม มอก.2757
หรือ มาตรฐาน IEC 60754 - 2
มีคุณสมบัติการปล่อยควัน ตาม มอก.2758
หรือมาตรฐาน IEC 61034 - 2

สำหรับ วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต ต้องเป็นไปตาม บทที่ 12

5.9 พิกัดกระแสของ Fire Performance Cables

สายทนไฟ ฉนวนมีพิกัดอุณหภูมิ 90 °C

ดังนั้นพิกัดกระแสของสายทนไฟที่ติดตั้งในท่อร้อยสาย มีดังนี้

กลุ่มการติดตั้งที่ 2 (ร้อยท่อในอากาศ)	ตารางที่ 5 – 27
กลุ่มการติดตั้งที่ 5 (ร้อยท่อฝังดิน)	ตารางที่ 5 – 29

ตารางที่ 5-27

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินร้อยในท่อในอากาศ

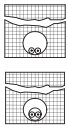
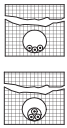
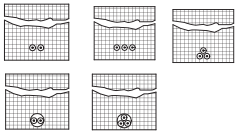
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC		AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	13	13	12	12	15	15	14	14
1.5	17	17	15	15	21	20	18	18
2.5	24	23	21	20	28	27	25	24
4	32	30	28	27	38	36	34	32
6	41	38	36	35	49	46	44	40
10	56	52	49	46	68	63	60	55
16	74	69	66	62	91	83	80	73
25	96	90	86	81	121	108	106	96
35	119	110	106	99	149	133	131	116
50	144	132	128	118	180	159	159	140
70	182	167	163	149	230	201	202	177
95	219	200	197	179	278	241	245	212
120	253	230	227	207	322	278	284	244
150	289	264	259	236	358	304	311	273
185	329	299	295	268	409	349	349	309
240	386	351	346	315	480	418	410	362
300	442	402	396	360	549	484	468	414
400	-	-	-	-	622	-	531	-
500	-	-	-	-	713	-	606	-

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ใน ตารางที่ 5-8
3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
4) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48
5) สามารถใช้งานในระบบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดันระบุไม่เกิน 1.5 กิโลโวลต์ได้

ตารางที่ 5-29

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6
จำนวนตัวนำกระแส	2	3	ไม่เกิน 3
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว /หลายแกน	แกนเดียว /หลายแกน	แกนเดียว /หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง			
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1		
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)		
1.5	25	22	33
2.5	33	29	43
4	43	38	55
6	54	47	70
10	71	63	92
16	94	83	119
25	124	109	152
35	150	132	184
50	180	159	217
70	223	196	266
95	271	238	318
120	313	275	362
150	355	312	406
185	406	356	459
240	477	418	533
300	543	475	601
400	625	545	684
500	717	623	777

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 30 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-44
2) ในกรณีเดินเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-45 หรือ 5-46
3) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ใน ตารางที่ 5-8
4) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้ง ในตารางที่ 5-47
5) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
6) งานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่เป็นทรัพย์สินของการไฟฟ้าฯ ให้พิจารณาขนาดกระแสตามมาตรฐาน การไฟฟ้าฯ ยกเว้นไม่มีกำหนดไว้

บทที่ 6
ท่อสาย เครื่องประกอบ และ กล่องไฟฟ้า

6.1 บทนำ

ในการเดินสายไฟฟ้านั้น ถึงแม้ว่าฉนวนที่หุ้มสายไฟฟ้า จะมีความแข็งแรงทนทานพอสมควร แต่ว่ามันก็ยังไม่แข็งแรงพอที่จะทนต่อแรงกระแทกต่างๆ จากภายนอกได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันสายไฟฟ้า ไม่ให้ได้รับความเสียหายและสามารถใช้งานได้ยาวนาน ในปัจจุบันจึงนิยมที่จะเดินสายไฟฟ้าในท่อสาย (Raceways) ท่อสายเป็นอุปกรณ์ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อกลมหรือช่องสี่เหลี่ยมผิวในเรียบใช้ในการเดินสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ

ประโยชน์ของการใช้ท่อสาย มีดังนี้

1. ป้องกันสายไฟฟ้าจากความเสียหายทางกายภาพ เช่น การถูกกระทบกระแทกจากของมีคม หรือถูกสารเคมีต่างๆ
2. ป้องกันอันตรายกับคนที่อาจจะไปแตะถูกสายไฟฟ้า เมื่อฉนวนของมันเสียหาย หรือมีการเสื่อมสภาพ
3. สะดวกต่อการร้อยสาย และ เปลี่ยนสายไฟฟ้าสายใหม่ เมื่อสายหมดอายุการใช้งาน
4. ท่อสายที่เป็นโลหะ จะต้องมีการต่อลงดิน เพื่อเป็นการป้องกันไฟฟ้าช๊อตได้
5. สามารถป้องกันไฟไหม้ได้ เนื่องจากถ้าเกิดการลัดวงจรภายในท่อ ประกายไฟ หรือความร้อนจะถูกจำกัดอยู่ภายในท่อ

ท่อสายทำมาจากวัสดุที่เป็นโลหะ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม หรือ วัสดุที่เป็นอโลหะ เช่น พลาสติก หรือแอสเบสโตส

6.2 ชนิดของท่อสาย

ท่อสายที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน มีดังนี้

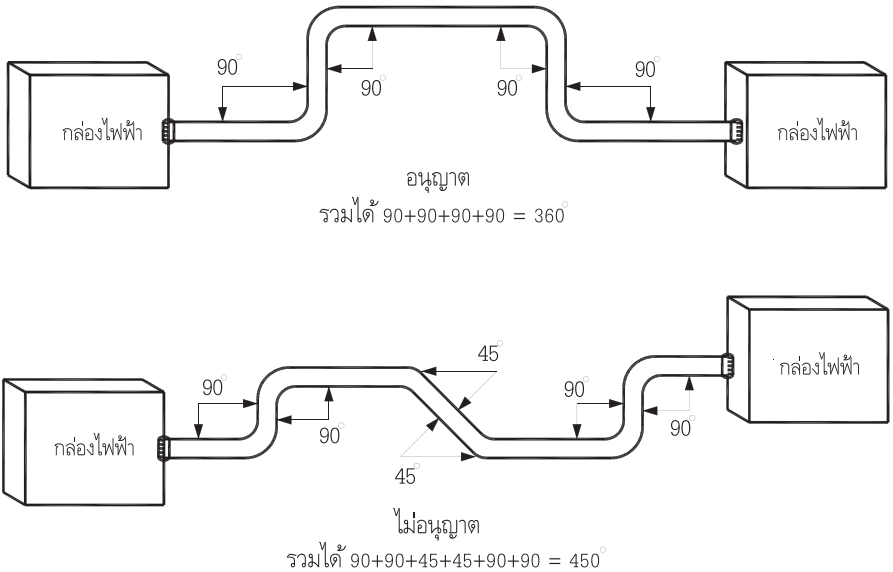
- ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit)
- ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit)
- ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing)
- ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit)
- ท่ออโลหะแข็ง (Rigid Nonmetallic Conduit)
- รางเดินสาย (Wireways)
- รางเดินสายประกอบ (Auxiliary Gutters)

6.3 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit , RMC)

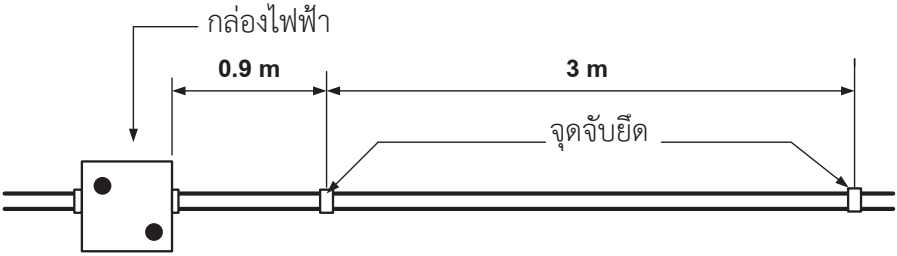
ท่อโลหะหนาเป็นท่อที่มีความแข็งแรงที่สุด สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี ท่อชนิดนี้ถ้าทำมาจากเหล็กกล้าจะเรียกว่า ท่อ RSC (Rigid Steel Conduit) และส่วนใหญ่จะผ่านขบวนการชุบด้วยสังกะสี (Galvanized) ซึ่งจะช่วยป้องกันสนิมได้อย่างดี การใช้งานสามารถใช้งานได้ทุกสถานที่และทุกสภาพอากาศ ทั้งภายนอกและภายในอาคาร รวมทั้งสามารถฝังใต้ดินได้ ท่อ RMC มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1/2” – 6” และความยาวท่อนละ 3 m

การติดตั้งมีกฎเกณฑ์ดังนี้

ในสถานที่เปียก (Wet Location) ส่วนประกอบที่ใช้ยึดท่อ เช่น Bolt, Strap และ Screw เป็นต้น ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนได้ ถ้าติดตั้งในที่ที่มีการผุกร่อน (Cinder Fill) ท่อจะต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนได้ หรือหุ้มท่อด้วยคอนกรีตหนาอย่างน้อย 2 นิ้ว ในการต่อท่อเข้ากับเครื่องประกอบ จะต้องใช้บุชชิ่ง (Bushing) เพื่อป้องกันฉนวนของสายไฟฟ้าเสียหาย ถ้ามีการดัดโค้ง มุมดัดโค้งของท่อระหว่างจุดดึงสาย รวมกันจะต้องไม่เกิน 360 องศา นอกจากนี้ การเดินท่อจะต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 3 m และห่างจากกล่องไฟฟ้า หรือจุดต่อไฟ ไม่เกิน 0.9 m



รูปที่ 6.1 มุมดัดโค้งท่อระหว่างจุดดึงสาย



รูปที่ 6.2 การติดตั้งท่อ RMC

6.4 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit , IMC)

ท่อโลหะหนาปานกลางหรือ ท่อ IMC เป็นท่อที่มีความหนา น้อยกว่าท่อ RMC สามารถใช้งานแทนท่อ RMC ได้ทุกสถานที่ แต่มีราคาถูกกว่า การติดตั้ง การต่อสาย และ การต่อแยก รวมทั้งการต่อท่อ ทำในลักษณะเช่นเดียวกับท่อ RMC โดยท่อ IMC มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1/2” - 4” และความยาวท่อนละ 3 m

6.5 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing , EMT)

ท่อโลหะบางหรือท่อ EMT เป็นท่อที่มีผนังบางกว่าท่อ RMC และ IMC จึงมีความแข็งแรงน้อยกว่าและมีราคาถูกกว่า สามารถใช้ได้เฉพาะภายในอาคารเท่านั้น ทั้งในที่เปิดโล่ง (Exposed) และที่ซ่อน (Conceal) เช่น เดินลอยตามผนัง เดินในฝ้าเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตได้ ท่อ EMT จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1/2”– 2” และความยาวท่อนละ 3 m

ไม่ควรใช้ท่อ EMT ในที่ที่มีการกระทบกระแทกทางกล ไม่ใช้ฝังใต้ดินและไม่ใช้ในระบบแรงสูง ส่วนการติดตั้ง การต่อสายและการต่อแยก ทำในลักษณะเช่นเดียวกับท่อ RMC การต่อท่อ EMT ห้ามทำเกลียว การต่อท่อจะใช้ข้อต่อชนิดไม่มีเกลียว เช่น แบบใช้สกรูไข และไม่อนุญาตให้ใช้ท่อ EMT เป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

6.6 ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit , FMC)

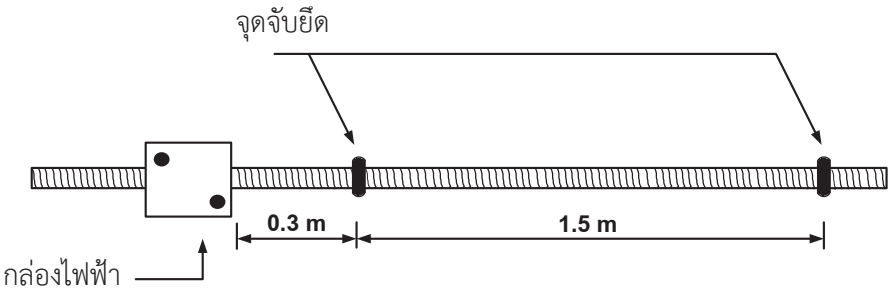
ท่อโลหะอ่อนทำมาจากเหล็กกล้าชุบสังกะสี ในลักษณะที่มีความอ่อนตัวสูง สามารถโค้งงอได้ ท่อโลหะอ่อนเหมาะสำหรับใช้งานกับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์เครื่องจักรต่างๆ หรือ ใช้กับงานที่ต้องการความโค้งงอด้วยมุมหักสูงๆ เช่น จุดต่อดวงโคม

ท่อโลหะอ่อนไม่อนุญาตให้ใช้ในบางกรณี ดังนี้

- ในปล่องลิฟท์ หรือ ปล่องขนของ
- ในห้องแบตเตอรี่
- ในสถานที่อันตราย
- ในสถานที่เปียก ยกเว้นเมื่อมีการป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปในท่อ และใช้สายไฟฟ้า ที่เหมาะ
- ฝังในดิน หรือ ฝังในคอนกรีต

การติดตั้งท่อ FMC จะต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 1.50 m และห่างจากกล่องไฟฟ้า หรือ จากจุดต่อไฟ ไม่เกิน 0.30 m

ในการดัดโค้งท่อ FMC จะต้องมีมุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสาย รวมกันไม่เกิน 360 องศา นอกจากนี้สามารถใช้ท่อโลหะอ่อนเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดินได้ เมื่อท่อโลหะอ่อนมีความยาวไม่เกิน 1.80 m และ สายไฟภายในต่อกับเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดไม่เกิน 20 A



รูปที่ 6.3 การติดตั้งท่อโลหะอ่อน

6.7 ท่ออโลหะแข็ง (Rigid Nonmetallic Conduit , RNC)

ท่อ และ อุปกรณ์ของท่อชนิดนี้ ทำมาจากสารอโลหะซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมทางกายภาพ ได้แก่ ไฟเบอร์ ใยหิน ซีเมนต์ พีวีซีอย่างแข็ง อีพอคซี่เสริมใยแก้ว โพลีเอทธิลีน ความหนาแน่นสูง เป็นต้น

ท่ออโลหะแข็งจะมีความทนทานต่อการกัดกร่อน และการกระทบกระแทกได้ดี ท่อชนิดนี้แม้ว่าความแข็งแรงจะน้อยกว่าท่อโลหะ แต่มันมีความทนทานต่อความชื้น และการกัดกร่อนจากสารเคมีในอากาศได้ดีกว่า

ท่ออโลหะแข็งสามารถใช้ได้ในสถานที่ดังนี้

- ในที่เปิดโล่ง (Exposed) ที่ป้องกันความเสียหายทางกายภาพ
- ในที่ซ่อน (Conceal) เช่น เดินซ่อนในผนัง พื้น และ เพดาน
- ในที่เปียก และ ชื้น โดยมีการป้องกันน้ำเข้าไปในท่อ
- สามารถฝังใต้ดินได้ เพราะมันทนต่อความชื้นและการผุกร่อนได้ แต่เพื่อความแข็งแรงส่วนมากจะหุ้มด้วยคอนกรีต ที่เรียกว่า Duct Bank

ท่ออโลหะแข็งไม่อนุญาตให้ใช้ในบางกรณีดังนี้ คือ ใช้เป็นเครื่องแขวนและจับยึดดวงโคม และในที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของท่อที่ระบุ

6.8 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย

การเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย เป็นแบบการติดตั้งที่มีการใช้มากที่สุด ซึ่งจำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายจะต้องมีจำนวนไม่มากเกินไป ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

1. เมื่อมีกระแสไหลผ่านสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น จึงจำเป็นต้องมีที่ว่างสำหรับการระบายความร้อน
2. พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้า ต้องเล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อร้อยสายพอสมควร เพื่อให้การดึงสายไฟฟ้าทำได้สะดวก และไม่ทำลายฉนวนของสายไฟฟ้า

เปอร์เซ็นต์สูงสุดของพื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้าต่อพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย (% FILL) ต้องได้ตาม ตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 (ตารางที่ 5-3)
พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ

จำนวนสายในท่อสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิดยกเว้นสายชนิดปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

ตารางที่ 6.2
ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

ขนาดท่อ mm (นิ้ว)	พ.ท. หน้าตัดท่อ 100% (mm^2)	1 ตัวนำ 53% (mm^2)	2 ตัวนำ 31% (mm^2)	3 ตัวนำขึ้นไป 40% (mm^2)
15 (1/2)	177	94	55	71
20 (3/4)	314	166	97	126
25 (1)	491	260	152	196
32 (1 1/4)	804	426	249	322
40 (1 1/2)	1257	666	390	503
50 (2)	1963	1041	609	785
65 (2 1/2)	3318	1759	1029	1327
80 (3)	5027	2664	1558	2011
90 (3 1/2)	6362	3372	1972	2545
100 (4)	7854	4163	2435	3142
125 (5)	12272	6504	3804	4909
150 (6)	17671	9366	5478	7069

<u>หมายเหตุ</u>

- พื้นที่หน้าตัดท่อร้อยสาย คิดจากสูตร

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

โดยที่

A = พื้นที่หน้าตัด (mm^2)

d = เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)

<u>ตัวอย่างที่ 6.1</u> ท่อขนาด 80 mm (3 นิ้ว) มีพื้นที่หน้าตัดเท่าใด และถ้าใช้บรรจุสาย 4 เส้น พื้นที่หน้าตัดรวมของสายต้องไม่เกินเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$= \frac{\pi}{4} 80^2 = 5027 \quad mm^2$$

สาย 4 เส้น ต้องใช้ไม่เกิน 40 %

∴ พื้นที่หน้าตัดรวมของสายต้องไม่เกิน

$$= 5027 \times 0.4$$

$$= 2011 \quad mm^2$$

6.9 มิติสายไฟฟ้า

ตารางที่ 6.3
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและพื้นที่น่าตัดของสายไฟฟ้า

ขนาดสาย	สาย IEC 01		สาย NYY 1/C		สาย NYY 3/C		สาย NYY 4/C		สาย XLPE 1/C	
ขนาดสาย (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)
1	-	-	8.8	60.8	13.0	133	14.0	154	-	-
1.5	3.3	8.6	9.2	66.5	13.5	143	14.5	165	6.5	33.1
2.5	4.0	12.6	9.8	75.4	15.0	177	16.0	201	7.0	38.4
4	4.6	16.6	10.5	86.6	16.5	214	17.5	241	7.5	44.1
6	5.2	21.2	11.0	95.0	18.0	255	19.0	284	8.0	50.2
10	6.7	35.2	12.0	113	20.5	330	23.0	415	8.5	56.7
16	7.8	47.7	13.0	133	24.5	471	26.5	552	9.5	70.8
25	9.7	73.8	14.5	165	28.5	638	31.0	755	11.5	104
35	10.9	93.3	16.0	201	31.5	779	36.0	962	12.5	123
50	12.8	129	17.0	227	36.0	1018	39.5	1225	14.0	154
70	14.6	167	19.0	284	40.5	1288	44.5	1555	15.5	189
95	17.1	230	21.5	363	46.0	1662	51.5	2083	17.5	241
120	18.8	278	23.0	416	50.5	2003	56.0	2463	19.5	299
150	20.9	343	26.0	531	56.0	2463	62.0	3019	21.5	363
185	23.3	426	28.0	616	61.5	2971	68.0	3632	23.8	434
240	26.6	556	31.5	779	69.0	3739	76.5	4596	26.5	552
300	29.6	688	35.0	962	76.0	4537	85.0	5675	29.0	661
400	33.2	866	38.5	1164	-	-	-	-	32.5	830
500	-	-	43.0	1452	-	-	-	-	36.5	1046

6.10 ตัวอย่างการคำนวณขนาดท่อร้อยสาย

<u>ตัวอย่างที่ 6.2</u> ท่อร้อยสายขนาด 100 mm มีพื้นที่หน้าตัดภายใน เท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

ท่อร้อยสายขนาด 100 mm มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 80 mm

$\therefore$ พื้นที่หน้าตัดภายใน $= (\pi / 4)\, d^2$

$= (\pi / 4) \times 100^2$

$= 7854 \ mm^2$

<u>ตัวอย่างที่ 6.3</u> ต้องการร้อยสาย 60227 IEC 01 จำนวน 5 เส้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3 x 150 mm^2

1 x 70 mm^2

G – 10 mm^2

จะต้องใช้ท่อขนาดเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

จากตาราง มิติสายไฟฟ้า

สาย 150 mm^2 มีพื้นที่หน้าตัด = 3 x 343 = 1029 mm^2

สาย 70 mm^2 มีพื้นที่หน้าตัด = 1 x 167 = 167 mm^2

สาย 10 mm^2 มีพื้นที่หน้าตัด = 1 x 35 = 35 mm^2

พื้นที่หน้าตัดรวม = 1231 mm^2

จากตาราง ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

ท่อขนาด 50 mm (2”) 40 % ของพื้นที่หน้าตัด = 785 mm^2

ท่อขนาด 65 mm (2 1/2) 40 % ของพื้นที่หน้าตัด = 1327 mm^2

$\therefore$ เลือกใช้ท่อขนาด 65 mm

<u>ตัวอย่างที่ 6.4</u> ต้องการร้อยสายไฟฟ้า NYY 3 x 240 mm^2 ในท่อร้อยสาย จะต้องใช้ท่อร้อยสาย ขนาดเท่าใด_

<u>วิธีทำ</u>

จากตาราง ขนาดสาย NYY

สาย 240 mm^2 มีพื้นที่หน้าตัด = 779 mm^2

ดังนั้นพื้นที่หน้าตัดรวม = 3 x 779 mm^2

= 2337 mm^2

จากตาราง ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

ท่อ 80 mm , (3”) 40 % ของพื้นที่หน้าตัด = 2011 mm^2

ท่อ 90 mm , (3 1/2”) 40 % ของพื้นที่หน้าตัด = 2545 mm^2

ดังนั้นเลือกใช้ท่อขนาด 90 mm (3 1/2”)

<u>ตัวอย่างที่ 6.5</u> สาย XLPE ขนาด 95 mm^2 ถ้าเดินในท่อร้อยสาย ขนาด 65 mm จะได้มากที่สุดกี่เส้น_

<u>วิธีทำ</u>

จากตารางขนาดสาย XLPE ขนาด 95 mm^2

มีพื้นที่หน้าตัด = 241 mm^2

และจากตารางขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายได้ว่า 40 %

ของพื้นที่หน้าตัดของท่อสายขนาด 65 mm = 1327 mm^2

ได้จำนวนสายมากที่สุดคือ 1327 / 241 = 5.51 เส้น

∴ จำนวนสายมากที่สุดคือ <u>5 เส้น</u>

6.11 เครื่องประกอบ

หลังจากที่เลือกวิธีเดินสายไฟในท่อแล้ว การเดินสายไฟจะยังไม่แล้วเสร็จสมบูรณ์ ถ้าไม่มีเครื่องประกอบ เพราะการเดินสายไฟในท่อ บางงานอาจมีจุดต่อเชื่อมและจุดต่อแยก เพื่อความสะดวก ปลอดภัย และประโยชน์ทางกล เครื่องประกอบออกแบบสำหรับการเดินสายให้สมบูรณ์มากขึ้น เช่น ตัวต่อ (Connectors, couplings) บุชชิ่ง ข้องอ Junction Box Pull Box และอื่น ๆ

NEC Article 314 ได้กล่าวถึงอุปกรณ์ช่วยดังกล่าวอย่างละเอียด ดังนี้

เครื่องประกอบ (Fittings) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในการเดินสาย โดยใช้ร่วมกับท่อสายต่างๆ เช่น ท่อร้อยสาย รางเดินสาย และรางเคเบิล เป็นต้น การใช้เครื่องประกอบในการเดินสายจะมีวัตถุประสงค์เพื่องานทางกลมากกว่าทางไฟฟ้า ซึ่งจะพอสรุปได้ดังนี้

- เพื่อช่วยในการจับยึดท่อสายให้มีความมั่นคงแข็งแรง
- เพื่อการเปลี่ยนทิศทางในการเดินสาย
- เพื่อความสะดวกในการดึงสาย
- เพื่อการตัดต่อสาย

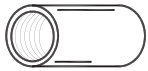
เครื่องประกอบสามารถแบ่งตามหน้าที่การใช้งานได้ 3 ประเภท ดังนี้

- กล่องไฟฟ้า (Boxes)
- กล่องดึงสาย (Pull Boxes)
- เครื่องประกอบท่อร้อยสาย (Conduit Fittings)

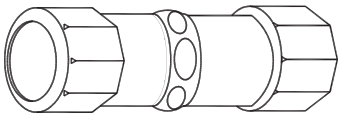
อุปกรณ์ (Devices) หมายถึง หน่วยหนึ่งของระบบไฟฟ้าที่มุ่งหมายให้เป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้า แต่ไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น สวิตช์, เต้ารับ เป็นต้น

อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย (Conduit Fittings)

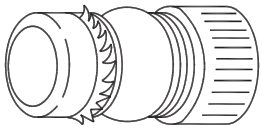
เครื่องประกอบท่อร้อยสาย หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับท่อร้อยสาย เช่น ข้อต่อ (Couplings) ข้อต่อยึด (Connectors) บุชชิ่ง (Bushing) ข้องอ (Elbows) และตัวจับยึด (Supports) เป็นต้น เครื่องประกอบท่อร้อยสายชนิดที่ใช้กับท่อโลหะหนา (RMC) และท่อโลหะหนาปานกลาง (IMC) ส่วนใหญ่จะเป็นแบบมีเกลียว ส่วนกรณีที่ใช้กับท่อโลหะบาง (EMT) นั้น เนื่องจากท่อชนิดนี้ไม่มีเกลียวจึงต้องเชื่อมต่อเข้ากับกล่องไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อื่นๆ โดยใช้ข้อต่อ และข้อต่อยึดชนิดต่างๆ ได้แก่ แบบขันสกรู (Setscrew) แบบชนิดอัดแน่น (Compression) และแบบชนิดย้ำร่อง (Indenter) เครื่องประกอบท่อร้อยสายชนิดต่างๆ แสดงในรูปที่ 6.4



แบบมีเกลียว
(Steel Coupling)

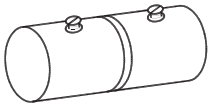


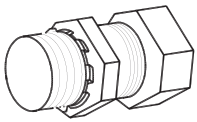
แบบอัดแน่น
(Compression)

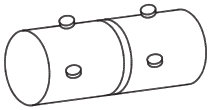


แบบกันฝน
(Raintight)

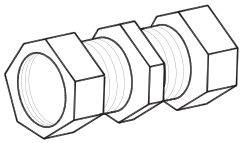
เครื่องประกอบท่อ RMC





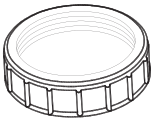


แบบขันสกรู
(Setscrew)

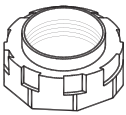


แบบอัดแน่น
(Compression)

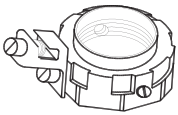
เครื่องประกอบท่อ EMT



ชนิดทำจากอโลหะ
(Polypropylene)

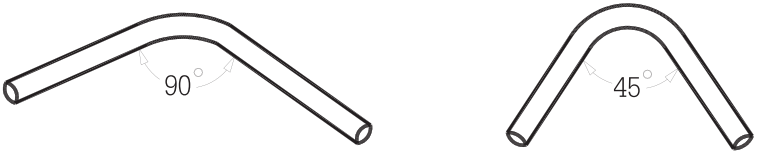


ชนิดทำจากโลหะ
(Steel / Malleable Iron)

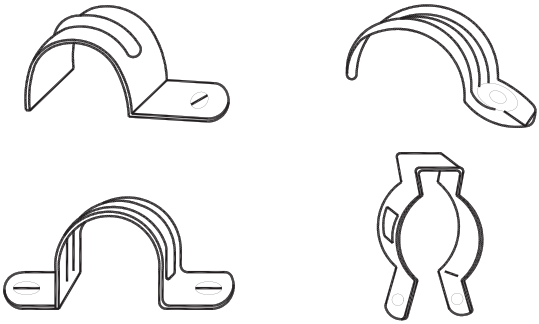


ชนิดมีการต่อลงดิน
(Grounding Lug)

บุชชิ่ง



ข้องอ



ตัวจับยึด

รูปที่ 6.4 เครื่องประกอบต่างๆของท่อร้อยสาย

6.12 กล่องไฟฟ้า (Boxes)

กล่องไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินสายมีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีหน้าที่ต่างๆ กัน เช่น กล่องสำหรับจุดต่อ ไฟฟ้าของสวิตช์ หรือ อุปกรณ์ (Outlet Boxes) กล่องสำหรับต่อสาย กล่องแยกสาย เป็นต้น กล่องไฟฟ้าเหล่านี้จะช่วยให้มีความปลอดภัยจากประกายไฟที่จุดต่อไฟไปใกล้กับวัสดุที่ติดไฟ

กล่องเป็น Fittings ที่มีใช้มากที่สุด มี 4 รูปแบบคือ

- Round Box
- Octagonal Box
- Square Box
- Rectangular Box

กล่องกลมและกล่องแปดเหลี่ยมใช้งานเดินซ่อมในฝ้า

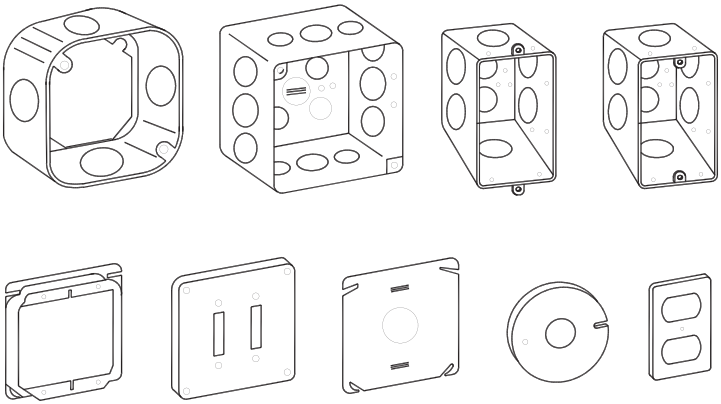
กล่องจัตุรัสและผืนผ้าใช้ติดตั้งบนปูนแต่ถ้าใช้ในที่ซ่อมได้

กล่องพื้นฝ้า Rectangular หรือ Gang boxes มีปริมาตรมากกว่า กล่องจัตุรัส สามารถใช้ได้ ถ้าบรรจุ Device 3 ตัว เรียกว่า 3 Gang box

กล่องส่วนมากทำจากเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.2 mm และมีการเคลือบสังกะสี Galvanize เพื่อป้องกันสนิม

Knock out สำหรับท่อเข้าออก

กล่องต้องมีความลึกไม่น้อยกว่า ½” แต่โดยทั่วไปจะลึกไม่น้อยกว่า 1¼” และขนาดที่ใช้มากที่สุดลึก 2½”



รูปที่ 6.5 กล่องไฟฟ้า และ แผ่นปิดชนิดต่างๆ

กล่องไฟฟ้าอาจทำมาจากโลหะพวกเหล็กแล้วเคลือบด้วยสังกะสี (Galvanized Steel) หรืออโลหะพวก Porcelain , Bakelite และ PVC กล่องไฟฟ้าที่ทำมาจากโลหะ จะต้องมีการต่อลงดินเพื่อความปลอดภัย ขนาดของกล่องไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับจำนวนสายไฟฟ้าที่ผ่านกล่องไฟฟ้านั้น การไฟฟ้าได้ให้ข้อกำหนดสำหรับกล่องไฟฟ้าไว้ดังนี้

- กล่องไฟฟ้าจะต้องสามารถเข้าถึงได้ และ มีที่ว่างสำหรับปฏิบัติงานเพียงพอ
- ตรงตำแหน่งที่สายไฟผ่านกล่อง จะต้องมีบุชชิ่ง หรือ เครื่องประกอบขอบบน เพื่อป้องกันฉนวนของสายไฟเสียหาย

- กล่องไฟฟ้าในระบบแรงสูง ต้องมีป้าย “อันตรายไฟฟ้าแรงสูง” ติดไว้ถาวรที่ด้านนอกของฝากล่อง
- กล่องไฟฟ้าจะต้องไม่มีรู หรือ ช่องที่โตพอให้วัตถุเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 mm สอดเข้าไปได้

6.13 ข้อต่อเปิด (Conduit Bodies)

ข้อต่อเปิด หมายถึง ส่วนแยกต่างหากของระบบท่อร้อยสายที่จุดต่อระหว่างส่วนของระบบตั้งแต่ 2 ส่วน ขึ้นไป หรือจุดปลายของระบบ เพื่อให้เข้าถึงระบบสายได้โดยฝาครอบที่ถอดได้ ข้อต่อที่เปิดใช้ มีแบบ OC, OT, LB, LL, LR

ข้อต่อ O.C.

ข้อต่อ L.B.

ข้อต่อ L.L.

ข้อต่อ L.R.

ข้อต่อ T.B.

ข้อต่อ O.T.

รูปที่ 6.6 ข้อต่อแบบต่าง ๆ

- ข้อต่อเปิดถ้ามีสายไฟขนาด 16 mm^2 หรือเล็กกว่า ต้องมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของท่อใหญ่สุด
- ข้อต่อเปิดจะต้องมีการจับยึดอย่างมั่นคง และต้องมีการป้องกันสายไฟเข้าออก

6.14 การคำนวณขนาดกล่องต่อสาย

การติดตั้งท่อสายทุกครั้งจะต้องมีการตัดต่อสาย ,เปลี่ยนทิศทางการเดินท่อและดึงสายไฟฟ้า การกระทำดังกล่าวจะต้องทำในกล่องต่อสาย , ข้อต่อเปิด และกล่องดึงสายเสมอเพื่อไม่ให้ฉนวนสายไฟฟ้าได้รับความเสียหาย กล่องต่อสายต้องมีปริมาตรเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน และการระบายความร้อน การคำนวณหาขนาดกล่องต่อสายที่เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก

1. การคำนวณ

การคำนวณขนาดกล่องต่อสาย ทำตาม

NEC Art 314 Outlet , Device, Pull, and Junction Boxes,

Conduit Bodies, Fittings and Handhole Enclosures

การคำนวณ ตาม NEC Art 314 ใช้สายไฟฟ้าในมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา ซึ่งกำหนดขนาดสายเป็น AWG (American Wire Gauge) ผู้เขียนจึงได้แปลงให้เป็น mm^2 แล้วใช้ขนาดที่ใกล้เคียงตามมาตรฐานไทย การคำนวณดังกล่าวเป็นการคำนวณโดยประมาณ ดังนั้นจึงสามารถใช้กับสายทุกชนิด คือใช้ได้กับสาย IEC 01 สาย NYY และ สาย XLPE

2. NEC Art 314

NEC Art 314 ได้คำนวณและให้ตารางขนาดความจุของกล่องมาตรฐาน (Standard Boxes) และจำนวณสายไฟฟ้าขนาดเท่ากันที่สามารถบรรจุในกล่องต่อสาย

ตารางที่ 6.4 ขนาด และจำนวนสายไฟใน Standard Boxes

มิติของกล่อง กว้าง ลึก หรือ กว้าง ยาว ลึก			ความจุต่ำสุด		จำนวนตัวนำสูง (เส้น) พื้นที่ภาคตัดขวาง (mm2)						
mm	in		cm^3	$in.^3$	0.5	1.0	1.5	2.5	4	6	10
100× 32	(4×1¼)	กลม หรือ แปดเหลี่ยม	205	12.5	8	7	6	5	5	5	2
100×38	(4×1½)	กลม หรือ แปดเหลี่ยม	254	15.5	10	8	7	6	6	5	3
100×54	(4×2⅛)	กลม หรือ แปดเหลี่ยม	353	21.5	14	12	10	9	8	7	4
100×32	(4×1¼)	สี่เหลี่ยมจตุรัส	295	18.0	12	10	9	8	7	6	3
100×38	(4×1½)	สี่เหลี่ยมจตุรัส	344	21.0	14	12	10	9	8	7	4
100×54	(4×2⅛)	สี่เหลี่ยมจตุรัส	497	30.0	20	17	15	13	12	10	6
120×32	(411/16×1¼)	สี่เหลี่ยมจตุรัส	418	25.5	17	14	12	11	10	8	5
120×38	(411/16×1½)	สี่เหลี่ยมจตุรัส	484	29.5	19	16	14	13	11	9	5
120×54	(411/16×2⅛)	สี่เหลี่ยมจตุรัส	689	42.0	28	24	21	18	16	14	8
75× 50× 38	(3×2×1½)	อุปกรณ์	123	7.5	5	4	3	3	3	2	1
75× 50× 38	(3×2×1½)	อุปกรณ์	164	10.0	6	5	5	4	4	3	2
75× 50× 57	(3×2×2¼)	อุปกรณ์	172	10.5	7	6	5	4	4	3	2
75× 50 ×65	(3×2×2½)	อุปกรณ์	205	12.5	8	7	6	5	5	4	2
75 ×50× 70	(3×2×2¾)	อุปกรณ์	230	14.0	9	8	7	6	5	4	2
75× 50 ×90	(3×2×3½)	อุปกรณ์	295	18.0	12	10	9	8	7	6	3
100×54×38	(4×2⅛×1½)	อุปกรณ์	169	10.3	6	5	5	4	4	3	2
100×54×48	(4×2⅛×1⅞)	อุปกรณ์	213	13.0	8	7	6	5	5	4	2
100×54×54	(4×2⅛×2⅛)	อุปกรณ์	238	14.5	9	8	7	6	5	4	2
95×50×65	(3¾×2×2½)	กล่องผังปูน	230	14.0	9	8	7	6	5	4	2
95×50×90	(3¾×2×2½)	กล่องผังปูน	344	21.0	14	12	10	9	8	7	4
min. 44.5 depth	FS—single	cover/gang(1¾)	295	18	9	7	6	6	5	4	2
min. 60.3 depth	FD—single	cover/gang (2⅜)	395	24	12	10	9	8	7	6	3
min. 44.5 depth	FS—multiple	cover/gang(1¾)	295	18	12	10	9	8	7	6	3
min. 60.3 depth	FD—multiple	cover/gang (2⅜)	395	24	16	13	12	10	9	8	4

ตารางที่ 6.5 ปริมาตรสายไฟฟ้าทุกชนิด

พื้นที่ภาคตัดขวางของตัวนำ (mm^2)	พื้นที่ภายในกล่องสำหรับ หนึ่งตัวนำ	
	(cm^3)	(in^3)
0.5	24.6	1.50
1.0	28.7	1.75
1.5	32.8	2.00
2.5	36.9	2.25
4	41.0	2.50
6	49.2	3.00
10	.9	5.00

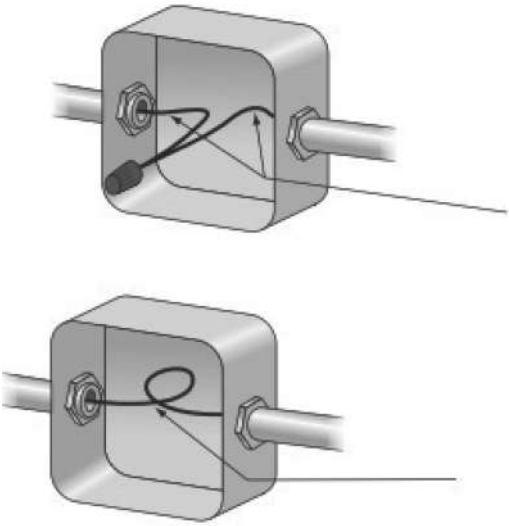
3. ขั้นตอนการคำนวณหาขนาด กล่องต่อสาย

1. หาจำนวนสายไฟ และหาปริมาตรสายไฟ ตามตาราง
2. Device ต่าง ๆ ใน Box เช่น Switch , Plug จะให้เป็นจำนวนสายไฟ เพื่อหาปริมาตร
3. รวมปริมาตรทั้งหมด
4. เลือกขนาด Box ตามตาราง ที่มีปริมาตรมากกว่า ปริมาตรรวม

ข้อกำหนดวิธีการคำนวณขนาดของ Box ทำดังนี้

1) ความจุของสายไฟฟ้า (Conductor Fill)

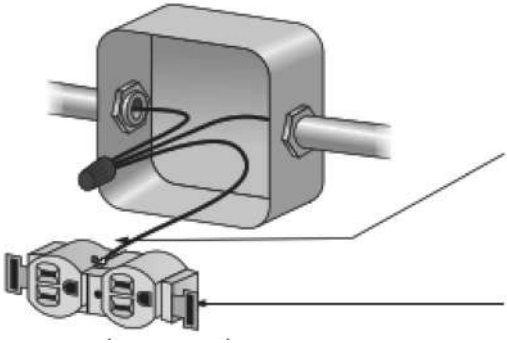
- แต่ละเส้นของสายไฟฟ้าที่เริ่มจากภายนอก Box มาสิ้นสุด และตัดต่อภายใน Box ให้นับเป็น 1 เส้น
- สายไฟฟ้าที่เดินผ่านโดยไม่มีการตัดต่อนับเป็น 1 เส้น
- สาย Looped หรือสายที่ไม่มีการตัดต่อให้นับเป็น 1 เส้น
- สาย Looped เกิน 12 in^3 (300 mm^2) ให้นับเป็น 2 เส้น



รูปที่ 6.7 สาย Looped

2) ความจุสำหรับสวิตซ์ไฟ และ เต้ารับ (Device or Equipment Fill)

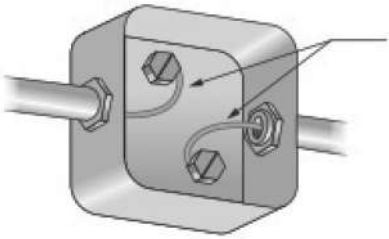
- ตัวรองรับ (Yoke or Strap) ที่มี Device 1 ชุด หรือมากกว่าให้นับเป็น 2 เส้น สำหรับสายไฟโตสุดที่ใช้
- เมื่อมี Device 1 ชุดหรือมากกว่าให้นับเป็น 2 เส้นสำหรับสายไฟโตสุดที่ใช้



รูปที่ 6.8 Box ที่มี Device

3) **Equipment Grounding Conductor Fill**

- ถ้ามี Equipment Grounding Conductor 1 เส้นสำหรับสายไฟฟ้าโตสุด
- ถ้ามี Equipment Grounding Conductor อีกชุดหนึ่งให้นับเป็น 1 เส้น ตามขนาดสายที่โตสุด



รูปที่ 6.9 Box ที่มี Grounding

<u>ตัวอย่างที่ 6.6</u> มีกล่องอุปกรณ์ Device Box หรือ Handy Box ขนาด 100 x 54 x 38 mm สามารถบรรจุสายขนาด 1 , 1.5 , 2.5 , 4 , 6 และ10 mm^2 อย่างละกี่เส้น

<u>วิธีทำ</u>

พิจารณาจากตารางที่ 6.4 ที่แสดงความจุของกล่องต่อสาย

สายขนาด	1	mm^2	ใช้ได้	5	เส้น
สายขนาด	1.5	mm^2	ใช้ได้	5	เส้น
สายขนาด	2.5	mm^2	ใช้ได้	4	เส้น
สายขนาด	4	mm^2	ใช้ได้	4	เส้น
สายขนาด	6	mm^2	ใช้ได้	3	เส้น
สายขนาด	10	mm^2	ใช้ได้	2	เส้น

ตัวอย่างที่ 6.7 จงหา Square Box ขนาดเล็กสุด สำหรับ

- สายขนาด 2.5 mm^2 จำนวน 2 เส้น
- สายขนาด 4 mm^2 จำนวน 2 เส้น

วิธีทำ

จาก ตารางที่ 6.5

สาย 2.5 mm^2 = 2 x 2.25

= 4.5 in^3

สาย 1.5 mm^2 = 2 x 2.00

= 8.0 in^3

ปริมาตรสายไฟฟ้า = 4.5 in^3 + 8.0 in^3

= 12.5 in^3

จาก ตารางที่ 6.4

ใช้ Square Box ขนาด 4 x 1¼ in (18 in^3)

ตัวอย่างที่ 6.8 จงหา Device Box ขนาดเล็กสุด สำหรับ

- สายขนาด 4 mm^2 จำนวน 3 เส้น
- สายขนาด 6 mm^2 จำนวน 2 เส้น

วิธีทำ

จาก ตารางที่ 6.5

สาย 4 mm^2 = 3 x 2.50

= 7.5 in^3

สาย 6 mm^2 = 2 x 3.00

= 6.0 in^3

ปริมาตรสายไฟฟ้า = 7.5 in^3 + 6.0 in^3

= 13.5 in^3

จาก ตารางที่ 6.4

ใช้ Device Box ขนาด 3 x 2 x 2¾ in (14 in^3)

<u>ตัวอย่างที่ 6.9</u> จงหา Square Box ขนาดเล็กสุด สำหรับ

สายขนาด 4 mm^2 จำนวน 1 เส้น

สายขนาด 2.5 mm^2 จำนวน 2 เส้น

สาย EGC ขนาด 2.5 mm^2 จำนวน 2 เส้น

<u>วิธีทำ</u>

จาก ตารางที่ 6.5

สาย 4 mm^2 = 2 x 2.50

= 5.0 in^3

สาย 2.5 mm^2 = 2 x 2.25

= 4.5 in^3

สาย EGC 2.5 mm^2 = 1 x 2.25

= 2.25 in^3

ปริมาตรสายไฟฟ้า = 7.5 in^3 + 4.5 in^3+ 2.25 in^3

= 11.75 in^3

จาก ตารางที่ 6.4

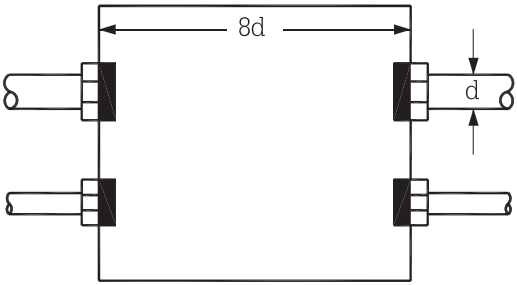
ใช้ Square Box ขนาด 4 x 1¼ in (18 in^3)

6.15 การคำนวณขนาดกล่องดึงสาย (Pull Boxes) กล่องชุมสาย (Junction Box)

ถ้าท่อสายมีความยาวมากและอาจต้องเปลี่ยนทิศทางการเดินสายจะใช้กล่องดึงสายช่วยในการเดินสายไฟฟ้าเพื่อความสะดวกโดยจะช่วยลดช่วงความยาวในการดึงสายป้องกันไม่ให้สายไฟฟ้าเสียหาย โดยใช้กับท่อร้อยสายที่ใช้สายขนาด ตั้งแต่ 16 mm^2 ขึ้นไป

1. แบบดึงตรง (Straight Pull)

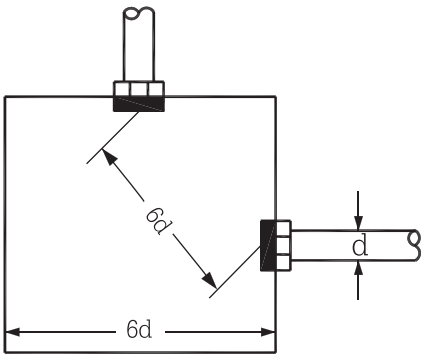
ในการดึงสายไฟฟ้าแบบดึงตรง กล่องดึงสายจะต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ใหญ่ที่สุด ส่วนด้านกว้างของกล่องคือทางเข้าของสายไฟฟ้า ควรให้มีความกว้างที่มากพอในการใส่ บุชชิ่ง (Bushing) ได้ ดังแสดงในรูปที่ 6.10



รูปที่ 6.10 กล่องดึงสายชนิดดึงตรง

2. แบบดึงเป็นมุม (Angle Pull)

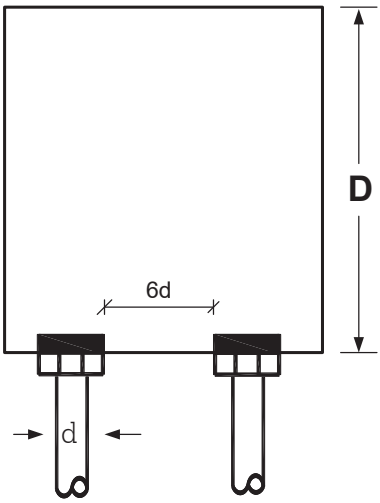
กรณีชนิดดึงเป็นมุมนั้นระยะระหว่างท่อไปถึงผนังฝั่งตรงกันข้ามของกล่องดึงสายจะต้องมีระยะไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ใหญ่ที่สุดรวมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่เหลือซึ่งเข้าสู่ผนังของกล่องในแถวเดียวกัน และระยะที่สั้นที่สุดระหว่างท่อทางด้านเข้าและท่อทางด้านออกจะต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนั้นดังแสดงในรูปที่ 6.11



รูปที่ 6.11 กล่องดึงสายชนิดดึงเป็นมุม

3. แบบดึงเป็นรูปตัว U (U Pull)

กรณีชนิดดึงเป็นรูปตัว U นั้นระยะระหว่างท่อไปถึงผนังฝั่งตรงกันข้ามของกล่องดึงสายจะต้องมีระยะไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ใหญ่ที่สุดรวมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่เหลือซึ่งเข้าสู่ผนังของกล่องในแถวเดียวกัน และระยะที่สั้นที่สุดระหว่างท่อทางด้านเข้า และท่อทางด้านออกจะต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนั้นดังแสดงในรูปที่ 6.12



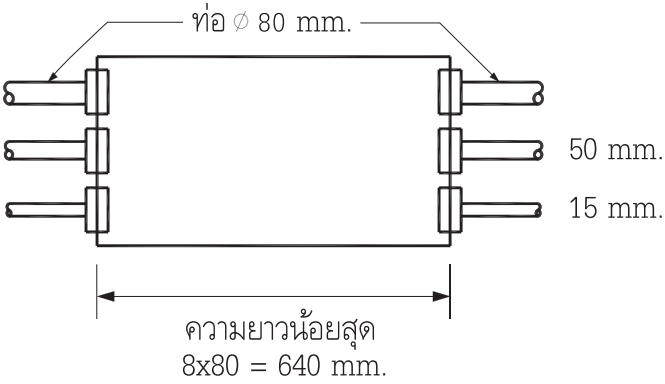
รูปที่ 6.12 กล่องดึงสายชนิดดึงเป็นรูปตัว U

<u>ตัวอย่างที่ 6.10</u> จงหาขนาด Pull Box สำหรับแบบดึงตรงซึ่งใช้กับท่อ 3 ขนาด คือ 80 mm , 50 mm และ 15 mm

<u>วิธีทำ</u> ความยาวน้อยสุด = 8 x d

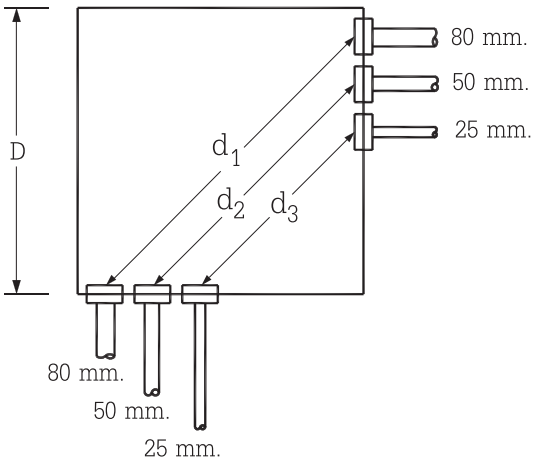
= 8 x 80

= 640



<u>ตัวอย่างที่ 6.11</u> จงหาขนาด Pull Box สำหรับแบบดึงเป็นมุมซึ่งใช้กับท่อ 3 ขนาด คือ 80 mm , 50 mm และ 25 mm

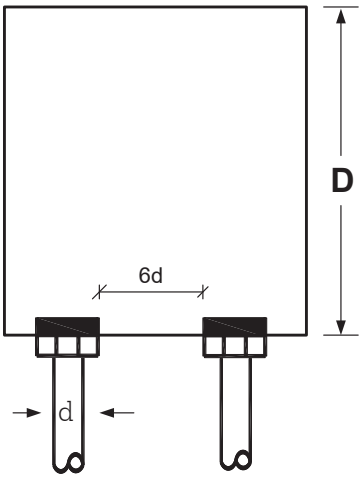
<u>วิธีทำ</u>



D	=	6 x 80 + 50 + 25	=	555	mm
d_1	=	6 x 80	=	480	mm
d_2	=	6 x 50	=	300	mm
d_3	=	6 x 25	=	150	mm

<u>ตัวอย่างที่ 6.12</u> จงหาขนาด Pull Box สำหรับแบบดึงเป็นรูปตัว U ซึ่งใช้กับท่อขนาด 50 mm

<u>วิธีทำ</u>



D	=	6 x 50 + 50	=	350	mm
6d	=	6 x 50	=	300	mm

บทที่ 7
พิกัดกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าและตารางพิกัดกระแส

7.1 บทนำ

สายไฟฟ้าเป็นวัสดุที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในระบบไฟฟ้า เกี่ยวข้องกับการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆที่ใช้ไฟฟ้า ดังนั้นพิกัดกระแสของสายไฟฟ้าต่างๆจึงสำคัญอย่างยิ่งในระบบไฟฟ้า ทั้งนี้วิศวกรและช่างต้องรู้และเข้าใจสายไฟฟ้าต่างๆเป็นอย่างดี เพื่อที่จะสามารถคำนวนและเลือกใช้สายไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม ซึ่งหากเลือกขนาดของสายไฟฟ้าใหญ่เกินไปก็จะเกิดความสิ้นเปลือง หรือหากเลือกสายไฟฟ้าขนาดเล็กเกินไปก็จะไม่เพียงพอต่อการใช้งาน อาจทำให้เกิดความร้อนหรือลัดวงจรขึ้นได้

7.2 การนำกระแสของสายไฟฟ้า

การนำกระแสของสายไฟฟ้า มีปัจจัยอยู่หลายประการ ที่สำคัญ มีดังนี้

1) ตัวนำ (Conductor)

- ใช้โลหะ 2 ชนิดคือ Copper, Aluminum
- เมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวนำ จะเกิดกำลังสูญเสียขึ้น คือ $I^2 R$
- กำลังสูญเสียนี้จะทำให้เกิดความร้อน

2) ฉนวน (Insulation)

- ใช้กันมากมี 2 ชนิดคือ PVC 70° C, XLPE 90° C
- ความร้อนจากตัวนำ ทำให้อุณหภูมิฉนวนสูงขึ้น แต่จะเกินค่าพิกัดอุณหภูมิฉนวนไม่ได้
- ดังนั้นพิกัดอุณหภูมิของฉนวนจะเป็นตัวกำหนดการนำกระแสของสายไฟฟ้า

3) อุณหภูมิโดยรอบ (Ambient Temperature)

อุณหภูมิโดยรอบ เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิเพิ่มขึ้น (Temperature Rise) ของฉนวน หากอุณหภูมิโดยรอบสูงสายไฟฟ้าก็จะนำกระแสได้น้อยลง

- Ambient Temperature

Air	30°C (40° C)
Underground	20° C (30° C)

4) ความต้านทานความร้อนดิน (Soil Thermal Resistivity)

สายไฟฟ้าที่ฝังดินโดยตรงหรือเดินในท่อฝังดินความสามารถในการระบายความร้อนของดิน จะเป็นตัวกำหนดการนำกระแสของสายไฟฟ้า

- Soil Thermal Resistivity

ดินแห้ง (Dry)	2.5 Km / W
ดินชื้น (Moist)	1.0 Km / W

5) วิธีการติดตั้ง (Method of Installation)

การเดินสายไฟฟ้าทำได้หลายแบบแต่ละแบบจะมีความสามารถในการระบายความร้อนไม่เหมือนกัน และวิธีการติดตั้งมีผลต่อการนำกระแสของสายไฟฟ้า

6) กลุ่มวงจร (Grouping)

เมื่อมีวงจรไฟฟ้าหลายวงจรอยู่ใกล้กันความร้อนจากวงจรไฟฟ้าข้างเคียง จะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น การนำกระแสของสายไฟฟ้าจะลดลง วงจรของสายไฟฟ้าหลายวงจรที่ติดตั้งใกล้กันจะต้องใช้ตัวคูณปรับค่า (Rating Factor)

7.3 พิกัดการนำกระแสสายไฟฟ้า ตามมาตรฐาน IEC

เนื่องจากการนำกระแสของสายไฟฟ้ามีความสำคัญมาก IEC จึงได้จัดทำมาตรฐานเกี่ยวกับเรื่องนี้ คือ IEC 60287 Electric Cables (Calculation of the Current Rating), IEC 60364–5–52 Electrical Installation of Buildings Wiring Systemsการติดตั้งสายไฟฟ้า (Installation Methods) ทำได้หลายแบบ ตาม British Standard อาจทำได้มากกว่า 120 วิธี แต่สำหรับพิกัดกระแสสายไฟฟ้านั้น การติดตั้งไฟฟ้านั้นมีวิธีใกล้เคียงกันมาก ซึ่งสามารถจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้เรียกว่า Reference Method แบ่งเป็น A, B, C, D, E, F และ G

ค่าพิกัดกระแสสายไฟฟ้าของ IEC ตามตารางใช้สำหรับ 1 วงจร ถ้ามีวงจรมากขึ้น และ สภาพเปลี่ยนไปจะต้องใช้ ตัวคูณปรับค่า Rating Factors ตัวคูณปรับค่า Rating Factors มีอยู่หลายตาราง พิกัดกระแสไฟฟ้าของ IEC หลายประเทศได้นำไปปรับแต่งให้เหมาะสมกับการใช้งานของประเทศของตนมาตรฐานพิกัดสายไฟฟ้าของประเทศที่ทำได้สมบูรณ์ คือ British Standard BS 7671 Requirements for Electrical Installations ส่วนที่เกี่ยวกับพิกัดกระแสสายไฟฟ้า คือ Appendix 4 Current–Carrying Capacity and Voltage Drop for Cables

7.4 พิกัดกระแสของสายไฟฟ้าตามสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

การปรับปรุงตารางพิกัดกระแสสายไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า มาตรฐานเก่าสายไฟฟ้าใช้ตาม มอก.11 – 2531 เมื่อทางกระทรวงอุตสาหกรรมได้ยกเลิก มอก.11– 2531 และให้ใช้ มอก.11 – 2553 ตารางพิกัดกระแสเดิมจึงใช้ไม่ได้จึงได้มีการปรับปรุงมาตรฐานการติดตั้งและจัดทำตารางขึ้นมาใหม่ตามหลักการของ มาตรฐาน IEC และ BS และได้ปรับปรุงตารางต่างๆ เพื่อให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย การปรับปรุง มี ดังนี้

Ambient Temperature

Air	จาก	30 °C	เป็น	40 °C
Underground	จาก	20 °C	เป็น	30 °C
Soil Thermal Resistivity	จาก	2.5 Km / W		เป็น 1.0 Km / W

Reference Method ลักษณะการติดตั้งกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

7.5 วิธีการติดตั้ง

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. ฉบับปรับปรุงมีรูปแบบการติดตั้ง และลักษณะการติดตั้งสายไฟฟ้า แบ่งเป็น 7 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1

สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมี / ไม่มีเปลือกนอก

เดินช่องเดินสายหรืออโลหะภายในฝ้าเพดานที่เป็น ฉนวนความร้อน หรือ ผนังกันไฟ

กลุ่มที่ 2

สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมี / ไม่มีเปลือกนอก

เดินช่องเดินสายเดินเกาะผนังหรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน

กลุ่มที่ 3

สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกเดินเกาะผนัง
หรือเพดานที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน

กลุ่มที่ 4

สายเคเบิลแกนเดียวหุ้มฉนวน มี / ไม่มีเปลือกนอกวางเรียงแบบ
มีระยะห่างเดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ

กลุ่มที่ 5

สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอกเดินในท่อโลหะ
หรืออโลหะฝังดิน

กลุ่มที่ 6

สายแกนเดียวหรือหลายแกน หุ้มฉนวนมีเปลือกนอกฝังดินโดยตรง

กลุ่มที่ 7

สายเคเบิลแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอกวางบน
รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ, รางเคเบิลแบบระบายอากาศหรือรางเคเบิลแบบบันได

7.6 ตารางพิกัดสายไฟฟ้าของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท.มีตารางที่เกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าอยู่ 30 ตาราง คือ ตารางที่ 5 - 8 และตารางที่ 5 - 20 ถึง 5 - 48

ตารางที่ 5-8

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสเนื่องจากจำนวนสายที่นำกระแสในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร

จำนวนกลุ่มวงจร	ตัวคูณปรับค่ากรณีในช่องเดินสายไฟฟ้าหรือรางเคเบิลที่มีฝาปิดเดียวกัน	ตัวคูณปรับค่ากรณีเดินสายบนผิวหรือเดินสายเกาะผนัง
2	0.80	0.85
3	0.70	0.79
4	0.65	0.75
5	0.60	0.73
6	0.57	0.72
7	0.54	0.72
8	0.52	0.71
9	0.50	0.7
10-12	0.45	0.7
13-16	0.41	0.7
17-20	0.38	0.7

ตารางที่ 5-20

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินในท่อร้อย สายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC		AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, NYY-G, VCT, VCT-G, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย							
ขนาดสาย(ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
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
1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8
3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

ตารางที่ 5-21

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี (PVC) หรือครอสลิงก์พอลิเอทิลีน (XLPE) มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C หรือ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินเกาะผนังในอากาศ

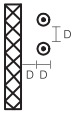
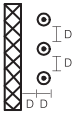
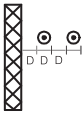
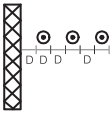
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 3								
ลักษณะสาย	แบน	กลม							
ลักษณะตัวนำกระแส	หลายแกน	แกนเดียว				หลายแกน			
ประเภทฉนวน	PVC	PVC		XLPE		PVC		XLPE	
อุณหภูมิตัวนำ	70 °C	70 °C		90 °C		70 °C		90 °C	
จำนวนตัวนำกระแส	2	2	3	2	3	2	3	2	3
รูปแบบการติดตั้ง									
ระบบไฟฟ้า	AC	AC,DC	AC	AC,DC	AC	AC,DC	AC	AC,DC	AC
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	VAF, VAF-G	NYY, IEC 60502-1		IEC 60502-1		NYY, NYY-G 60227 IEC 10, IEC 60502-1		IEC 60502-1	
ขนาดสาย(ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)								
1	14	13	12	17	16	13	12	17	15
1.5	17	17	16	23	21	17	15	22	20
2.5	23	23	22	31	29	23	21	30	27
4	32	32	29	42	37	31	28	41	36
6	41	41	37	54	49	40	36	53	47
10	56	57	51	74	67	55	50	73	65
16	74	76	69	99	90	74	66	97	87
25	-	99	90	130	118	97	84	126	108
35	-	123	112	160	147	120	104	156	134
50	-	158	145	207	190	146	125	190	163
70	-	204	186	267	244	185	160	245	208
95	-	247	227	323	297	224	194	298	253
120	-	287	264	375	345	260	225	348	293
150	-	331	304	433	397	299	260	401	338
185	-	379	348	496	455	341	297	460	386
240	-	448	411	586	537	401	351	545	455
300	-	517	474	676	620	461	404	630	524
400	-	604	552	790	722	-	-	-	-
500	-	689	629	900	823	-	-	-	-

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
3) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48
4) สามารถใช้งานในระบบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดันไม่เกิน 1.5 กิโลโวลต์ได้

ตารางที่ 5-22

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงแกนเดียวหุ้มฉนวนพีวีซี มอก.11-2553 สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 450/750 โวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ

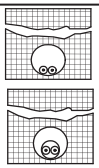
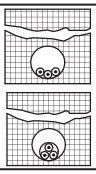
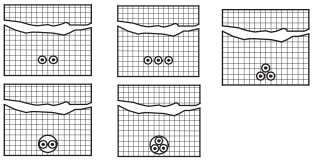
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 4	
รูปแบบการติดตั้ง	 หรือ 	 หรือ 
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, NYY	
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)	
4	30	37
6	39	48
10	56	67
16	78	92
25	113	127
35	141	157
50	171	191
70	221	244
95	271	297
120	315	345
150	365	397
185	418	453
240	495	535
300	573	617
400	692	741

หมายเหตุ

1) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้ง ในตารางที่ 5-47
2) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
3) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40องศา ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43

ตารางที่ 5-23

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6
จำนวนตัวนำกระแส	2	3	ไม่เกิน 3
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว / หลายแกน	แกนเดียว / หลายแกน	แกนเดียว / หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง			
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	NYY, VCT, ตามมาตรฐาน IEC 60502-1		
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)		
1	17	15	21
1.5	21	19	26
2.5	28	25	35
4	36	33	45
6	46	41	57
10	62	55	76
16	81	72	99
25	106	94	128
35	129	114	154
50	153	136	181
70	190	168	223
95	232	204	267
120	265	234	304
150	303	266	342
185	344	303	386
240	404	361	448
300	462	404	507
400	529	462	577
500	605	527	654

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 30°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-44
2) ในกรณีเดินเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-45 หรือ 5-46
3) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ใน ตารางที่ 5-8
4) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้ง ในตารางที่ 5-47
5) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
6) งานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่เป็นทรัพย์สินของการไฟฟ้าฯ ให้พิจารณาขนาดกระแสตามมาตรฐาน การไฟฟ้าฯ ยกเว้นไม่มีกำหนดไว้

ตารางที่ 5-24

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงแกนเดียวหุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553 สำหรับ
ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 300/500 โวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C หรือ 90 °C
อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินในอากาศ

อุณหภูมิตัวนำ	70°C	90°C
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227IEC 05, 60227 IEC 06	60227IEC 07, 60227 IEC 08
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)	
0.5	3	3
0.75	6	6
1	10[2)]	10
1.5	-	16
2.5	-	25

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43

2) ค่าขนาดกระแสเฉพาะรหัสเคเบิล 60227IEC 06 เท่านั้น

3) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48

ตารางที่ 5-25

ขนาดกระแสของสายอ่อน (flexible cord) ตัวนำทองแดงหลายแกนหุ้มฉนวนพีวีซี
ตาม มอก.11-2553 สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 300/500 โวลต์
อุณหภูมิตัวนำ 70 °C หรือ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินในอากาศ

จำนวนตัวนำกระแส	2	3
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 52, 60227 IEC 53,60227 IEC 56, 60227 IEC 57	
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)	
0.5	3	3
0.75	6	6
1	10	10
1.5	16	16
2.5	25	20

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40ºC ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) สายอ่อนตัวนำทินเซล ที่มีรหัสเคเบิล 60227IEC41 มีค่าขนาดกระแส = 0.7 แอมแปร์ ที่อุณหภูมิตัวนำ 70ºC และอุณหภูมิโดยรอบ 40ºC
3) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48

ตารางที่ 5-26

ขนาดกระแสของสายเคเบิลอ่อน (flexible cable) ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี
ตาม มอก.11-2553 สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 450/750 โวลต์
อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินในอากาศ

จำนวน/ลักษณะ ตัวนำกระแส	เคเบิล 1 แกน 2 เส้น หรือ เคเบิล 2 แกน 1 เส้น มี/ไม่มี สายดิน	เคเบิล 3 แกน, 4 แกน หรือ 5 แกน
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227IEC 02, VCT	VCT
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)	
1	13	11
1.5	16	14
2.5	25	21
4	30	26
6	39	34
10	51	47
16	73	63
25	97	83
35	140	102
50	175	-
70	216	-
95	258	-
120	302	-
150	347	-
185	394	-
240	471	-

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43

2) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48

ตารางที่ 5-27

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินร้อยในท่อร้อยสายท่อในอากาศ

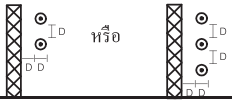
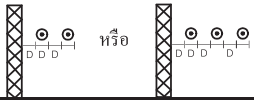
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC		AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย(ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	13	13	12	12	15	15	14	14
1.5	17	17	15	15	21	20	18	18
2.5	24	23	21	20	28	27	25	24
4	32	30	28	27	38	36	34	32
6	41	38	36	35	49	46	44	40
10	56	52	49	46	68	63	60	55
16	74	69	66	62	91	83	80	73
25	96	90	86	81	121	108	106	96
35	119	110	106	99	149	133	131	116
50	144	132	128	118	180	159	159	140
70	182	167	163	149	230	201	202	177
95	219	200	197	179	278	241	245	212
120	253	230	227	207	322	278	284	244
150	289	264	259	236	358	304	311	273
185	329	299	295	268	409	349	349	309
240	386	351	346	315	480	418	410	362
300	442	402	396	360	549	484	468	414
400	-	-	-	-	622	-	531	-
500	-	-	-	-	713	-	606	-

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ใน ตารางที่ 5-8
3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
4) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48
5) สามารถใช้งานในระบบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดันระบุไม่เกิน 1.5 กิโลโวลต์ได้

ตารางที่ 5-28

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าแกนเดียวตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน
สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C
อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 4	
รูปแบบการติดตั้ง		
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	ตามมาตรฐาน IEC 60502-1	
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)	
4	47	54
6	60	68
10	82	90
16	110	124
25	147	166
35	183	206
50	224	250
70	289	321
95	354	391
120	413	455
150	480	525
185	551	602
240	654	711
300	758	821
400	917	987
500	1,064	1,140

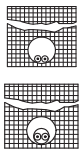
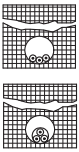
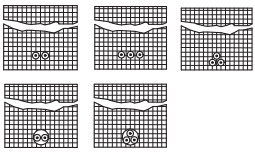
หมายเหตุ

1.ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

2. อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 องศา ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43

ตารางที่ 5-29

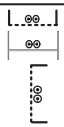
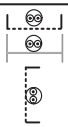
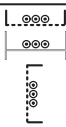
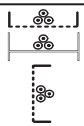
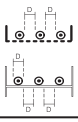
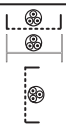
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6
จำนวนตัวนำกระแส	2	3	ไม่เกิน 3
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว / หลายแกน	แกนเดียว / หลายแกน	แกนเดียว / หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง			
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1		
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)		
1.5	25	22	33
2.5	33	29	43
4	43	38	55
6	54	47	70
10	71	63	92
16	94	83	119
25	124	109	152
35	150	132	184
50	180	159	217
70	223	196	266
95	271	238	318
120	313	275	362
150	355	312	406
185	406	356	459
240	477	418	533
300	543	475	601
400	625	545	684
500	717	623	777

หมายเหตุ
1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 30°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-44
2) ในกรณีเดินเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-45 หรือ 5-46
3) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ใน ตารางที่ 5-8
4) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้ง ในตารางที่ 5-47
5) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
6) งานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่เป็นทรัพย์สินของการไฟฟ้าฯ ให้พิจารณาขนาดกระแสตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ ยกเว้นไม่มีกำหนดไว้

ตารางที่ 5-30

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ แบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7						
จำนวนตัวนำกระแส	2		3				
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง							
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC				
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 10, NYY, NYY-G และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น						
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)						
1	-	15	-	-	-	-	13
1.5	-	19	-	-	-	-	16
2.5	-	26	-	-	-	-	22
4	-	35	-	-	-	-	30
6	-	44	-	-	-	-	37
10	-	61	-	-	-	-	52
16	-	82	-	-	-	-	70
25	114	104	99	96	127	113	88
35	141	129	124	119	157	141	110
50	171	157	151	145	191	171	133
70	218	202	196	188	244	221	171
95	264	245	239	230	297	271	207
120	306	285	279	268	345	315	240
150	353	330	324	310	397	365	278
185	403	378	371	356	453	418	317
240	475	447	441	422	535	495	374
300	547	516	511	488	617	573	432
400	656	-	599	571	741	692	-
500	755	-	686	652	854	800	-

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40 และตารางที่ 5-41 สำหรับสายแกนเดียวและสายหลายแกน ตามลำดับ
3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
4) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
5) สามารถใช้งานในระบบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดันระบุไม่เกิน 1.5 กิโลโวลต์ได้

ตารางที่ 5-30 (ก)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ

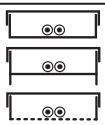
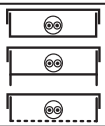
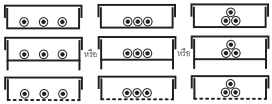
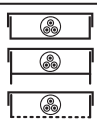
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3	3 หรือ 4
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง				
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 10, NYY, NYY-G และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น			
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	13	-	12
1.5	-	17	-	15
2.5	-	23	-	21
4	-	31	-	28
6	-	40	-	36
10	-	55	-	50
16	-	74	-	66
25	99	97	90	84
35	123	120	112	104
50	158	146	145	125
70	204	185	186	160
95	247	224	227	194
120	287	260	264	225
150	331	299	304	260
185	379	341	348	297
240	448	401	411	351
300	517	461	474	404
400	604	-	552	-
500	689	-	629	-

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) กรณีสายแกนเดียว มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40 แต่หากระยะห่างระหว่างกลุ่มวงจร (นับจากผิวนอกของแต่ละกลุ่มวงจรที่อยู่ถัดไป) มากกว่า 2 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของตัวนำกระแสนั้น ไม่ต้องใช้ตัวคูณปรับค่าตามตารางที่ 5-40
3) กรณีสายหลายแกน มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-41
4) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47 โดยตัวนำกระแสแต่ละกลุ่มวงจรไม่สามารถวางซ้อนกันได้
5) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
6) สามารถใช้งานในระบบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดันระบุไม่เกิน 1.5 กิโลโวลต์ได้

ตารางที่ 5-31

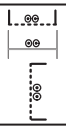
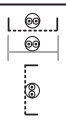
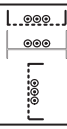
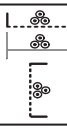
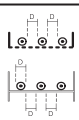
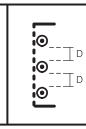
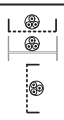
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซีมีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลมีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ แบบระบายอากาศ แบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง				
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227IEC 10, NYY, VCT และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน สายควันน้อย			
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	11	-	10
1.5	-	14	-	13
2.5	-	20	-	17
4	-	26	-	23
6	-	33	-	30
10	-	45	-	40
16	-	60	-	54
25	88	78	77	70
35	109	97	96	86
50	131	116	117	103
70	167	146	149	130
95	202	175	180	156
120	234	202	208	179
150	261	224	228	196
185	279	256	258	222
240	348	299	301	258
300	398	343	343	295
400	475	-	406	-
500	545	-	464	-

หมายเหตุ
1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) กรณีสายแกนเดียว มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40
3) กรณีสายหลายแกน มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-41
4) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47 โดยตัวนำกระแสแต่ละกลุ่มวงจรสามารถวางซ้อนกันได้
5) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
6) สามารถใช้งานในระบบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดันระบุไม่เกิน 1.5 กิโลโวลต์ได้

ตารางที่ 5-32

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 ºC อุณหภูมิโดยรอบ 40 ºC วางบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ แบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7						
จำนวนตัวนำกระแส	2		3				
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง							
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC				
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆเช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น						
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)						
1	-	19	-	-	-	-	16
1.5	-	24	-	-	-	-	21
2.5	-	33	-	-	-	-	29
4	-	45	-	-	-	-	38
6	-	57	-	-	-	-	49
10	-	78	-	-	-	-	68
16	-	105	-	-	-	-	91
25	147	136	128	123	166	147	116
35	182	168	160	154	206	183	144
50	220	205	197	188	250	224	175
70	282	263	254	244	321	289	224
95	343	320	311	298	391	354	271
120	398	374	364	349	455	413	315
150	459	430	422	404	525	480	363
185	523	493	485	464	602	551	415
240	618	583	577	552	711	654	490
300	713	674	670	640	821	758	564
400	855	-	790	749	987	917	-
500	986	-	908	861	1,140	1,064	-

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40ºC ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) กรณีสายแกนเดียว มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40
3) กรณีสายหลายแกน มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-41
4) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
5) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
6) สามารถใช้งานในระบบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดันระบุไม่เกิน 1.5 กิโลโวลต์ได้

ตารางที่ 5-32 (ก)

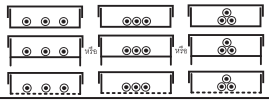
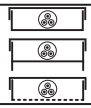
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก
สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C
วางบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง				
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน สายควันน้อย			
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	17	-	15
1.5	-	22	-	20
2.5	-	30	-	27
4	-	41	-	36
6	-	53	-	47
10	-	73	-	65
16	-	97	-	87
25	130	126	118	108
35	160	156	147	134
50	207	190	190	163
70	267	245	244	208
95	323	298	297	253
120	376	348	345	293
150	433	401	397	338
185	496	460	455	386
240	586	545	537	455
300	676	630	620	524
400	790	-	722	-
500	901	-	823	-

หมายเหตุ
1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) กรณีสายแกนเดียว มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40
3) กรณีสายหลายแกน มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-41
4) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47 โดยตัวนำกระแสแต่ละกลุ่มวงจรสามารถวางซ้อนกันได้
5) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
6) สามารถใช้งานในระบบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดันระบุไม่เกิน 1.5 กิโลโวลต์ได้

ตารางที่ 5-33

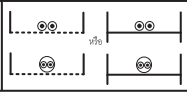
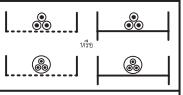
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลมีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ แบบระบายอากาศ แบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง				
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน สายควันน้อย			
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	15	-	14
1.5	-	20	-	18
2.5	-	27	-	24
4	-	36	-	32
6	-	46	-	40
10	-	63	-	55
16	-	83	-	73
25	121	108	106	96
35	149	133	131	116
50	180	159	159	140
70	230	201	202	177
95	278	241	245	212
120	322	278	284	244
150	358	304	311	273
185	409	349	349	309
240	480	418	410	362
300	549	484	468	414
400	622	-	531	-
500	713	-	606	-

หมายเหตุ
1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2) กรณีสายแกนเดียว มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40
3) กรณีสายหลายแกน มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-41
4) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47 โดยตัวนำกระแสแต่ละกลุ่มวงจรสามารถวางซ้อนกันได้
5) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน ในตารางที่ 5-48
6) สามารถใช้งานในระบบไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดันระบุไม่เกิน 1.5 กิโลโวลต์ได้

ตารางที่ 5-34

ขนาดกระแสของสายเคเบิลชนิดเอ็มไอ ตัวนำและเปลือก (Sheath) ทองแดง หุ้ม/ไม่หุ้มพีวีซี โดยเปลือกทองแดงสามารถสัมผัสได้ อุณหภูมิเปลือก 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C

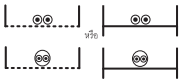
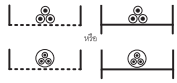
ลักษณะการติดตั้ง		กลุ่มที่ 7					
ลักษณะการจัดวางสาย		เดินเกาะผนังในอากาศ หรือ วางบนรางเคเบิลชนิดด้านล่างทึบ ไม่มีฝาปิด			วางบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ หรือแบบบันได		
จำนวนตัวนำกระแส		2	3		2	3	
ลักษณะตัวนำ		แกนเดียว/หลายแกน	แกนเดียว	แกนเดียว/หลายแกน	แกนเดียว/หลายแกน	แกนเดียว	แกนเดียว/หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง							
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน		IEC 60702					
ขนาดแรงดัน	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)					
500 V (รุ่นใช้งานเบา)	1	16	14	13	17	15	14
	1.5	20	18	16	21	20	18
	2.5	26	25	22	28	26	24
	4	34	32	30	37	35	31
750V (รุ่นใช้งานหนัก)	1	17	15	14	18	17	15
	1.5	21	20	18	22	22	19
	2.5	29	26	24	31	29	26
	4	38	35	31	40	38	34
	6	48	44	41	51	48	43
	10	65	60	55	70	65	59
	16	87	78	73	93	87	78
	25	113	102	95	121	112	102
	35	139	125	116	148	137	125
	50	172	154	144	183	168	155
	70	210	188	176	224	205	190
	95	252	224	212	269	246	227
	120	289	258	243	309	281	262
	150	330	294	278	354	320	299
	185	374	333	315	401	362	339
	240	437	388	369	469	422	396

หมายเหตุ

1) สำหรับเคเบิลแกนเดียว เปลือกทองแดงแต่ละเส้นของวงจรเดียวกันต้องต่อประสานเข้าด้วยกันที่ปลาย ทั้ง 2 ด้าน ของวงจร
2) กรณีเคเบิลเปลือกนอกไม่หุ้มพีวีซี ค่าขนาดกระแสตามตารางที่ 5-34 ต้องคูณปรับค่าด้วย 0.9
3) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
4) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40
5) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

ตารางที่ 5-35

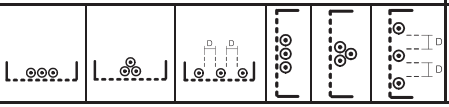
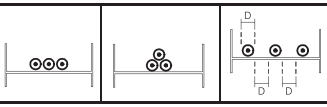
ขนาดกระแสของสายเคเบิลชนิดเอ็มไอ ตัวนำและเปลือก (Sheath) ทองแดง
โดยเปลือกทองแดงไม่สามารถให้บุคคลสัมผัสหรือไม่สามารถสัมผัสกับวัสดุติดไฟได้
อุณหภูมิเปลือก 105 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C

ลักษณะการติดตั้ง		กลุ่มที่ 7					
ลักษณะการจัดวางสาย		เดินเกาะผนังในอากาศ หรือ วางบนรางเคเบิลชนิดด้านล่างทึบ ไม่มีฝาปิด			วางบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ หรือแบบบันได		
จำนวนตัวนำกระแส		2	3		2	3	
ลักษณะตัวนำ		แกนเดียว/หลายแกน	แกนเดียว	แกนเดียว/หลายแกน	แกนเดียว/หลายแกน	แกนเดียว	แกนเดียว/หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง							
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน		IEC 60702					
ขนาดแรงดัน	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)					
500 V (รุ่นใช้งานเบา)	1	20	19	17	22	21	19
	1.5	26	25	22	29	27	24
	2.5	35	33	30	38	36	32
	4	47	43	40	50	47	42
750V (รุ่นใช้งานหนัก)	1	22	22	18	24	23	20
	1.5	29	28	24	30	29	26
	2.5	39	38	32	41	40	35
	4	51	49	43	55	52	46
	6	64	62	54	70	65	59
	10	88	84	75	96	88	80
	16	117	109	98	126	117	106
	25	153	142	129	165	151	138
	35	187	172	157	202	184	169
	50	231	212	195	250	227	210
	70	282	258	239	306	276	257
	95	339	307	287	368	330	308
	120	390	352	330	423	378	354
	150	446	400	377	484	431	406
	185	506	453	428	548	488	460
	240	592	526	500	641	568	537

หมายเหตุ
1) สำหรับเคเบิลแกนเดียว เปลือกทองแดงแต่ละเส้นของวงจรเดียวกันต้องต่อประสานเข้าด้วยกันที่ปลาย ทั้ง 2 ด้าน ของวงจร
2) อุปกรณ์ที่ต่อกับสายเคเบิลชนิดเอ็มไอนี้ จะต้องตรวจสอบให้ทราบแน่ชัดว่า ขั้วต่อสายเหมาะสมที่จะใช้กับตัวนำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียสด้วย
3) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
4) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40
5) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

ตารางที่ 5-36

ขนาดกระแสของสายเคเบิล ตัวนำทองแดงแกนเดียวหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน เปลือกนอกพีวีซี มีชีลด์ ขนาดแรงดัน (U_0/U) ตั้งแต่ 3.6/6 กิโลโวลต์ ถึง 18/30 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 ºCอุณหภูมิโดยรอบ 40 ºC วางบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ หรือแบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7								
จำนวนตัวนำกระแส	3								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้	ตามมาตรฐาน IEC 60502-2								
ชนิดรางเคเบิล	แบบระบายอากาศ						แบบบันได		
รูปแบบการติดตั้ง									
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)								
50	217	217	255	อยู่ระหว่างการพิจารณา	217	อยู่ระหว่างการพิจารณา	221	217	260
70	270	269	317		269		276	269	324
95	329	329	387		329		336	329	395
120	380	379	446		379		388	379	455
150	429	430	499		430		438	430	509
185	490	494	568		494		501	494	580
240	577	583	664		583		589	583	678
300	659	669	754		669		672	669	770
400	746	769	837		769		762	769	854

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40ºC ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43

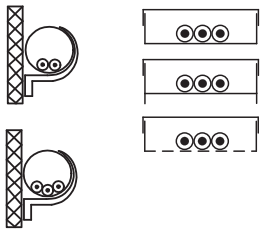
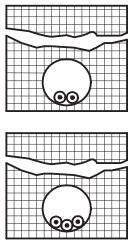
2) ในกรณีเดินเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40

3) ตัวนำชีลด์มีการต่อลงดินที่ปลายทั้ง 2 ด้าน และ / หรือต่อลงดินหลายตำแหน่ง

4) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

ตารางที่ 5-37

ขนาดกระแสของสายเคเบิล ตัวนำทองแดงแกนเดียวหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน เปลือกนอกพีวีซี มีชีลด์ ขนาดแรงดัน (U_0/U)ตั้งแต่ 3.6/6 กิโลโวลต์ ถึง 18/30 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C (เดินร้อยในท่อในอากาศ) และ 30 °C (ร้อยท่อฝังดิน)

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 5
จำนวนตัวนำกระแส	ไม่เกิน 3	
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว	
รูปแบบการติดตั้ง		
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	ตามมาตรฐาน IEC 60502-2	
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)	
35	148	149
50	175	178
70	215	218
95	265	265
120	303	303
150	348	341
185	396	386
240	478	454
300	551	521
400	636	607
500	730	706

หมายเหตุ

1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C (เดินร้อยในท่อในอากาศ) และ 30°C (ร้อยท่อฝังดิน) ให้ใช้ตัวคูณ ปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43 และ 5-44 ตามลำดับ

2) งานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ต้องการมอบทรัพย์สินหรือเป็นทรัพย์สินของการไฟฟ้าฯ ให้พิจารณาขนาดกระแสตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ ยกเว้นไม่มีกำหนดไว้

3) ในกรณีสายเคเบิลแกนเดียว วางบนรางเคเบิล เป็นกลุ่มมากกว่า1 วงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40

ตารางที่ 5-38

ขนาดกระแสสายเคเบิลตัวนำทองแดงแกนเดียวหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ขนาดแรงดัน (U_0/U) 3.6/6 ถึง 18/30 กิโลโวลต์ เดินใน duct bank ไม่เกิน 8 ท่อ

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแสต่อ 1 วงจร (แอมแปร์)							
	จำนวนวงจรทั้งหมด							
	1	2	3	4	5	6	7	8
35	175	160	147	137	130	122	116	110
50	210	191	175	162	153	144	136	130
70	251	228	208	193	182	171	161	154
95	313	282	256	236	222	208	196	187
120	357	322	292	270	254	238	224	213
150	405	362	327	300	282	263	248	235
185	461	410	369	339	318	296	278	264
240	535	475	427	392	367	342	321	305
300	611	539	481	440	411	382	358	339
400	694	619	553	507	473	440	412	391
500	797	695	616	560	522	483	451	427

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-38)

1) การคำนวณอิงจากมาตรฐาน IEC 60287 ตามสภาพเงื่อนไขดังต่อไปนี้
   - สำหรับระบบแรงสูง ชีลด์ มีต่อการลงดินลักษณะต่อปลายทั้งสองด้าน และ/หรือ ต่อลงดินหลายจุด
   - มีเคเบิล (ตัวนำกระแส) 3 เส้นใน 1 ท่อ
2) งานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ต้องการมอบทรัพย์สินหรือเป็นทรัพย์สินของการไฟฟ้าฯ ให้พิจารณาขนาดกระแสตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ ยกเว้นไม่มีกำหนดไว้

ตารางที่ 5-39

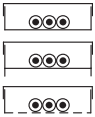
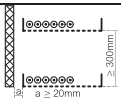
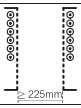
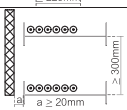
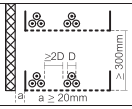
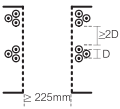
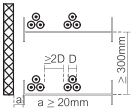
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเครื่องเชื่อม (ตัวนำทองแดง) ตาม มอก. 448-2525

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
	วัฏจักรทำงานสูงสุด *, ร้อยละ				
	100	60	30	25	20
10	87	110	160	175	195
16	115	150	215	235	260
25	155	200	285	315	350
35	195	250	355	390	440
50	250	320	450	495	560
70	310	400	560	620	690
95	375	485	685	750	840
120	435	570	790	870	970
150	510	660	930	1,020	1,140
185	570	740	1,040	1,150	1,280
240	680	880	1,240	1,360	1,520

*หมายถึง วัฏจักรทำงานร้อยละ 100 กำหนดจากเวลาที่จ่ายไฟฟ้าให้เครื่องเชื่อมในเวลา 1 ชั่วโมง ส่วนวัฏจักร ทำงานอื่น ๆ กำหนดจากเวลาที่จ่ายไฟฟ้าให้เครื่องเชื่อมใน 5 นาที

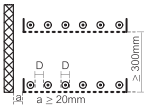
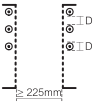
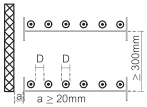
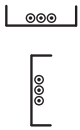
ตารางที่ 5-40

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว วางบนรางเคเบิลตั้งแต่ 1 วงจรขึ้นไป

วิธีการติดตั้ง		จำนวนรางเคเบิล	จำนวนกลุ่มวงจรต่อรางเคเบิล						ลักษณะการจัดเรียงเคเบิล
			1	2	3	4	5-6	7-9	
รางเคเบิลมีฝาปิดแบบระบายอากาศ แบบบันได และแบบด้านล่างทึบ		1	ดูตารางที่ 5-40(ก) ช่องที่ 2						วางชิดติดกัน วางแบบสามเหลี่ยม และวางห่างกันไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
รางเคเบิลแบบระบายอากาศ (หมายเหตุ 2และ 5)		1 2 3	1.00 0.96 0.95	0.91 0.87 0.85	0.87 0.81 0.78	0.82 0.78 0.75	0.78 0.74 0.70	0.77 0.69 0.65	รูปแบบวางชิดกันในแนวนอน
รางเคเบิลแบบระบายอากาศวางแนวตั้ง (หมายเหตุ 3และ 5)		1 2	1.00 0.95	0.86 0.84	0.80 0.77	0.75 0.72	0.71 0.67	0.70 0.66	รูปแบบวางชิดกันในแนวตั้ง
รางเคเบิลแบบบันได (หมายเหตุ 2และ 5)		1 2 3	1.00 0.98 0.97	0.97 0.93 0.90	0.96 0.89 0.86	0.94 0.88 0.83	0.93 0.86 0.80	0.92 0.83 0.77	รูปแบบวางชิดกันในแนวนอน
รางเคเบิลแบบระบายอากาศ (หมายเหตุ 2)		1 2 3	1.00 0.97 0.96	0.98 0.93 0.92	0.96 0.89 0.86	0.93 0.85 0.82	0.89 0.80 0.76	- - -	รูปแบบวางชิดกันแบบสามเหลี่ยม ห่างกันไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
รางเคเบิลแบบระบายอากาศวางแนวตั้ง (หมายเหตุ 3)		1 2	1.00 1.00	0.91 0.90	0.89 0.86	0.88 0.85	0.87 0.83	- -	
รางเคเบิลแบบบันได (หมายเหตุ 2)		1 2 3	1.00 0.97 0.96	1.00 0.95 0.94	1.00 0.93 0.90	1.00 0.92 0.89	1.00 0.91 0.86	- -	

ตารางที่ 5-40 (ต่อ)

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว วางบนรางเคเบิลตั้งแต่ 1 วงจรขึ้นไป

วิธีการติดตั้ง		จำนวนราง เคเบิล	จำนวนกลุ่มวงจรต่อรางเคเบิล						ลักษณะการจัดเรียงเคเบิล
			1	2	3	4	5-6	7-9	
รางเคเบิลแบบระบายอากาศ (หมายเหตุ 2)		1 2 3	1.00 0.97 0.96	0.93 0.89 0.88	0.90 0.85 0.82	0.87 0.81 0.78	0.83 0.76 0.72	- - -	วางห่างกันไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
รางเคเบิลแบบระบายอากาศวางแนวตั้ง (หมายเหตุ 3)		1 2	1.00 0.94	0.91 0.90	0.89 0.86	0.88 0.85	0.87 0.83	- -	
รางเคเบิลแบบบันได (หมายเหตุ 2)		1 2 3	0.97 0.97 0.96	0.97 0.94 0.93	0.96 0.93 0.92	0.96 0.92 0.91	0.96 0.91 0.88	- - -	
รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ		1	ดูตารางที่ 5-40 (ก) ช่องที่ 3						วางชิดกันชั้นเดียวในแนวนอนหรือแนวตั้ง

หมายเหตุ

1) ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการวางสายไฟฟ้าเป็นกลุ่มชั้นเดียว หรือเป็นกลุ่มวางชิดกันเป็นสามเหลี่ยมเท่านั้น
2) ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการติดตั้งรางเคเบิลในแนวนอนที่มีระยะห่างระหว่างรางเคเบิลในแนวดิ่ง ไม่น้อยกว่า 300 มม. และติดตั้งรางเคเบิลห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 20 มม.เท่านั้น
3) ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการติดตั้งรางเคเบิลในแนวดิ่งที่มีระยะห่างระหว่างรางเคเบิลในแนวราบ ไม่น้อยกว่า 225 มม.เท่านั้น
4) ในกรณีที่จำนวนรางเคเบิลมากกว่าหนึ่งราง ตัวคูณปรับค่าให้คิดจากรางเคเบิลที่มีกลุ่มวงจรมากที่สุด
5) กรณีจำนวนรางเคเบิล 1 ราง และกลุ่มวงจรมากกว่า 9 ให้ใช้ตัวปรับค่าเช่นเดียวกับ 9 กลุ่มวงจร

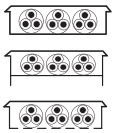
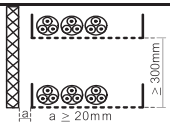
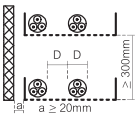
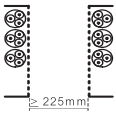
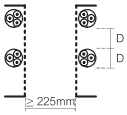
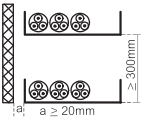
ตารางที่ 5 – 40 (ก)

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว วางบนรางเคเบิล เป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

ช่องที่ 1 จำนวนกลุ่มวงจร	ช่องที่ 2 ตัวปรับค่ารางเคเบิลมีฝาปิดทั้ง 3 แบบ	ช่องที่ 3 ตัวปรับค่ารางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ
1	1.0	1.0
2	0.8	0.85
3	0.7	0.79
4	0.65	0.75
5	0.60	0.73
6	0.57	0.72
7	0.54	0.72
8	0.52	0.71
9	0.50	0.70
10-12	0.45	0.70
13-16	0.41	0.70
17-20	0.38	0.70

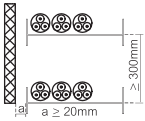
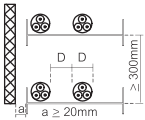
ตารางที่ 5-41

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลหลายแกน เมื่อวางบนรางเคเบิลเป็นกลุ่ม มากกว่า 1 วงจร วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศ แบบด้านล่างทึบ หรือแบบบันได เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

วิธีการติดตั้ง		จำนวนรางเคเบิล	จำนวนเคเบิลต่อรางเคเบิล					
			1	2	3	4	5-6	7-9
รางเคเบิลมีฝาปิดแบบระบายอากาศ แบบบันได และแบบด้านล่างทึบ		1	ดูตารางที่ 5-40 (n) ช่องที่ 2					
รางเคเบิลแบบระบายอากาศ(หมายเหตุ 2และ 5)		1 2 3 4-6	1.0 1.0 1.0 1.0	0.88 0.87 0.86 0.84	0.82 0.80 0.79 0.77	0.77 0.77 0.76 0.73	0.73 0.73 0.71 0.68	0.72 0.68 0.66 0.64
รางเคเบิลแบบระบายอากาศ(หมายเหตุ 2))		1 2 3	1.0 1.0 1.0	1.0 0.99 0.98	0.98 0.96 0.95	0.95 0.92 0.91	0.91 0.87 0.85	- - -
รางเคเบิลแบบระบายอากาศวางแนวตั้ง (หมายเหตุ 3 และ 5)		1 2	1.0 1.0	0.88 0.88	0.82 0.81	0.77 0.76	0.73 0.71	0.72 0.70
รางเคเบิลแบบระบายอากาศวางแนวตั้ง (หมายเหตุ 3))		1 2	1.0 1.0	0.91 0.91	0.89 0.88	0.88 0.87	0.87 0.85	- -
รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (หมายเหตุ 2))		1 2 3 4-6	0.97 0.97 0.97 0.97	0.84 0.83 0.82 0.81	0.78 0.76 0.75 0.73	0.75 0.72 0.71 0.69	0.71 0.68 0.66 0.63	0.68 0.63 0.61 0.58

ตารางที่ 5-41(ต่อ)

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลหลายแกน เมื่อวางบนรางเคเบิลเป็นกลุ่ม มากกว่า 1 วงจร วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศ แบบด้านล่างทึบ หรือแบบบันได เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

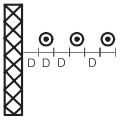
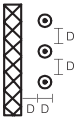
วิธีการติดตั้ง		จำนวนรางเคเบิล	จำนวนเคเบิลต่อรางเคเบิล					
			1	2	3	4	5-6	7-9
รางเคเบิลแบบบันได (หมายเหตุ 2และ 5)		1	1.0	0.87	0.82	0.80	0.79	0.78
		2	1.0	0.86	0.80	0.78	0.76	0.73
		3	1.0	0.85	0.79	0.76	0.73	0.70
		4-6	1.0	0.84	0.77	0.73	0.68	0.64
รางเคเบิลแบบบันได (หมายเหตุ 2)		1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-
		2	1.0	0.99	0.98	0.97	0.96	-
		3	1.0	0.98	0.97	0.96	0.93	-

หมายเหตุ

1) ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการวางสายไฟฟ้าชั้นเดียวเท่านั้น
2) ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการติดตั้งรางเคเบิลในแนวนอนที่มีระยะห่างระหว่างรางเคเบิลในแนวดิ่ง ไม่น้อยกว่า 300 มม. และติดตั้งรางเคเบิลห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 20 มม.เท่านั้น
3) ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการติดตั้งรางเคเบิลในแนวดิ่งที่มีระยะห่างระหว่างรางเคเบิลในแนวราบ ไม่น้อยกว่า 225 มม.เท่านั้น
4) ในกรณีที่จำนวนรางเคเบิลมากกว่าหนึ่งราง ตัวคูณปรับค่าให้คิดจากรางเคเบิลที่มีกลุ่มวงจรมากที่สุด
5) กรณีจำนวนรางเคเบิล 1 ราง และกลุ่มวงจรมากกว่า 9 ให้ใช้ตัวปรับค่าเช่นเดียวกับ 9 กลุ่มวงจร

ตารางที่ 5-42

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าอลูมิเนียมหุ้มฉนวนพีวีซีตาม มอก.293-2541 ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 450/750 โวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ

รูปแบบการติดตั้ง		
ขนาดสาย(ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)	
25	97	86
35	121	108
50	147	132
70	189	171
95	231	210
120	268	245
150	310	284
185	354	327
240	419	389
300	485	452
400	584	547
500	674	635
หมายเหตุ อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40°C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43		

ตารางที่ 5-43

ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ใช้กับค่าขนาดกระแสของเคเบิล เมื่อเดินในอากาศ

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ฉนวน				
	PVC		XLPE หรือ EPR	เอ็มไอ	
	70°C	90°C	90°C	70°C	105°C
11-15	1.34		1.23	1.41	1.21
16-20	1.29		1.19	1.34	1.16
21-25	1.22		1.14	1.26	1.13
26-30	1.15		1.10	1.18	1.09
31-35	1.08	1.00	1.05	1.09	1.04
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.91	1.00	0.96	0.91	0.96
46-50	0.82	1.00	0.90	0.79	0.91
51-55	0.70	0.96	0.84	0.67	0.87
56-60	0.57	0.83	0.78	0.53	0.82
61-65	-	0.67	0.71	-	0.76
66-70	-	0.47	0.64	-	0.70
71-75	-	-	0.55	-	0.65
76-80	-	-	0.45	-	0.59
81-85	-	-	-	-	0.51
86-90	-	-	-	-	0.43
91-95	-	-	-	-	0.35

ตารางที่ 5-44

ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบแตกต่างจาก 30 °C ใช้กับค่าขนาดกระแสของเคเบิล เมื่อเดินใต้ดิน

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ฉนวน	
	PVC	XLPE หรือ EPR
11-15	1.18	1.12
16-20	1.12	1.08
21-25	1.07	1.03
26-30	1.0	1.0
31-35	0.94	0.96
36-40	0.87	0.91
41-45	0.80	0.86
46-50	0.71	0.82
51-55	0.62	0.76
56-60	0.51	0.70
61-65	-	0.65
66-70	-	0.57
71-75	-	0.49
76-80	-	0.41

ตารางที่ 5-45

ตัวคูณปรับค่าสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว หรือหลายแกน ขนาดแรงดัน (U_0/U)
ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ ฝังดินโดยตรง เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร วางเรียงกันแนวระดับ

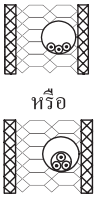
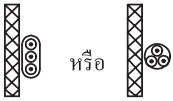
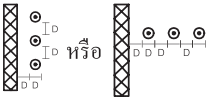
จำนวนวงจร	ระยะห่างระหว่างผิวด้านนอกเคเบิล แต่ละวงจร (มม.)				
	วางชิดกัน	เส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล 1 เส้น	125	250	500
2	0.75	0.80	0.85	0.90	0.90
3	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85
4	0.60	0.60	0.70	0.75	0.80
5	0.55	0.55	0.65	0.70	0.80
6	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80

ตารางที่ 5-46

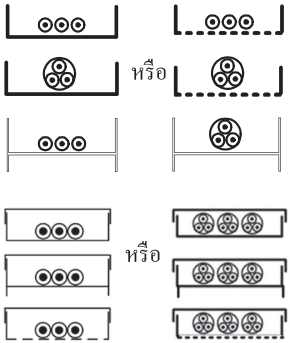
ตัวคูณปรับค่าสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว หรือหลายแกน ขนาดแรงดัน (U_0/U)
ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ ร้อยท่อฝังดินโดยตรง เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร
วางเรียงกันแนวระดับ

จำนวนวงจร	ระยะห่างระหว่างผิวด้านนอกท่อ แต่ละวงจร (มม.)			
	วางชิดกัน	250	500	1,000
2	0.85	0.90	0.95	0.95
3	0.75	0.85	0.90	0.95
4	0.70	0.80	0.85	0.90
5	0.65	0.80	0.85	0.90
6	0.60	0.80	0.80	0.90

ตารางที่ 5-47
รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะภายในฝ้าเพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ	 หรือ	กลุ่มที่ 1	ฝ้าเพดาน หรือผนังกันไฟที่เป็นฉนวนความร้อนคือวัสดุที่มีค่าการนำทางความร้อน (thermal conductance) อย่างน้อย 10 W/m^2..K*
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน	หรือ	กลุ่มที่ 2	กรณีฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกันผนังนั้นจะต้องมีค่าความต้านทานความร้อน (thermal resistivity) ไม่เกิน 2 K..m/W
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินเกาะผนังหรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน	 หรือ	กลุ่มที่ 3	-
สายเคเบิลแกนเดียวหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่าง เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ	 หรือ	กลุ่มที่ 4	ระยะห่างถึงผนังและระหว่างเคเบิลไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน	หรือ	กลุ่มที่ 5	-
สายแกนเดียว หรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฝังดินโดยตรง	หรือ	กลุ่มที่ 6	-

ตารางที่ 5-47 (ต่อ)
รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายเคเบิลแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิลมีฝาปิดและไม่มีฝาปิดแบบด้านล่างทึบ, รางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือรางเคเบิลแบบบันได		กลุ่มที่ 7	รางเคเบิลแบบระบายอากาศจะต้องมีพื้นที่รูระบายอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นผิวรางเคเบิลทั้งหมด
*หากไม่มีเอกสารยืนยันว่าค่าการนำความร้อนมีค่าน้อยกว่า 10 $W/m^2.K$ ให้ถือว่าการเดินสายร้อยท่อภายในฝ้าเพดาน หรือผนังกันไฟใดๆ จะต้องมีค่าขนาดกระแสตามลักษณะการติดตั้งตามกลุ่มที่ 1 นี้ ระบุไว้			

ตารางที่ 5-48

ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553 มอก.11 เล่ม 101-2559

รหัสชนิดเคเบิล/ชื่อเรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	อุณหภูมิตัวนำ	เปลือกนอก	แรงดันไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 01	1.5-400	เดี่ยวแข็ง (Solid) หรือตีเกลียว (Stranded)	70°C	ไม่มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 02	1.5-240	ฝอย (Flexible)	70°C	ไม่มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 05	0.5-1.0	เดี่ยวแข็ง (Solid)	70°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 06	0.5-1.0	ฝอย (Flexible)	70°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 07	0.5-2.5	เดี่ยวแข็ง (Solid)	90°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

ตารางที่ 5-48 (ต่อ)

ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553 มอก.11 เล่ม 101-2559

รหัสชนิดเคเบิล/ชื่อเรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	จำนวนแกน	อุณหภูมิตัวนำ	เปลือกนอก	แรงดันไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 08	0.5-2.5	ฝอย (Flexible)	แกนเดียว	90°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 10	1.5-35	ตีเกลียว (Stranded)	หลายแกน (มี/ไม่มีสายดิน)	70°C	มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • วางบนรางเคเบิล • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 41	0.8	ตีเกลียว (Stranded)	2 แกน	70°C	ไม่มี	300/300	• ใช้งานภายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
60227 IEC 43	0.5-0.75	ฝอย (Flexible)	1 แกน	70°C	มี	300/300	• ใช้ต่อไฟประดับตกแต่งภายในอาคาร
60227 IEC 52	0.5-0.75	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มี/ไม่มีสายดิน)	70°C	มี	300/300	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ • ใช้งานภายในเครื่องใช้ไฟฟ้า
60227 IEC 53	0.75-2.5	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มี/ไม่มีสายดิน)	70°C	มี	300/500	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ (ใช้งานหนัก) • ใช้ต่อเข้าดวงโคม
60227 IEC 56	0.5-0.75	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มี/ไม่มีสายดิน)	90°C	มี	300/300	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ (ใช้งานหนัก)

ตารางที่ 5-48 (ต่อ)

ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553 มอก.11 เล่ม 101-2559

รหัสชนิดเคเบิล/ชื่อเรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	จำนวนแกน	อุณหภูมิตัวนำ	เปลือกนอก	แรงดันไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 57	0.75-2.5	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มี/ไม่มีสายดิน)	90°C	มี	300/500	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ (ใช้งานหนัก) • ใช้ในดวงโคมไฟฟ้าที่มี/ไม่มีบัลลาสต์ • ใช้ในป้ายโฆษณา/ป้ายไฟฟ้า
NYY	1-500	ตีเกลียว (Stranded)	แกนเดี่ยว	70°C	มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • วางบนรางเคเบิล • ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
	1-300		หลายแกน				
NYY-G	1-300		หลายแกนมีสายดิน				
VAF VAF-G	1-16	เดี่ยวแข็ง (Solid) หรือตีเกลียว (Stranded)	2 แกน 2 แกนมีสายดิน	70°C	มี	300/500	• เดินเกาะผนัง • เดินในช่องเดินสาย ห้ามร้อยท่อ • ห้ามฝังดิน
VCT VCT-G	1-35	ฝอย (Flexible)	แกนเดี่ยว หลายแกน และหลายแกนมีสายดิน	70°C	มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า • วางบนรางเคเบิล • ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
หมายเหตุ การใช้งานต้องสอดคล้องกับวิธีการเดินสายด้วย							

บทที่ 8
การคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้า
ตามกลุ่มการติดตั้งที่ 2 , 5, 6 และ 7

8.1 บทนำ

การเลือกชนิดและขนาดของสายไฟฟ้าสำหรับงานหนึ่งๆ มีความสำคัญมาก ช่างและวิศวกรจะต้องเกี่ยวข้องกับการเลือกขนาดสายไฟฟ้าตลอดชีวิตการทำงาน ดังนั้นช่างและวิศวกรต้องศึกษาและฝึกหัดการคำนวณการเลือกขนาดสายไฟฟ้าให้เข้าใจถ่องแท้

วิธีการติดตั้งและตารางพิกัดสายไฟฟ้า อยู่ในบทที่ 5 ของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. บทนี้มีความสำคัญมาก ช่างและวิศวกรต้องศึกษาให้เข้าใจหลักการต่างๆ ของบทนี้เพื่อให้สามารถคำนวณและเลือกได้อย่างถูกต้อง

การติดตั้งทางไฟฟ้าสามารถแบ่งได้เป็น 7 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีพิกัดกระแสไฟฟ้าต่างกันตามตารางพิกัดกระแสสายไฟฟ้ากลุ่มการติดตั้งที่ใช้มากที่สุดคือ กลุ่มการติดตั้งที่ 2 , 5, 6 และ 7

8.2 ขั้นตอนการคำนวณ

การคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้า ทำได้อย่างมีระบบอาจแบ่งการคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าเป็น 7 ขั้นตอน

- ช่าง หรือ วิศวกรใหม่ ควรทำตามขั้นตอน ที่ให้ไว้
- สำหรับ วิศวกรอาวุโส หรือ ช่างที่ชำนาญแล้วอาจละเลยบางขั้นตอนได้
- ช่างหรือวิศวกรทุกท่าน ควรต้องคำนวณเอง หลายๆ ครั้งเพื่อให้เกิดความเข้าใจและความชำนาญ

ขั้นตอนการหาขนาดของสายไฟฟ้า

1. กำหนดกระแสออกแบบ Design Current (I_b) หรือกระแสโหลด (I_L)
2. กำหนดขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (I_n)
3. เลือกกลุ่มการติดตั้ง

4. เลือกชนิดของสายไฟฟ้า

- ชนิดฉนวน PVC, XLPE
- จำนวนแกน 1, 2, 3, 4 แกน
- เลือกตารางที่จะใช้

5. หาตัวคูณปรับค่า

C_a = ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบ

C_g = ตัวคูณปรับค่าจำนวนกลุ่มวงจร

6. หากระแสไฟฟ้า

$I_t = I_n / (C_a \times C_g)$

7. เลือกขนาดสายไฟฟ้าจากตารางที่เลือกไว้ โดยพิกัดไฟฟ้าของสายไฟฟ้าต้องมากกว่าค่า I_t

8.3 การเลือกขนาดชนิด สายไฟฟ้าตามการติดตั้งกลุ่มที่ 2

การติดตั้งกลุ่มที่ 2

สายแกนเดี่ยว หรือหลายแกน หุ้มฉนวน มี / ไม่มีเปลือกนอก เดินในช่องเดินสายโลหะ หรืออโลหะ เดินเกาะผนัง หรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีต หรือที่คล้ายกัน

- การเดินสายในช่องเดินสายในอากาศอยู่กลุ่มที่ 2 มีใช้มากที่สุด ต้องศึกษาให้เข้าใจ
- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้า ในท่อโลหะ และอโลหะจะเหมือนกัน
- พิกัดกระแสแยกเป็น

ไฟฟ้า 1 เฟส ตัวนำกระแส 2 เส้น

ไฟฟ้า 3 เฟส ตัวนำกระแส 3 เส้น

ระบบไฟฟ้า 3 ph , 4 w ถือว่ามีตัวนำกระแส 3 เส้น

- พิกัดกระแสยังแยกเป็น

สายแกนเดียว พิกัดกระแส มีค่าสูง

สายหลายแกน พิกัดกระแส มีค่าต่ำ

ไฟฟ้า 1 เฟส ตัวนำ 2 เส้น = 1 กลุ่มวงจร

ไฟฟ้า 3 เฟส ตัวนำ 3 , 4 เส้น = 1 กลุ่มวงจร

- พิกัดกระแสมี 2 ตารางคือ

สาย PVC 70° C ตารางที่ 5 - 20

สาย XLPE 90° C ตารางที่ 5 - 27

สายไฟฟ้าที่อนุญาตให้ใช้ได้

1) สาย PVC 70° C ตารางที่ 5 – 20 IEC 01 , IEC 02 , IEC 05 , IEC 06 , IEC 10 , NYY , NYY - G , VCT , VCT- G

2) สาย XLPE 90° C ตารางที่ 5 – 27 IEC 60502–1 สายทนไฟ , สายไร้ฮาโลเจน , สายควันน้อย

- เมื่อต้องการเดินสายไฟฟ้า มากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อเดียวกัน ต้องมีตัวคูณปรับค่าตาม ตารางที่ 5 – 8

การเดินสายไฟฟ้าในรางเดินสาย Wireways

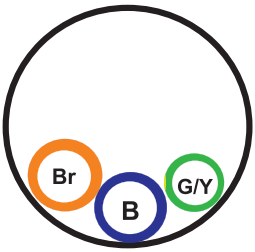
- การเดินสายไฟฟ้าแบบนี้ นิยมใช้มากเนื่องจากทำงานง่าย และประหยัด
- อนุญาตให้ใช้ในที่เปิดโล่ง ซึ่งเข้าถึงได้เพื่อการตรวจสอบและบำรุงรักษาตลอดความยาว
- ขนาดใหญ่สุด 150 mm x 300 mm
- สายแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดินต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกัน แล้วมัดรวมเข้าด้วยกัน
- พิกัดกระแสใน Wireways อยู่ในกลุ่มที่ 2

สาย PVC ตารางที่ 5 - 20 , สาย XLPE ตารางที่ 5 - 27

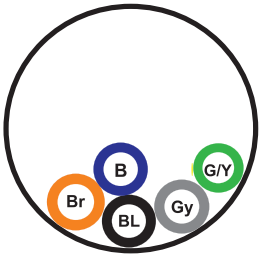
- พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้า<u>ต้องไม่เกิน20 %</u> ของพื้นที่หน้าตัด รางเดินสาย
- ถ้าตัวนำกระแส<u>ไม่เกิน30เส้น</u>พิกัดกระแสคิดตัวนำกระแส 3 เส้นในท่อ ไม่ต้องใช้ตัวคูณปรับค่า

<u>ตัวอย่างที่ 8.1</u> สาย IEC 01, NYY 1/C, ขนาด 4 mm² ตัวนำกระแส 2, 3 ให้หาพิกัดกระแส

ตัวนำกระแส 2



ตัวนำกระแส 3



สาย PVC

ตารางที่ 5- 20

B Blue สีฟ้า

Br Brown สีน้ำตาล

BL Black สีดำ

Gy Grey สีเทา

G/Y Green/ yellowสีเขียว/เหลือง

<u>วิธีทำ</u>

จากตารางที่ 5 - 20

ตัวนำกระแส = 2

สาย IEC 01, NYY 1/C 2 x 4 mm² I = 28 A

ตัวนำกระแส = 3

สาย IEC 01, NYY 1/C 4 x 4 mm² I = 24 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.2</u> การติดตั้งกลุ่มที่ 2 สาย XLPE 1/C ,ขนาด 4 mm² ตัวนำกระแส 2 , 3 ให้หาพิกัดกระแส

<u>วิธีทำ</u>

จากตารางที่ 5 - 27

ตัวนำกระแส 2

สาย XLPE 1/C 2 x 4 mm² I = 38 A

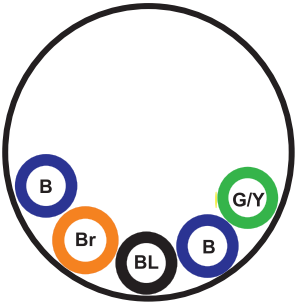
ตัวนำกระแส 3

สาย XLPE 1/C 4 x 4 mm² I = 34 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.3</u> วงจรย่อย , 1ph , 2 w , 230 V ใช้สาย IEC 01 2 x 2.5 mm² เดินในท่อในอากาศ 1 วงจร 2 วงจร และ 3 วงจร ในท่อเดียวกันพิกัดกระแสจะเป็นเท่าใด ใช้ CB ขนาดเท่าใด ถ้า 3 ph ,4w ใช้ Neutral ร่วม จะเป็นอย่างไร

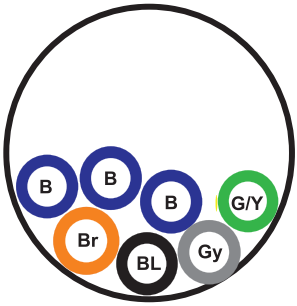
2 กลุ่มวงจร

C_g = 0.8



3 กลุ่มวงจร

C_g = 0.7



<u>วิธีทำ</u>

เดินท่อในอากาศ การติดตั้งกลุ่มที่ 2

จากตารางที่ 5 - 20 ตัวนำกระแส 2

สาย IEC 01 2 x 2.5 mm² I = 21 A , CB = 20 AT

2 วงจร ในท่อเดียวกัน ตารางที่ 5 - 8 C_g = 0.8

I = 21 x 0.8 = 16.8 A , CB = 16 AT

3 วงจร ในท่อเดียวกัน ตารางที่ 5 - 8 C_g = 0.7

I = 21 x 0.7 = 14.7A , CB = 10 AT

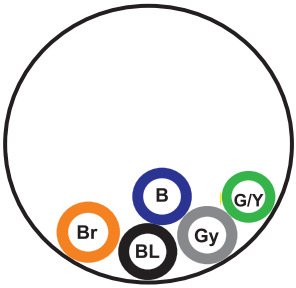
ถ้า 3 ph , 4 w ใช้ Neutral ร่วมมีตัวนำกระแส 3 ตัว

3 ph , 4 w 4 x 2.5 mm²

ตารางที่ 5 - 20 ตัวนำกระแส 3

I =18 A , CB = 16 AT

สายแกนเดียวระบบ 3 ph ,4 w

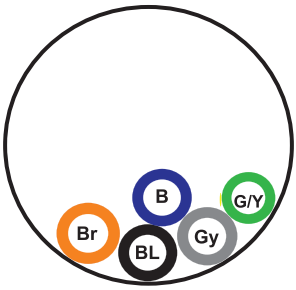


สาย PVC ตารางที่ 5- 20

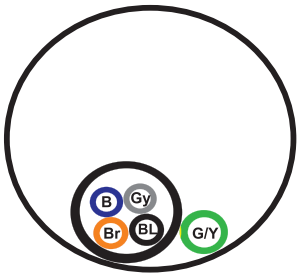
<u>ตัวอย่างที่ 8.4</u> สายป้อน 3 ph , 4 w , 230 / 400V ใช้ สาย IEC 01ขนาด 4 x 35 mm² สาย NYY หลายแกน 4/ C x 35 mm² และ สาย XLPE แกนเดียว ให้หาพิกัดกระแส

<u>วิธีทำ</u>

สายแกนเดียว



สายหลายแกน



สาย PVC ตารางที่ 5- 20

ตารางที่ 5 – 20

สาย IEC 01 4 x 35 mm²

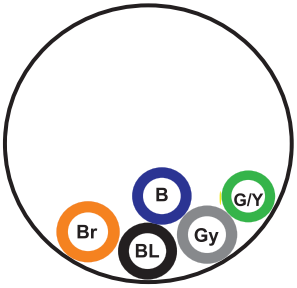
I = 96 A

สาย NYY หลายแกน 4/ C x 35 mm²

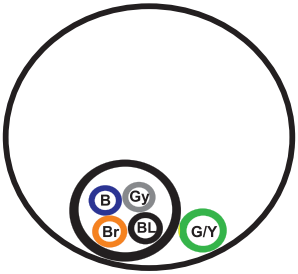
I = 86 A

ถ้าใช้สาย XLPE

สายแกนเดียว



สายหลายแกน



สาย XLPE ตารางที่ 5- 27

ตารางที่ 5 - 27

สาย XLPE แกนเดียว 4 x 35 mm²

I = 131 A

สาย XLPE หลายแกน 4/ C x 35 mm²

I = 116 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.5</u> สายป้อน 3 ph , 4 w , 230 / 400V จ่ายโหลด 170 A ใช้ CB 200 A การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ใช้สาย IEC 01 สาย NYY 4/C จะต้องใช้สายขนาดเท่าใด ถ้าใช้สาย XLPE 1/C , XLPE 4/C จะต้องใช้สายขนาดเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

โหลด 170 A , CB 200A I_c = 200 A

สาย PVC ตารางที่ 5 - 20

IEC 01	4 x 120 mm²	208 A
NYY 4/C	4 x 185 mm²	222 A
	4 x 150 mm²	196 A
	4 x 120 mm²	179 A

โหลด 170 A , CB 200 A I_c = 200 A

สาย XLPE ตารางที่ 5 - 27

XLPE 1/C	4 x 70 mm²	202 A
XLPE 4/C	4/C 95 mm²	212 A
IEC 01	4 x 120 mm²	208 A
NYY 4/C	4/C 185 mm²	222 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.6</u> สาย PVC หลายแกน ในระบบ 3 ph , 4 w , 230 / 400 V ขนาด 4/C 120 mm² เดินในท่อโลหะ ในอากาศ Ambient 40°C พิกัดกระแสเป็นเท่าใด

ถ้า Ambient เป็น 48°C พิกัดกระแสจะเป็นเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

ตารางที่ 5 - 20 Ambient 40°C

4/C 120 mm² , I = 179 A

Ambient เป็น 48°C

ตารางที่ 5 - 43 , สาย PVC C_a = 0.82

พิกัดกระแส 179 x 0.82 = 147 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.7</u> สาย XLPE แกนเดียว ในระบบ 3 ph , 4 w , 230 / 400 V ขนาด 4 x 150 mm² เดินในท่อโลหะในอากาศ Ambient 50°C พิกัดกระแสเป็นเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

สาย XLPE 1/C ตารางที่ 5 - 27 Ambient 40°C

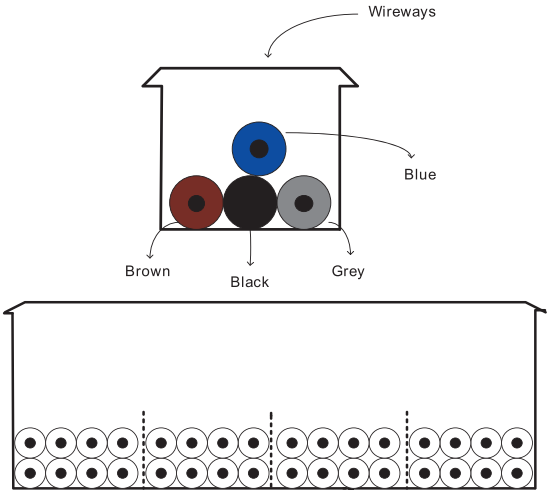
4 x 150 mm² , I = 311 A

Ambient เป็น 50°C

ตารางที่ 5 - 43 , สาย XLPE C_a = 0.90

พิกัดกระแส 311 x 0.90 = 280 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.8</u> สายป้อน 3 ph , 4 w , 230 / 400 V เดินใน รางเดินสาย Wireways กระแสโหลดวงจรละ 100 A , CB = 125 A สายไฟฟ้าใช้ สาย IEC01 , XLPE 1/C Ambient Temperature40 °C หาขนาดสายสำหรับ 1 วงจร และ สำหรับ 8 วงจร



I_L = 100 A

เลือก CB 125 A

การติดตั้งเดินใน รางเดินสาย Wireways

พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้า ต้องไม่เกิน 20 % ของพื้นที่หน้าตัด รางเดินสาย

ลักษณะการติดตั้ง กลุ่มที่ 2 ช่องเดินสายในอากาศ

ถ้าตัวนำกระแส ไม่เกิน 30 เส้น

พิกัดกระแสคิดตัวนำกระแส 3 เส้นในท่อไม่ต้องใช้ ตัวคูณปรับค่า

<u>ตัวอย่างที่ 8.9</u> สายป้อน 3 ph , 4 w , 230 / 400 Vใช้ สาย NYY 1/C 6 (4 x 70 mm²) เดินใน Wireways จะต้องใช้ Wireways ขนาดเล็กสุดเท่าใด แต่ละชุดจะนำกระแสได้เท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

สาย NYY 1/C6 (4 x 70 mm²) รวม 6 x 4 = 24 เส้น

จากตาราง สาย NYY 1/C ใน Wireways

Wireways ขนาด 150 x 300 mm , สาย 70 mm² 31 เส้น

ขนาด 100 x 300 mm , สาย 70 mm² 21 เส้น

ใช้ขนาด 150 x 300 mm

ตารางที่ 5 - 20 , 3 ตัวนำกระแส I = 149 A

8.4 การเลือกขนาด ชนิด สายไฟฟ้าตามการติดตั้งกลุ่มที่ 5

การติดตั้งกลุ่มที่ 5

สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกน หุ้มฉนวน มีเปลือกนอกเดินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน

พิกัดกระแส มี 2 ตารางคือ

สาย PVC 70° C ตารางที่ 5 - 23

สาย XLPE 90° C ตารางที่ 5 – 29

ข้อกำหนดเดิม ไม่ต้องใช้ ตัวคูณปรับค่า

ข้อกำหนดใหม่ ต้องใช้ ตัวคูณปรับค่าตามจำนวนวงจร และ ระยะห่างระหว่างวงจร ร้อยท่อฝังดินโดยตรงตารางที่ 5 – 46

สายไฟฟ้าที่อนุญาตให้ใช้ได้

1) สาย PVC 70° C ตารางที่ 5 - 23

NYY , VCT

2) สาย XLPE 90° C ตารางที่ 5 - 29

IEC 60502 – 1

<u>ตัวอย่างที่ 8.10</u> ตัวคูณปรับค่าหลายท่อวางชิดกัน และ วางห่าง 250 mm สำหรับ 2 , 3 , 4 , 5 ท่อ มีค่าเท่าใด

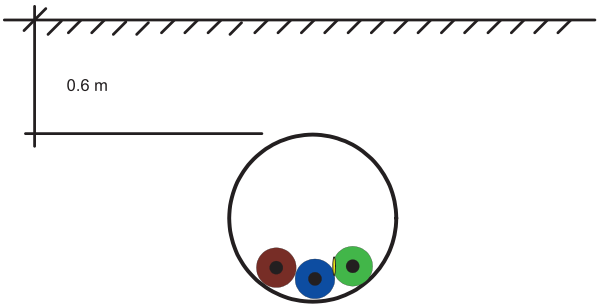
<u>วิธีทำ</u>

ตารางที่ 5 - 46 ตัวคูณปรับค่า

	วางชิดกัน	**วางห่าง 250 mm**
2 ท่อ	0.85	0.90
3 ท่อ	0.75	0.85
4 ท่อ	0.70	0.80
5 ท่อ	0.65	0.80

<u>ตัวอย่างที่ 8.11</u> ระบบไฟฟ้า 1 ph , 230 V ใช้สาย NYY , XLPE แกนเดียว 2 x 16 mm² เดินในท่อฝังดินพิกัดกระแสเป็นเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>



สาย NYY 1/C การติดตั้งกลุ่มที่ 5

ตารางที่ 5 - 23 , ตัวนำกระแส 2

2 x 16 mm² , I = 81 A

สาย XLPE 1/C การติดตั้งกลุ่มที่ 5

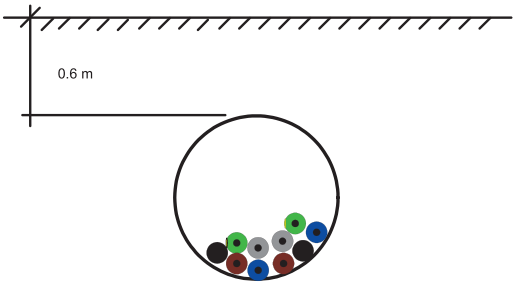
ตารางที่ 5 - 29 , ตัวนำกระแส 2

2 x 16 mm² , I = 94 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.12</u> ระบบไฟฟ้า 3 ph , 4 w , 230/400 V ใช้สาย NYY แกนเดียว 4 x 50 mm² เดินในท่อฝังดินพิกัดกระแสเป็นเท่าใด ถ้ามี 2 ชุด เดินใน ท่อเดียวกัน พิกัดกระแสเป็นเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

2 กลุ่มวงจร ในท่อเดียวกัน



สาย PVC การติดตั้งกลุ่มที่ 5 ตารางที่ 5 - 23

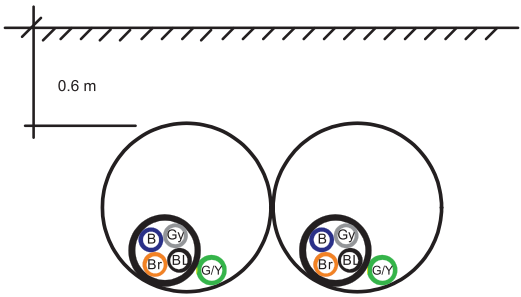
4 x 50 mm² , I = 136 A

2 กลุ่มวงจร เดินใน ท่อเดียวกัน

ตารางที่ 5 - 8 , C_g = 0.80

พิกัดกระแส 136 x 0.8 = 109 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.13</u> ระบบไฟฟ้า 3ph , 4 w , 230 / 400 V ใช้สาย NYY หลายแกน 4/C 120 mm² เดินในท่อฝังดิน พิกัดกระแสเป็นเท่าใดถ้าใช้ 2 ท่อ วางชิดกัน พิกัดกระแสจะเป็นเท่าใด



วิธีทำ

สาย PVC การติดตั้งกลุ่มที่ 5 ตารางที่ 5 - 23

NYY 4/C 120 mm² I = 234 A

2 ท่อ วางชิดกัน

ตารางที่ 5 - 46 , C_g = 0.85

พิกัดกระแส 234 x 0.85 = 199 A

ตัวอย่างที่ 8.14 ระบบไฟฟ้า 3 ph , 4 w , 230 / 400 V ใช้สาย XLPE แกนเดียว ร้อยท่อฝังดิน จ่าย โหลด 280 A ใช้ CB 320 AT ต้องใช้สายขนาดเท่าใด

วิธีทำ

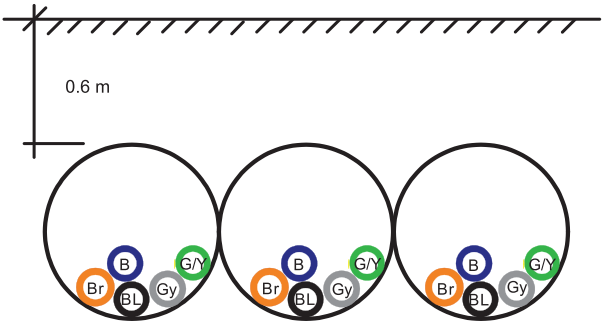
สาย XLPE การติดตั้งกลุ่มที่ 5 ตารางที่ 5 - 29

CB 320 A I_c = 320 A

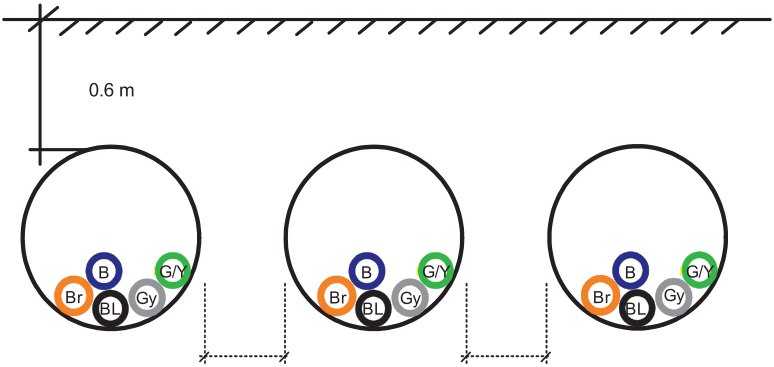
สาย XLPE 4 x 185 mm² 356 A

ตัวอย่างที่ 8.15 สายป้อน 3 ph , 4 w , 230/400 V จ่ายโหลด ซึ่งมี CB ต้นทาง 600 AT ใช้ สาย XLPE แกนเดียวร้อยท่อฝังดินควบ 3 ชุด วางชิดกัน และ วางห่างกัน 250 mm ต้องใช้สายขนาดเท่าใด

3 ท่อ วางชิดกัน C_g = 0.75



3 ท่อ วางห่างกัน 250 mm C_g = 0.85



<u>วิธีทำ</u>

สาย XLPE 1/C การติดตั้งกลุ่มที่ 5

CB 600 AT ควบ 3 ชุด วางชิดกัน

ตารางที่ 5 - 46 , C_g = 0.75

แต่ละชุด พิกัดกระแส ตารางที่ 5 - 29

I_c = 600 / (3 x 0.75) = 267A

3 (4 x 120 mm²) (275 A)

CB 600 AT ควบ 3 ชุด วางห่างกัน 250 mm

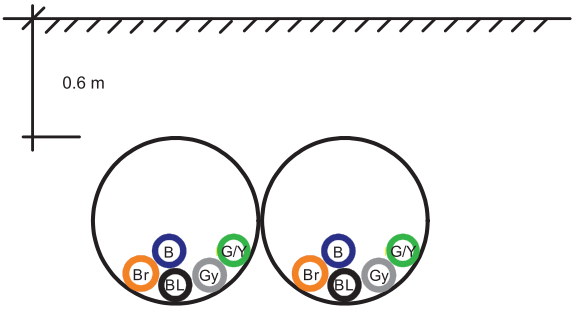
ตารางที่ 5 - 46 , C_g = 0.85

แต่ละชุด พิกัดกระแส ตารางที่ 5 - 29

I_c = 600 / (3 x 0.85) = 235 A

3 (4 x 95 mm²)(238 A)

<u>ตัวอย่างที่ 8.16</u> สถานประกอบการใช้ มิเตอร์ 230 / 400 V , 400 A ใช้ CB 500 AT ถ้าใช้ สาย NYY แกนเดียว ร้อยท่อฝังดิน ควบ 2 ท่อ วางชิดกัน ต้องใช้สายขนาดเท่าใด



<u>วิธีทำ</u>

สาย PVC การติดตั้งกลุ่มที่ 5 ตารางที่ 5 - 23

CB 500 A ควบ 2 ชุด วางชิดกัน

ตารางที่ 5 - 46 , C_g = 0.85

I_c = 500 / (2 x 0.85) = 294 A

NYY 1/C 2 (4x185 mm²) (303 A)

<u>ตัวอย่างที่ 8.17</u> สายขนาด 120 mm² ในระบบ 3 ph , 4 w , 230/400 V ติดตั้งในกลุ่มที่ 5 โดยใช้ 3 ท่อวางชิดกันในแนวนอน และ วางห่าง 250 mm

1) NYY แกนเดียว
2) XLPE แกนเดียว

ให้เปรียบเทียบพิกัดกระแส

<u>วิธีทำ</u>

การติดตั้งกลุ่มที่ 5 ตารางที่ 5 - 46

3 ท่อ วางชิดกัน C_g = 0.75

3 ท่อ วางห่างกัน 250 mm C_g = 0.85

1) สาย NYY แกนเดียว 4 x 120 mm² ตารางที่ 5 - 23

1 ท่อ	I	=	234 A		
3 ท่อ วางชิดกัน	I	=	234 x 0.75	=	176A
3 ท่อ วางห่างกัน 250 mm	I	=	234 x 0.85	=	199A

2) สาย XLPEแกนเดียว 4 x 120 mm² ตารางที่ 5 - 29

1 ท่อ	I	=	275 A		
3 ท่อ วางชิดกัน	I	=	275 x 0.75	=	206A
3 ท่อ วางห่างกัน 250 mm	I	=	275 x 0.85	=	234A

การติดตั้งกลุ่มที่ 5

สาย 4 x 120 mm² 230 / 400 V 3 ท่อ

	วางชิดกัน	**วางห่าง 250 mm**
NYY	176 A	199 A
XLPE	206 A	234 A

8.5 การเลือกขนาด ชนิด สายไฟฟ้าตามการติดตั้งกลุ่มที่ 6

การติดตั้งกลุ่มที่ 6

สายแกนเดียวหรือหลายแกน หุ้มฉนวนมีเปลือกนอกฝังดินโดนตรง

สายไฟฟ้า

PVC NYY , VCT , IEC 60502 – 1

XLPE IEC 60502 – 1

พิกัดกระแส

สาย PVC ตารางที่ 5 –23

สาย XLPE ตารางที่ 5–29

ตัวคูณปรับค่า

$C_{รู}$ ตารางที่ 5 – 45

$C_{รู}$ ตารางที่ 5 – 43

<u>ตัวอย่างที่ 8.18</u> สาย NYY 1/C 4 mm^2 ติดตั้งกลุ่มที่ 6 จ่ายไฟ 1 เฟส 2 ชุด วางเรียงกับแนวระดับ ให้หาพิกัดกระแส

Ambient Temp 30°C ตารางที่ 5 – 23

สาย NYY 1/C 4 mm^2 I_c = 45 A

2 ชุดวางเรียงกัน $C_{รู}$ = 0.75

I_c = 45x 0.75 = 33 A

<u>ตัวอย่างที่ 8 .19</u> ระบบไฟฟ้า 3 ph 4 w 230/400 V โหลด 50 A ให้หาสาย NYY 1/C เดินสายฝังดินโดยตรง

CB = 50 A ตาราง 4– 2 G = 6 mm^2

ตารางที่ 5 – 23

สาย NYY 1/C 6 mm^2 I_c = 57 A

4 x NYY 1/C 6 mm^2 G = 6 mm^2

<u>ตัวอย่างที่ 8.20</u> วงจรย่อย 1 ph 230 V CB = 30 A เดินสายฝังดินโดยตรง ให้หาขนาดสาย NYY 2/C- G , XLPE 2/C – G

CB = 30 A ตาราง 4– 2 G = 4 mm^2

สาย NYY ตาราง 5 – 23

สาย 2.5 mm^2 I = 35 A

สาย NYY 2/C 2.5 mm^2 - G

สาย XLPE ตาราง 5 –29

สาย 2.5 mm^2 I = 43 A

สาย XLPE 2/C 2.5 mm^2 G – 2.5 mm^2

<u>ตัวอย่างที่ 8.21</u> วงจรสายป้อน 100 A 3 ph 4 w 230/400 V ใช้สาย XLPE 1/C ให้หาขนาดสาย

CB = 100 A ตาราง 4– 2 G = 10 mm^2

สาย XLPE ตารางที่ 5 – 29

สาย 16 mm^2 I = 119 A

สาย XLPE 4 x 16 mm^2 G – 10 mm^2

8.6 การเลือกขนาด ชนิด สายไฟฟ้าตามการติดตั้งกลุ่มที่ 7

การติดตั้งกลุ่มที่7

สายเคเบิล แกนเดี่ยว หรือ หลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอกวางบนรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ , รางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือ รางเคเบิล แบบบันได

การเดินสายไฟฟ้า บน รางเคเบิล Cable Trays

- การเดินสายไฟฟ้าแบบนี้ นิยมใช้มากในวงจร Main และ Feeder เนื่องจากทำงานง่ายและประหยัด ต้องศึกษาให้เข้าใจ
- ตามมาตรฐานที่ปรับปรุงใหม่ ไม่อนุญาตให้ สายไม่มีเปลือกเดินบน Cable Trays สาย IEC01 (THW) เดินบน Cable Trays ไม่ได้อีกต่อไป

Cable Trays แบ่งเป็น2 ชนิด

1. รางเคเบิลไม่มีฝาปิด

   แบบระบายอากาศ

   แบบบันได

   แบบด้านล่างทึบ

2. รางเคเบิลมีฝาปิด

แบบระบายอากาศ

แบบบันได

แบบด้านล่างทึบ

สายและอุปกรณ์ที่อนุญาตให้ติดตั้งในรางเคเบิลได้

สายและอุปกรณ์ต่อไปนี้ อนุญาตให้ติดตั้งในรางเคเบิลได้แต่ต้องเป็นไปตามวิธีการที่กำหนดของการเดินสายหรือของอุปกรณ์นั้นๆ

ก) สายเคเบิลชนิดเอ็มไอ (mineral insulated cable),ชนิด MC (metal-clad cable) และ ชนิด AC (armored cable)

ข) สายเคเบิลแกนเดียว ชนิดมีเปลือกนอก ทั้งในระบบแรงสูงและแรงต่ำ และขนาดไม่เล็กกว่า 25 mm^2.

ค) สายดินทุกขนาด

ง) สายเคเบิลหลายแกนใน ระบบแรงสูง และ ระบบแรงต่ำ ทุกขนาด

จ) สายชนิดหลายแกน สำหรับควบคุมสัญญาณ และ ไฟฟ้ากำลัง

ฉ) ท่อร้อยสาย ชนิดต่างๆ

การเดินสายบนรางเคเบิล

- ให้วางสายไฟฟ้าชั้นเดียว หรือ สามเหลี่ยม ตามแสดงในรูปเท่านั้น
- ห้ามวางทับกันหลายชั้น
- เมื่อใช้สายเคเบิลแกนเดียว สายไฟ และ สายนิวทรัลของแต่ละวงจร ต้องเดินรวมกันเป็นกลุ่ม (ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสายเส้นนิวทรัล1เส้น และสายเส้นไฟเฟสละ 1 เส้น) และสายต้องมัดเข้าด้วยกัน

สายไฟฟ้าที่อนุญาตให้ใช้ได้

1) สาย PVC 70° C ตารางที่ 5 - 30 , 5 - 31 IEC 10 , NYY , VCT

2) สาย XLPE 90° C ตารางที่ 5 - 32 , 5 - 33 IEC 60502 –1 สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย

พิกัดกระแสสายไฟฟ้าของการเดินสายบน Cable Trays

พิกัดกระแสสายไฟฟ้าการเดินสายบน Cable Trays มี 4 ตาราง คือ

<u>สาย PVC 70 ° C</u>

1) รางเคเบิลไม่มีฝาปิดแบบระบายอากาศ หรือ แบบบันไดตารางที่ 5 - 30 แบบด้านล่างทึบตารางที่ 5 – 30 (ก)
2) รางเคเบิลมีฝาปิด แบบระบายอากาศ แบบบันได แบบด้านล่างทึบ ตารางที่ 5 - 31

<u>สาย XLPE 90° C</u>

1) รางเคเบิลไม่มีฝาปิดแบบระบายอากาศ แบบบันไดตารางที่ 5 - 32 แบบด้านล่างทึบตารางที่ 5 – 32 (ก)
2) รางเคเบิลมีฝาปิด แบบระบายอากาศ แบบบันได แบบด้านล่างทึบ ตารางที่ 5 – 33

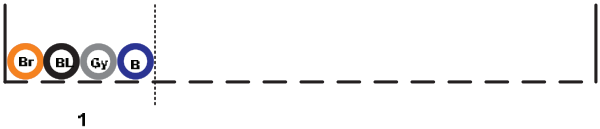
ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแส มากกว่า 1 กลุ่มวงจร ต้องมีตัวคูณปรับค่า ตารางตัวคูณปรับค่ามี 3 ตาราง คือ

ตารางที่ 5 - 40 , ตารางที่ 5 - 40 (ก)

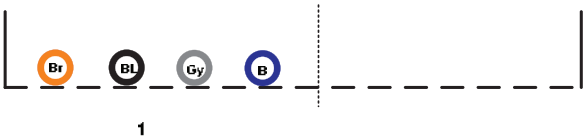
ตารางที่ 5 - 41

<u>ตัวอย่างที่ 8.22</u> สาย NYY แกนเดียว ขนาด 4 x 50 mm² และ สาย NYY หลายแกน ขนาด 4 / C 50 mm² ในระบบ 3ph , 4 w , 230 / 400 V เดินบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ แบบบันได วางชิดกัน ในแนวนอนวางห่างกัน 1 เคเบิลให้หาพิกัดกระแส

สาย NYY แกนเดียว วางชิดกัน ในแนวนอน



สาย NYY แกนเดียว วางห่างกัน 1 เคเบิล



สาย NYY หลายแกน วางชิดกัน ในแนวนอน

สาย NYY หลายแกน วางห่างกัน 1 เคเบิล

<u>วิธีทำ</u>

สาย NYY แกนเดียว ตารางที่ 5 - 30 สายขนาด 4 x 50 mm²

เดินบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ แบบบันได

วางชิดกัน ในแนวนอน	I	=	151 A
วางห่างกัน 1 เคเบิล	I	=	191 A

สาย NYY หลายแกน ตารางที่ 5 - 30

สายขนาด 4 / C 50 mm²

เดินบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ แบบบันได

วางชิดกัน ในแนวนอน	I	=	133 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.23</u> สาย NYY หลายแกน ขนาด 4 / C 120 mm² ในระบบ 3 ph , 4 w , 230 / 400 Vเดินบนรางเคเบิล**ไม่มีฝาปิด** แบบระบายอากาศ

ให้หาพิกัดกระแส โดย Ambient 40°C วางชิดกัน ในแนวนอน

<u>วิธีทำ</u>

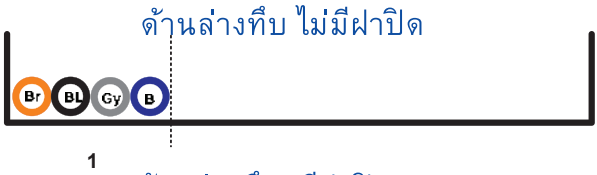
สาย NYY ตารางที่ 5 - 30

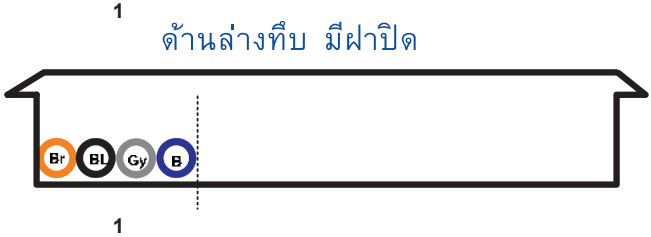
สาย 4 / C 120 mm²

วางชิดกัน ในแนวนอน I = 240 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.24</u> สาย XLPE แกนเดียว ขนาด 4 x 120 mm² สาย XLPE หลายแกน ขนาด 4 / C 120 mm² ในระบบ 3 ph , 4 w , 230 / 400 V เดินบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด และ มีฝาปิด แบบ ด้านล่างทึบ

ให้หาพิกัดกระแส โดย Ambient 40°C





<u>วิธีทำ</u>

สาย XLPE แกนเดียว ขนาด 4 x 120 mm²

รางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบ ด้านล่างทึบ ตารางที่ 5 – 32 (ก)

I = 345A

รางเคเบิลมีฝาปิด แบบ ด้านล่างทึบ ตารางที่ 5 – 33

I = 284A

สาย XLPE หลายแกน ขนาด 4 / C 120 mm²

รางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบ ด้านล่างทึบ ตารางที่ 5 – 32 (ก)

I = 293A

รางเคเบิลมีฝาปิด แบบ ด้านล่างทึบ ตารางที่ 5 – 33

I = 244A

<u>ตัวอย่างที่ 8.25</u> หาตัวคูณปรับค่าของรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบบันได 4 กลุ่มวงจร วางชิดกันในแนวนอนวางห่างกัน 1 เคเบิล ในแนวนอน

<u>วิธีทำ</u>

จากตารางที่ 5 - 40

วางชิดกันในแนวนอน 4 กลุ่ม วงจร

C_g = 0.94

ตารางที่ 5 - 40 (ต่อ)

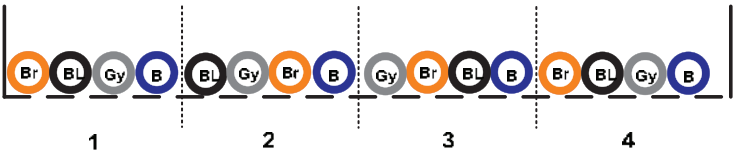
วางห่างกัน 1 เคเบิล ในแนวนอน 4 กลุ่ม วงจร

C_g = 0.96

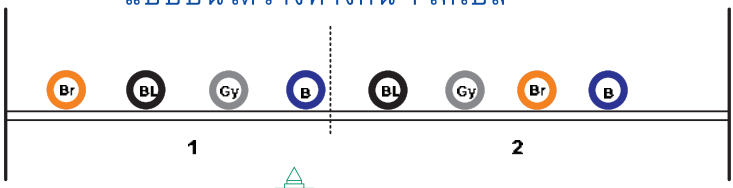
<u>ตัวอย่างที่ 8.26</u> สาย XLPEแกนเดียว ขนาด 4 x 120 mm² ในระบบ 3 ph , 4 w , 230 / 400 V 4 กลุ่มวงจร ให้หาพิกัดกระแสรางแคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ วางชิดกันในแนวนอน

รางเคเบิล แบบบันได วางห่างกัน 1 เคเบิล ในแนวนอน

แบบระบายอากาศ วางชิดกันในแนวนอน



แบบบันไดวางห่างกัน 1 เคเบิล



วิธีทำ

รางแคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ วางชิดกันในแนวนอน

ตารางที่ 5 - 32 สาย XLPE 4 x 120 mm²

1 วงจร I = 364 A

ตารางที่ 5 - 40 4 กลุ่มวงจร

C_g = 0.82

พิกัดกระแส 364 x 0.82 = 299 A

ตัวอย่างที่ 8.27 สาย XLPE หลายแกน ขนาด 4 / C 150 mm² ในระบบ 3 ph , 4w , 230 / 400 Vเดินบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด และ มีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ

1 กลุ่มวงจร

4 กลุ่มวงจร วางชิดกัน ในแนวนอน

ให้หาพิกัดกระแส Ambient 40°C

แบบด้านล่างทึบ ไม่มีฝาปิด

แบบด้านล่างทึบ มีฝาปิด

วิธีทำ

สาย XLPE หลายแกน ขนาด 4 / C 150 mm²

รางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ

ตารางที่ 5 - 32 (ก) I = 338 A

ตารางที่ 5 - 41 1 วงจร C_g = 0.97

พิกัดกระแส 338 x 0.97 = 328 A

ตารางที่ 5 - 41 4 กลุ่มวงจรวางชิดกัน C_g = 0.75

พิกัดกระแส 338 x 0.75 = 254 A

สาย XLPE หลายแกน ขนาด 4 / C 150 mm²

รางเคเบิลมีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ

ตารางที่ 5 - 33 I = 273 A

ตารางที่ 5 – 40 1 วงจร C_g = 1.00

พิกัดกระแส 273 x 1.00 = 273 A

ตารางที่ 5 – 40 4 วงจร C_g = 0.65

พิกัดกระแส 273 x 0.65 = 177 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.28</u> สาย XLPE หลายแกน ขนาด 4 / C 4 mm² ในระบบ 3 ph , 4 w , 230 / 400 V เดินบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ Ambient 40°C

4 กลุ่มวงจรวางชิดกัน ในแนวนอน

9 กลุ่มวงจร วางชิดกัน ในแนวนอน

20 กลุ่มวงจร วางชิดกัน ในแนวนอนให้หาพิกัดกระแส

สาย XLPE หลายแกน วางชิดกัน ในแนวนอน

4 กลุ่มวงจร วางชิดกัน C_g= 0.77

สาย XLPE หลายแกน วางชิดกัน ในแนวนอน

9กลุ่มวงจร วางชิดกันC_g= 0.72

<u>วิธีทำ</u>

ตารางที่ 5-32 4 / C 4 mm² 1 วงจร I = 38A

ตารางที่ 5-41 4 กลุ่มวงจร วางชิดกัน $C_{รู}$ = 0.77

พิกัดกระแส I = 38 x 0.77 = 29 A

ตารางที่ 5-41 9 กลุ่มวงจร วางชิดกัน $C_{รู}$ = 0.72

พิกัดกระแส I = 38 x 0.72 = 27 A

ตารางที่ 5-41 20 กลุ่มวงจร วางชิดกัน

จาก ตาราง ตัวคูณปรับค่า ต่ำสุดคือ 9 กลุ่มวงจร

ถ้ามี กลุ่มวงจร มากกว่านี้ ความร้อนที่เกิดขึ้นไม่มีผล

เนื่องจากห่างกันมาก

ดังนั้น ตัวคูณปรับค่า ให้ใช้ของ 9 กลุ่มวงจร

$C_{รู}$ = 0.72

I = 38 x 0.72 = 27 A

<u>ตัวอย่างที่ 8.29</u> สายขนาด 120 mm² ในระบบ 3 ph , 4 w , 230 / 400 V ติดตั้งในกลุ่มที่ 7 วางชิดกันในแนวนอน 5 ชุด ใช้ สาย XLPE แกนเดียว และหลายแกน วางบนรางเคเบิล แบบ

1) ไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ
2) ไม่มีฝาปิด แบบบันได
3) ไม่มีฝาปิด แบบล่างทึบ
4) มีฝาปิดแบบล่างทึบ

ให้เปรียบเทียบพิกัดกระแส

<u>วิธีทำ</u>

1) **รางเคเบิล**ไม่มีฝาปิด **แบบ ระบายอากาศ**

สายแกนเดียววางชิดกันในแนวนอน 5 ชุด

ตารางที่ 5 - 40 $C_{รู}$ = 0.78

ตารางที่ 5 - 32

1 ชุด 4 x 120 mm² สาย XLPE แกนเดียว

I = 364 A

5 ชุด I = 364 x 0.78 = 284 A

รางเคเบิลไม่มีฝาปิด**แบบ ระบายอากาศ**

สายหลายแกนวางชิดกันในแนวนอน 5 ชุด

สายหลายแกน 5 ชุด

ตารางที่ 5 - 41 $C_{รู}$ = 0.73

1 ชุด XLPE 4 / C 120 mm²

I = 315 A

5 ชุด I = 315 x 0.73 = 230 A

2) **รางเคเบิล**ไม่มีฝาปิด**แบบ บันได**

สายแกนเดียววางชิดกันในแนวนอน 5 ชุด

ตารางที่ 5 - 40 $C_{รู}$ = 0.93

ตารางที่ 5 - 32

1 ชุด 4 x 120 mm²

I = 364 A

5 ชุด I = 364 x 0.93 = 339 A

รางเคเบิลไม่มีฝาปิด **แบบ บันได**

สายหลายแกนวางชิดกันในแนวนอน 5 ชุด

ตารางที่ 5 - 41 $C_{รู}$ = 0.79

ตารางที่ 5 - 32

1 ชุด 4 / C 120 mm²

I = 315 A

5 ชุด I = 315 x 0.79 = 249 A

3) รางเคเบิลไม่มีฝาปิดแบบล่างทึบ

สายแกนเดียววางชิดกันในแนวนอน 5 ชุด

ตารางที่ 5 - 40 (ก) C_g = 0.73

1 ชุด ตารางที่ 5 - 32 (ก) 4 x 120 mm²

I = 345 A

5 ชุด I = 345 x 0.73 = 252 A

รางเคเบิลไม่มีฝาปิดแบบล่างทึบ

สายหลายแกนวางชิดกันในแนวนอน 5 ชุด

ตารางที่ 5 - 41 C_g = 0.71

1 ชุด ตารางที่ 5 - 32 (ก) 4 / C 120 mm²

I = 293 A

5 ชุด I = 293 x 0.71 = 208 A

4) รางเคเบิลมีฝาปิดแบบล่างทึบ

สายแกนเดียววางชิดกันในแนวนอน 5 ชุด

ตารางที่ 5 - 40 (ก) C_g = 0.60

1 ชุด ตารางที่ 5 - 33 4 x 120 mm²

I = 284 A

5 ชุด I = 284 x 0.60 = 170 A

รางเคเบิล มีฝาปิดแบบล่างทึบ

สายหลายแกนวางชิดกันในแนวนอน 5 ชุด

ตารางที่ 5 - 40 (ก) C_g = 0.60

1 ชุด ตารางที่ 5 - 33 4 / C 120 mm²

I = 244 A

5 ชุด I = 244 x 0.60 = 146 A

XLPE สายแกนเดียว 4 x 120 mm² 5 ชุด

ระบายอากาศ	บันได	ล่างทึบไม่มีฝาปิด	ล่างทึบ มีฝาปิด
284 A	339 A	252 A	170 A

XLPE สายหลายแกน 4 / C 120 mm² 5 ชุด

ระบายอากาศ	บันได	ล่างทึบไม่มีฝาปิด	ล่างทึบมีฝาปิด
230 A	249 A	208 A	146 A

บทที่ 9
แรงดันตก

9.1 บทนำ

แรงดันตก(Voltage Drop) คือความแตกต่างระหว่างขนาดแรงดันไฟฟ้าที่จุดแหล่งจ่ายต้นทางและจุดรับไฟฟ้าเกิดเนื่องจากการที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสายไฟฟ้าที่มีค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) ของตัวสายไฟฟ้าเอง

แรงดันตกเป็นปัญหาที่สำคัญมากปัญหาหนึ่ง ที่จะต้องพิจารณาเมื่อใช้สายไฟฟ้าที่มีความยาวมากๆ ผลของแรงดันตกต่อบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีมากมาย เช่น มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้า ทำให้มอเตอร์สตาร์ทยาก เป็นต้น

9.2 แรงดันตกสำหรับระบบแรงต่ำ

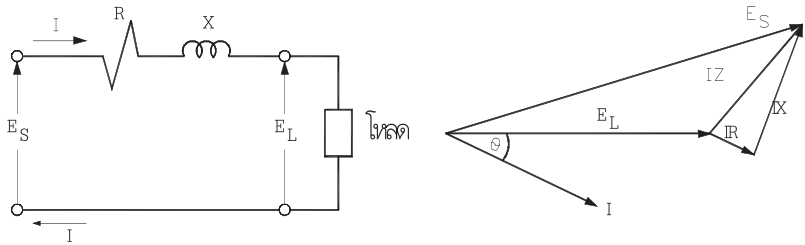
มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. ได้กำหนดค่าแรงดันตกในข้อ 3.6 แรงดันตกสำหรับระบบแรงต่ำไว้ดังนี้

1. กรณีรับไฟแรงต่ำจากการไฟฟ้า แรงดันตกคิดจากเครื่องวัดฯ จนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5% จากแรงดันที่ระบุ
2. กรณีรับไฟแรงสูงจากการไฟฟ้า แรงดันตกคิดจากบริภัณฑ์ประธานแรงต่ำจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5% จากแรงดันที่ระบุ

แรงดันตกจากสายประธาน (Service) ไปยังโหลด (Load)	5 %
อาจแยกออกเป็น	
แรงดันตกในสายป้อน (Feeder)	2 - 3 %
แรงดันตกในวงจรย่อย (Branch Circuit)	2 - 3 %
รวม ไม่เกิน	5 %
แรงดันระบุ สำหรับ ไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย	230 V
ไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย	230 / 400 V

9.3 การคำนวณแรงดันตก

พิจารณาวงจรสมมูล 1 เฟส และเฟสเซอร์ไดอะแกรม ดังรูปที่ 9.1



(ก) (ข)

รูปที่ 9.1 วงจรสมมูลและเฟสเซอร์ไดอะแกรม

$$E_S = E_L\angle 0 + I\angle -\theta\,(R + jX)$$
$$= E_L + I(\cos\theta - j\sin\theta)(R + jX)$$
$$= E_L + I(R\cos\theta + X\sin\theta - jR\sin\theta + jX\cos\theta)$$
$$= (E_L + IR\cos\theta + IX\sin\theta) + jI(X\cos\theta - R\sin\theta)$$

Real Part	Imaginary Part
Real Part	มีค่ามาก
Imaginary Part	มีค่าน้อย

∴ สามารถหาค่าโดยประมาณได้

$$E_S - E_L = IR\cos\theta + IX\sin\theta$$

ได้สูตรการคำนวณค่าแรงดันตกในระบบไฟฟ้า ดังนี้

1 เฟส 2 สาย VD $\approx 2I(R\cos\theta + X\sin\theta)$

3 เฟส 4 สาย VD $\approx \sqrt{3}\,I(R\cos\theta + X\sin\theta)$

โดย	VD	=	แรงดันตก (V)
	I	=	กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร (A)
	R	=	ค่าความต้านทานทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)
	X	=	ค่ารีแอกแตนซ์ทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)
	$\cos\theta$	=	ค่าตัวประกอบกำลังของโหลด (P.F.)
	E_L	=	แรงดันที่โหลด
	E_S	=	แรงดันที่ต้นทาง

9.4 ค่า I , cos θ , R และ X ของสายไฟฟ้า

9.4.1 ค่า I และ cosθ

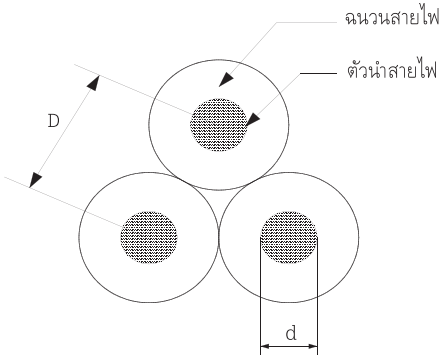
ค่ากระแสไฟฟ้า (I) ,cosθ เป็นคุณสมบัติของโหลด ถ้าโหลดใหญ่ ค่ากระแสไฟฟ้า (I) ก็จะสูง สำหรับค่า cosθ คือ Power Factor ของโหลด โดยทั่วไปจะไม่ทราบค่า ค่าเฉลี่ยจะอยู่ระหว่าง 80% Lagging ถึง 100%

9.4.2 ค่า R และ X

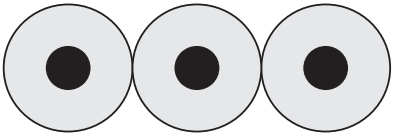
ค่าความต้านทาน (R) ของสายไฟฟ้าสามารถหาได้จากมาตรฐานสายไฟฟ้าซึ่งให้ค่าที่อุณหภูมิ 20°C สำหรับการคำนวณแรงดันตกให้ปรับค่าความต้านทานนี้ไปที่อุณหภูมิ 70°C สำหรับสาย PVC และ อุณหภูมิ 90°C สำหรับสาย XLPE

ส่วนค่ารีแอกแตนซ์ (X) ของสายไฟฟ้า จะขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำและระยะห่างระหว่างตัวนำสำหรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส อาจจัดการวางสายได้หลายแบบ ซึ่งจะให้ค่า X ต่างกัน คือ

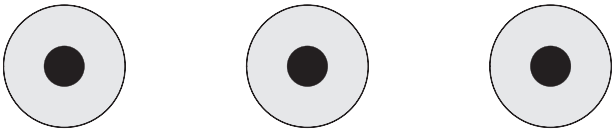
1. การเรียงสายแบบ Trefoil จะให้ค่า X น้อยที่สุด
2. การเรียงสายแบบ Touching Flat
3. การเรียงสายแบบ Spaced Flat จะให้ค่า X มากที่สุด



รูปที่ 9.2 การวางสายไฟฟ้าแบบ Trefoil



รูปที่ 9.3 การวางสายไฟฟ้าแบบ Touching Flat



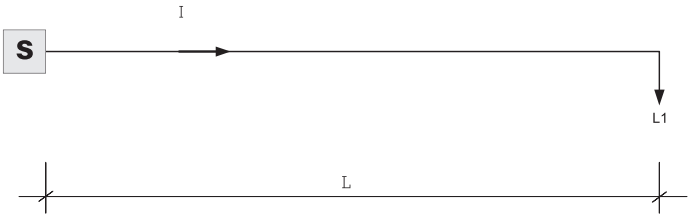
รูปที่ 9.4 การวางสายไฟฟ้าแบบ Spaced Flat

9.5 แรงดันตกในวงจร

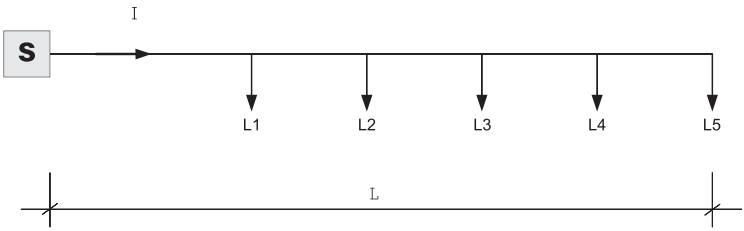
ในการใช้งานในวงจรโหลดจะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ

Concentrated Load คือ วงจรที่โหลดมีเพียงชุดเดียวและอยู่ที่ปลายสายแรงดันตกของการจ่ายโหลดลักษณะนี้จะมีค่าสูงสุด

Distributed Load คือ วงจรที่มีโหลดหลายชุดกระจายไปตามความยาวสายแรงดันตกของการจ่ายโหลดลักษณะนี้จะมีค่าน้อยกว่าแบบแรก



รูปที่ 9.5 Concentrated Load



รูปที่ 9.6 Distributed Load

9.6 ตารางแรงดันตก

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท.พ.ศ. 2564 ได้ให้ตารางสำหรับคำนวณแรงดันตกในภาคผนวก ฐ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ตารางตามชนิดของฉนวน และวิธีการติดตั้ง

การคำนวณแรงดันตกสามารถทำได้ตามสูตร

VD = VD (T) x I x L / 1000

โดยที่

VD = ค่าแรงดันตก (V)

VD (T) = ค่าจาก ตารางภาคผนวก ฐ (mV/A/m)

I = กระแส (A)

L = ความยาวทางเดียวของวงจร (m)

สูตรนี้ใช้ได้ทั้งระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส เนื่องจากค่า VD (T) ในตารางได้ปรับค่าไว้ให้แล้ว

<u>ตัวอย่างที่ 9.1</u> วงจรย่อยเฉพาะ 1 เฟส , 230 V , IEC 01 , 2.5 mm^2

I = 10 A L = 30 m

การติดตั้งกลุ่มที่ 2 VD เป็นเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

ภาคผนวก ฐ 1 2.5 mm^2 VD (T) = 18 mV / A / m

VD = VD (T) x I x L / 1000

VD = (18 x 10 x 30) / 1000

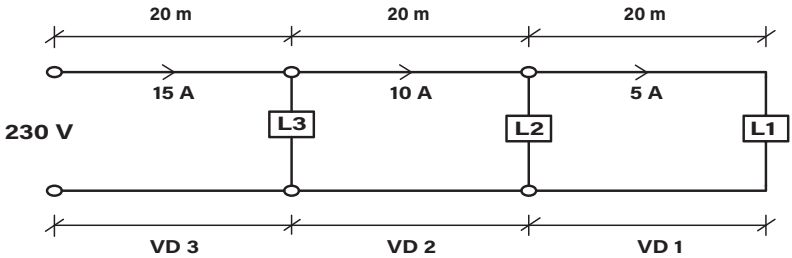
= 5.4 V

2 % = 230 x .02 = 4.6 V

3 % = 230 x .03 = 6.9 V

<u>ตัวอย่างที่ 9.2</u> วงจรย่อย 20 A ,230 Vจ่ายโหลด 3 จุด จุดละ 5 A ห่างกัน 20 m ให้หา VD ที่จุดไกลสุดวงจรย่อยใช้สาย IEC 01 2 x 4 mm² ติดตั้งกลุ่มที่ 2 ถ้าใช้สาย 2 x 6 mm² VD จะเป็นเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>



สาย IEC 01 , 2 x 4 mm² ติดตั้งกลุ่มที่ 2

จากตาราง ฐ 1 VD(T) = 11 mV / A / m

VD = VD(T) x I x L / 1000

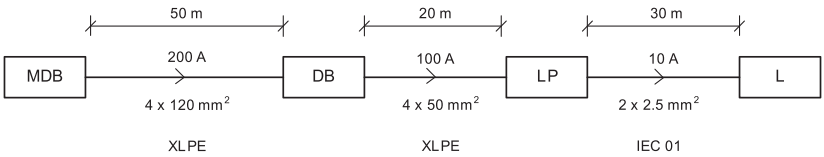
VD 1	=	11 x 5 x 20 / 1000	=	1.1 V
VD 2	=	11 x 10 x 20 / 1000	=	2.2 V
VD 3	=	11 x 15 x 20 / 1000	=	3.3 V
VD ทั้งหมด	=	1.1 + 2.2 + 3.3	=	6.6 V
%	=	6.6 x 100 / 230	=	2.9 %

ถ้าใช้สาย IEC 01 2 x 6 mm²

จากตาราง ฐ 12 x 6 mm² VD(T) = 7.3 mV / A / m

VD	=	6.6 x 7.3 / 11	=	4.4 V
%	=	4.4 x 100 / 230	=	1.9 %

<u>ตัวอย่างที่ 9.3</u> ตู้ MDB มีสายป้อน 230 / 400 V จ่ายไฟให้ ตู้ DB ใช้สาย XLPE 4 x 120 mm² ยาว 50 m จ่ายไฟ 200 A ตู้ DB จ่ายไฟให้ แผงไฟ LP ใช้สาย XLPE 4 x 50 mm² ยาว 20 m จ่ายไฟ 100 A จากแผงไฟ LP ไปยังโหลด สาย IEC 01 2 x 2.5 mm² I = 10 A , L = 30 m VD จะเป็นเท่าไร



<u>วิธีทำ</u>

เนื่องจากมีโหลด 1 เฟส และ 3 เฟส

การคำนวณ VD ต้องปรับให้เหมือนกัน

ในที่นี้ใช้คิด แบบ 3 เฟส 4 สาย จาก ตู้ MDB ไปยัง ตู้ DB

สาย XLPE 4 x 120 mm²

จากตาราง ฐ 3 VD(T) = 0.42 mV / A / m

I = 200 A, L = 50 m

VD = 0.42 x 200 x 50 / 1000 = 4.2 V

จากตู้ DB ไปยังตู้ LP

สาย XLPE 4 x 50 mm²

จากตาราง ฐ 3 VD(T) = 0.91 mV / A / m

I = 100 A , L = 20 m

VD = .91 x 100 x 20 / 1000 = 1.8 V

VD แบบ 3 เฟส รวม 4.2 + 1.8 = 6.0 V

แปลงเป็น แบบ 1 เฟส 6.0 / 1.732 = 3.5 V

จากแผงไฟ LP ไปยังโหลด

สาย IEC 01 2 x 2.5 mm²

จากตาราง ฐ 1 VD(T) = 18 mV / A / m

I = 10 A , L = 30 m

VD = 18 x 10 x 30 / 1000 = 5.4 V

VD ทั้งหมด = 3.5 + 5.4

= 8.9 V

= 8.9 x 100 / 230

= 3.9 %

ถ้าใช้สายวงจรย่อย 2 x 4 mm^2

วงจรย่อย ใช้สาย 2 x 4 mm^2 , VD (T) = 11 mV / A / m

VD = 11 x 10 x 30 / 1000

= 3.3 V

VD ทั้งหมด = 3.5 + 3.3

= 6.8 V

= 6.8 x 100 / 230

= 3.0 %

9.7 ตารางแรงดันตกไม่เกิน 2 % และ 3 % สำหรับการติดตั้งกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 5

เนื่องจากการติดตั้งกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 5มีการใช้งานมากที่สุด จึงได้ทำตารางแรงดันตกไม่เกิน 2 % และ 3 % สำหรับสาย PVC และสาย XLPE แกนเดียว

กระแสที่ใช้คำนวณคือ กระแสเต็มพิกัด ในการใช้งานจริงจะใช้กระแสน้อยกว่านี้ความยาวสายก็จะเพิ่มขึ้นตารางที่ทำมี 8 ตาราง สำหรับไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟสขอให้ดูในภาคผนวก

บทที่ 10
การต่อลงดิน (Grounding)

10.1 บทนำ

ข้อกำหนดที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งในการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าคือการต่อลงดิน (Grounding หรือEarthing) มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าที่สำคัญๆของโลกเช่น NEC และ IEC ต่างก็ให้ความสำคัญในเรื่องนี้เป็นอย่างมากเช่น

NEC Article 250 " Grounding and Bonding "

IEC 364-5-54 " Earthing Arrangement and Protective Conductors "

สำหรับประเทศไทยนั้นวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ได้จัดทำข้อกำหนดเกี่ยวกับการต่อลงดินไว้ในบทที่ 4 "การต่อลงดิน" ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

ข้อกำหนดในการต่อลงดินของวสท. ส่วนมากแปลและเรียบเรียงจาก NEC Article 250

10.2 ชนิดการต่อลงดินและส่วนประกอบต่างๆ

การต่อลงดินสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding)
2. การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding)

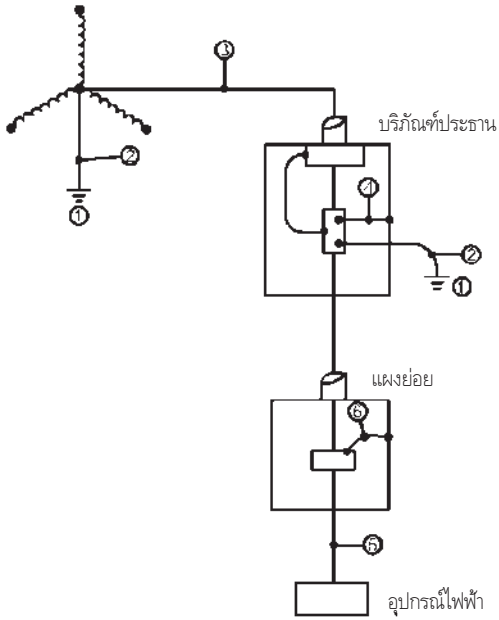
การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าหมายถึงการต่อส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบไฟฟ้าที่มีกระแสไหลผ่านลงดินเช่นการต่อจุดนิวทรัล (Neutral Point) ลงดิน

การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าหมายถึงการต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของอุปกรณ์ต่างๆลงดิน

การต่อลงดินมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

1. หลักดินหรือระบบหลักดิน (Grounding Electrode or Grounding Electrode System)
2. สายต่อหลักดิน (Grounding Electrode Conductor)
3. สายที่มีการต่อลงดิน (Grounded Conductor)
4. สายต่อฝากหลัก (Main Bonding Jumper)
5. สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding Conductor)
6. สายต่อฝากบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Bonding Jumper)

ดังแสดงในรูปที่ 10.1



รูปที่ 10.1 ส่วนประกอบต่างๆของระบบการต่อลงดิน

10.3 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding)

การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าหมายถึงการต่อส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบไฟฟ้าซึ่งมีกระแสไหลผ่านเช่นจุดนิวทรัล (Neutral Point) ลงดิน

จุดประสงค์ของการต่อลงดินของระบบไฟฟ้ามีดังต่อไปนี้คือ

1. เพื่อจำกัดแรงดันเกิน(Over Voltage) ที่ส่วนต่างๆของระบบไฟฟ้าซึ่งอาจเกิดจากฟ้าผ่า (Lightning) เสิร์จในสาย (Line Surges) หรือสัมผัสกับสายแรงสูง (H.V. Lines) โดยบังเอิญ
2. เพื่อให้ค่าแรงดันเทียบกับดินขณะระบบทำงานปกติมีค่าอยู่ตัว
3. เพื่อช่วยให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้รวดเร็วขึ้นเมื่อเกิดการลัดวงจรลงดิน

10.3.1การต่อลงดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ(AC System Grounding)

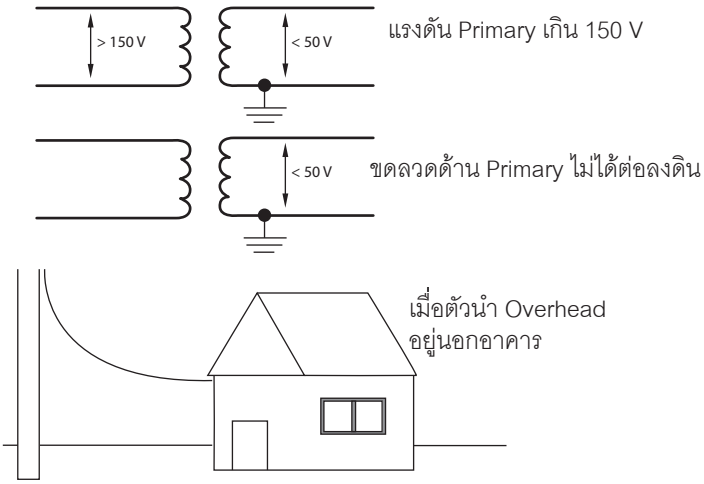
การต่อลงดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับแรงดันต่ำอาจแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ระบบซึ่งทำงานที่ระดับแรงดันต่ำกว่า 50 V
2. ระบบซึ่งทำงานที่ระดับแรงดันตั้งแต่ 50 - 1000 V

1. การต่อลงดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีระดับแรงดันต่ำกว่า 50 V (NEC)

ระบบซึ่งทำงานที่ระดับแรงดันต่ำกว่า 50 V จะต้องทำการต่อลงดินเมื่อ

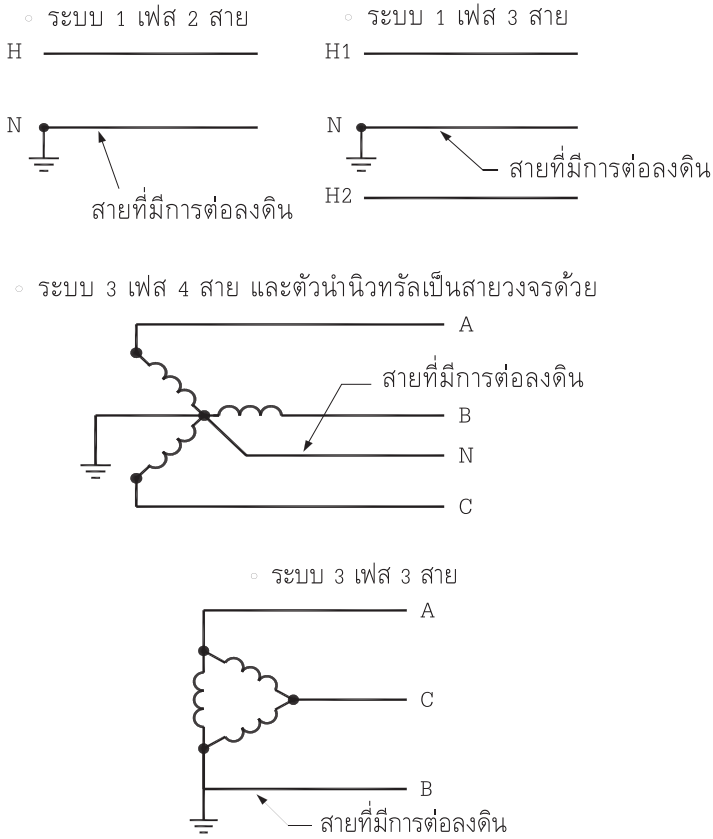
- แรงดันที่ได้รับไฟจากหม้อแปลงซึ่งมีแหล่งจ่ายไฟแรงดันเกิน 150 V
- หม้อแปลงได้รับจากไฟแหล่งจ่ายไฟที่ไม่มีการต่อลงดิน(Ungrounded System)
- ตัวนำแรงดันต่ำติดตั้งแบบสายเหนือดินนอกอาคาร



รูปที่ 10.2 การต่อลงดินระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันต่ำกว่า 50 V

2. การต่อลงดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีระดับแรงดันตั้งแต่ 50 - 1000 V

การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าแบบนี้มีลักษณะดังรูป10.3 ซึ่งเป็นตัวอย่างการต่อลงดินของระบบไฟฟ้าชนิด 1 เฟส 2 สาย, 1เฟส 3 สาย, 3 เฟส 3 สายและ 3 เฟส 4 สาย



รูปที่10.3การต่อลงดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีระดับแรงดันตั้งแต่ 50 V-1000 V

10.3.2 ขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

การเลือกขนาดสายต่อหลักดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ จะใช้ตามตารางที่ 10.1 เป็นเกณฑ์ โดยเลือกตามขนาดสายประธานของระบบ สายประธานของแต่ละเฟสที่ต่อขนานกันให้คิดขนาดรวมกัน แล้วนำมาหาขนาดสายต่อหลักดิน

ตารางที่ 10.1 (ตาราง 4 - 1)

ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (mm^2)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (mm^2)
ไม่เกิน 35	10 (หมายเหตุ)
เกิน 35แต่ไม่เกิน 50	16
” 50 ” 95	25
” 95 ” 185	35
” 185 ” 300	50
” 300 ” 500	70
เกิน 500	95

<u>หมายเหตุ</u> แนะนำให้ติดตั้งในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง ท่อโลหะบาง หรือท่ออโลหะ

<u>ตัวอย่างที่ 10.1</u> บ้านหลังหนึ่งใช้ไฟฟ้ามิเตอร์ 15 (45) A 1 เฟส 2สายใช้สายไฟขนาด 2 x 16 mm^2 IEC 01 สายต่อหลักดินจะใช้ขนาดเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

จากตารางที่ 10.1

สายเมนขนาด 16 mm^2

ใช้สายต่อหลักดินขนาด 10 mm^2

<u>ตัวอย่างที่ 10.2</u> สถานประกอบการแห่งหนึ่งใช้ไฟฟ้ามิเตอร์ 400 A 3 เฟส 4 สาย ใช้สายไฟNYY ขนาด 2 (4 x 150 mm^2) ในท่อขนาดกลาง (IMC) 2 x 80 mm (3") สายต่อหลักดินจะใช้ขนาดเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

สายเฟสใช้ขนาด 2 x 150 = 300 mm^2

จากตารางที่ 10.1 สายประธานขนาด 185-300 mm^2

ใช้สายต่อหลักดินขนาด 50 mm^2

<u>ตัวอย่างที่ 10.3</u> สถานประกอบการใช้หม้อแปลงขนาด 1000 kVA , 22 kV / 230- 400 V 3 เฟส 4 สายทางด้านแรงดันต่ำจะต้องใช้สายต่อหลักดินขนาดเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

หม้อแปลง 1000 kVA

แรงดันด้านแรงต่ำ 230/400V

กระแสพิกัด $= \dfrac{1000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 1443$ A

$I_C \geq 1443A$

ใช้สายNYY เดินบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ

5 (3 x 240, 1 x 120 mm^2)

ขนาดสายเฟสรวม 5 x 240 = 1200 mm^2

จากตาราง 10.1 ขนาดสายประธานเกิน 500 mm^2

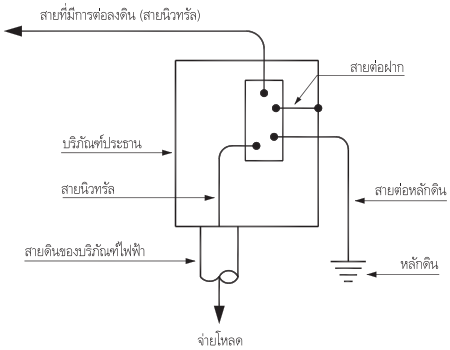
ใช้สายต่อหลักดินขนาด 95 mm^2

10.4 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ประธาน (Service Equipment Grounding)

ระบบไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องต่อลงดินที่บริภัณฑ์ประธาน การต่อลงดินมีข้อกำหนดดังนี้

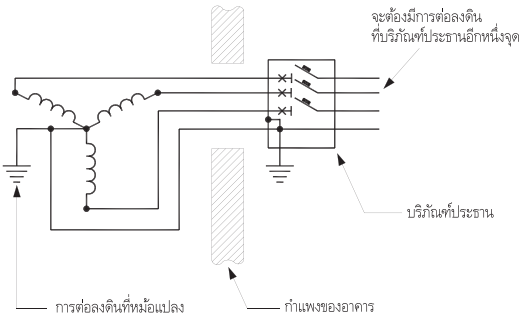
1) จุดต่อลงดินต้องอยู่ในจุดที่เข้าถึงสะดวกที่ปลายตัวนำหรือบัส หรือ ขั้วต่อที่ต่อเข้ากับตัวนำนิวทรัลของตัวนำประธาน ภายในบริภัณฑ์ประธาน

2) สายที่มีการต่อลงดิน(สายนิวทรัล) ส่วนโลหะ เครื่องบริภัณฑ์ประธาน ต้องต่อเข้ากับหลักดิน ผ่านสายต่อหลักดิน
3) ในกรณีหม้อแปลงไฟฟ้าติดตั้งภายนอกอาคารจะต้องต่อลงดินเพิ่มอีกอย่างน้อย 1 จุด ทางด้านไฟออกของหม้อแปลงไฟฟ้า
4) ห้ามต่อลงดินที่จุดอื่นๆอีกทางด้านไฟออกของบริภัณฑ์ประธาน การต่อลงดินของบริภัณฑ์ประธานจะต้องกระทำทางด้านไฟเข้าเสมอ (Supply Side) ดังแสดงในรูปที่10.4



รูปที่10.4แสดงสายต่างๆที่บริภัณฑ์ประธาน

สถานประกอบการที่รับไฟฟ้าผ่านหม้อแปลงที่ติดตั้งนอกอาคารจะต้องมีการต่อลงดิน 2จุด คือที่ใกล้หม้อแปลงหนึ่งจุดและที่บริภัณฑ์ประธานอีกหนึ่งจุดดังแสดงในรูปที่10.5



รูปที่10.5การต่อลงดินที่หม้อแปลงนอกอาคารและที่บริภัณฑ์ประธาน

ส่วนประกอบของการต่อลงดินของระบบประธาน

การต่อลงดินของระบบประธาน มีความสำคัญมาก ต้องศึกษาให้เข้าใจ ซึ่งมีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ

1.สายที่มีการต่อลงดิน (Grounded Conductor)

2.สายต่อฝากหลัก (Main Bonding Jumper)

3.สายต่อหลักดิน (Grounding Electrode Conductor)

การคำนวณส่วนประกอบของการต่อลงดินที่บริภัณฑ์ประธาน

1. สายที่มีการต่อลงดิน มีการหา 2 วิธี คือ

   a) เป็นสายสำหรับกระแส Ground Fault ขนาดคิดตามหนังสือมาตรฐานตารางที่ 4 - 1 ถ้าขนาด Ungrounded Conductor มากกว่า 500 mm^2 ให้คิด 12.5 % ขนาดรวม Ungrounded Conductor

   b) เป็นทั้งสายสำหรับ Ground Fault และสายวงจร คือ สาย Neutral ขนาดคิดตามกระแส ไม่สมดุลสูงสุด โดยทั่วไปอาจเลือกเป็น Full หรือ Half Neutral ซึ่งที่ 2 กรณี ก็จะใหญ่กว่า ข้อ a) เสมอ

2. สายต่อฝากหลัก

   เป็นสายสำหรับทางไหลของกระแส Ground Fault ขนาดหนังสือมาตรฐาน ตารางที่ 4 – 1และ ถ้าสาย Ungrounded Conductorใหญ่กว่า 500 mm^2ให้คิด 12.5 %

3. สายต่อหลักดินขนาดคิด หนังสือมาตรฐาน ตารางที่ 4 - 1

<u>ตัวอย่างที่ 10.4</u> ระบบประธานแบบ 3 เฟส มีสาย Ungrounded Conductor 2ชุด ต่อขนานกันขนาด 2(3 x 400 mm^2)

จงหาขนาด

1. สายที่มีการต่อลงดิน
   - ไม่ได้เป็นสายวงจร
   - เป็นสายวงจร (Neutral)
2. สายต่อฝากหลัก
3. สายต่อหลักดิน

<u>วิธีทำ</u>

1. สายที่มีการต่อลงดิน

- ไม่ได้เป็นสายวงจร

ขนาดสายเฟสรวม = 2 x 400

= 800 mm^2

เนื่องจากขนาดสายเฟสรวมมีขนาดใหญ่กว่า 500 mm^2

ใช้ 12.5 % ของสายเฟสรวม

สายที่มีการต่อลงดิน = 0.125 x 800

= 100 mm^2

ใช้สายขนาด 120 mm^2

2. สายต่อฝากหลัก

<u>วิธีทำ</u>

สายต่อฝากหลัก = 0.125 x 800

= 100 mm^2

ใช้สายขนาด 120 mm^2

3. สายต่อหลักดิน

<u>วิธีทำ</u>

ขนาดสายตาม ตารางที่ 4 - 1

เกิน 500 mm^2

ใช้สายขนาด 95 mm^2

สายที่มีการต่อลงดิน ซึ่งใช้เป็นสายวงจรด้วย เช่น เป็นสาย Neutralการหาขนาดสาย Neutral ต้องทำตาม ข้อ 3.2.4 และ ข้อ 3.4 ซึ่งหาตามกระแสไม่สมดุลสูงสุดที่เกิดขึ้น ถ้าระบบไฟฟ้ามีโหลดแบบ 3 เฟส เช่น โหลดมอเตอร์ มากกว่า 50 % อาจใช้ Neutral ประมาณ 50 % ของสายเฟส ซึ่งก็ใหญ่กว่ากรณีแรก แสดงว่าสาย Neutral สามารถใช้เป็นสายวงจร และสายสำหรับทางผ่านของ Ground Fault ได้

กรณีไม่เป็นสายวงจร

2 (3 x 400, 1 x 120 mm^2)

กรณีเป็นสายวงจร

2 (3 x 400, 1 x 240 mm^2)

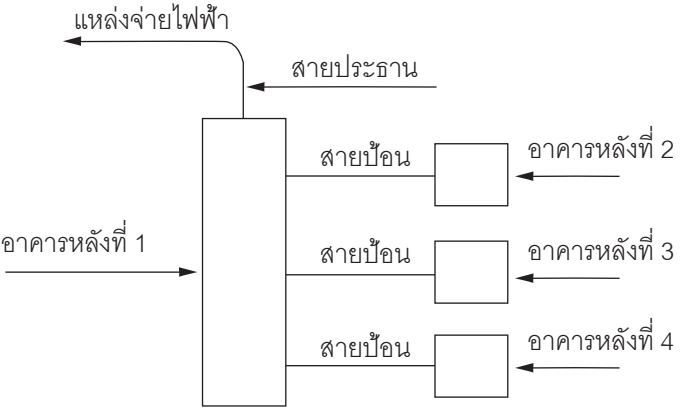
2 (4 x 400 mm^2)

สำหรับ สายต่อฝากหลัก ใช้สาย ขนาด 120 mm^2

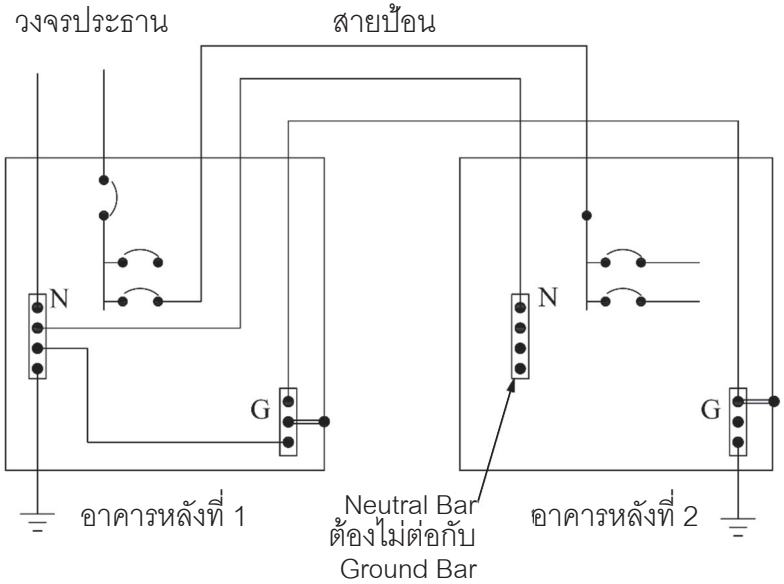
และ สายต่อหลักดิน ใช้สาย ขนาด 95 mm^2

10.5 การต่อลงดินของอาคาร ที่รับไฟจากสายป้อนหรือวงจรย่อย

- แต่ละอาคารต้องมีหลักดิน
- สายดินบริภัณฑ์ไฟฟ้า ต้องเดินพร้อมสายจ่ายไฟ เพื่อไปต่อกับโครงสร้าง เครื่องหุ้ม ห่อหุ้ม และต่อเข้ากับหลักดิน



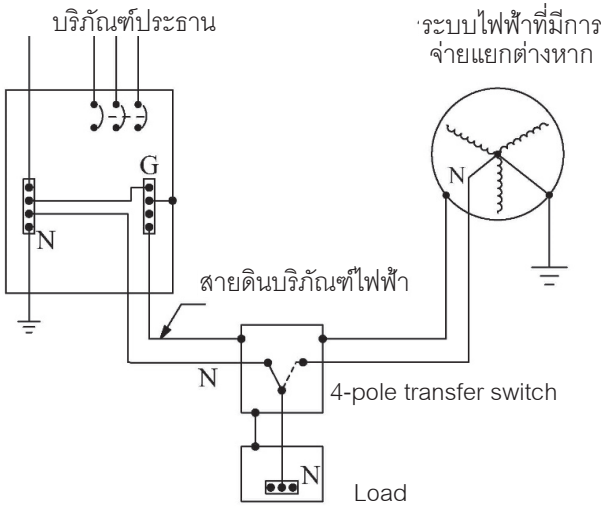
รูปที่ 10.6 การจ่ายไฟฟ้าของอาคารประธานให้กับอาคารหลังอื่นๆ



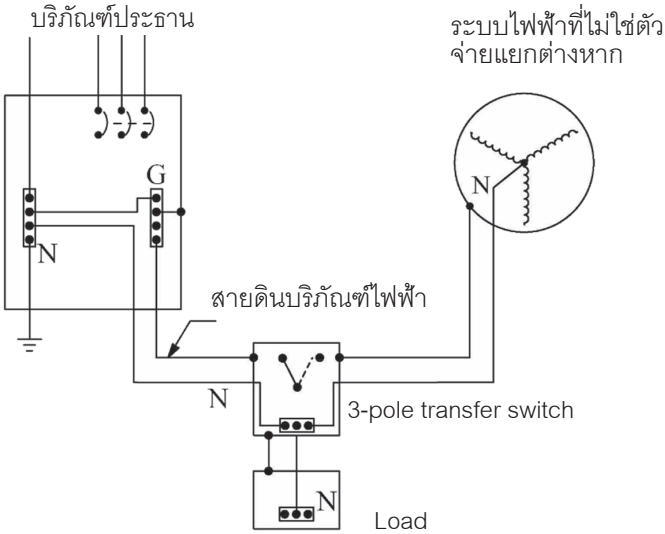
รูปที่ 10.7 อาคารแต่ละหลังต้องมีหลักดินเป็นของตัวเอง

10.6 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก (Separately Derived System)

ระบบที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก หมายถึง ระบบการเดินสายภายใน ซึ่งจ่ายไฟฟ้าโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า หรือขดลวดคอนเวอร์เตอร์ และไม่มีการต่อถึงกันทางไฟฟ้าโดยตรง รวมทั้งระบบสายดินกับสายจ่ายไฟฟ้าจากระบบอื่น ตัวอย่างของระบบไฟฟ้าที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก ดังแสดงในรูปที่ 10.8 และ 10.9



รูปที่ 10.8 ระบบไฟฟ้าที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นตัวจ่ายแยกต่างหาก
พร้อมสวิตช์สับเปลี่ยน



รูปที่ 10.9 ระบบที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อมสวิตช์สับเปลี่ยน แต่ไม่มีการ
ตัดสายนิวทรัลระบบนี้ไม่ใช่ระบบไฟฟ้าที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก

การต่อลงดิน

ถึงแม้ว่าระบบไฟฟ้าที่มีตัวจ่ายแยกต่างหากจะไม่ใช่ระบบประธาน (Service) แต่ในทางปฏิบัติจะถือว่าเป็นระบบประธานดังนั้นการต่อลงดินของระบบไฟฟ้าที่มีตัวจ่ายแยกต่างหากจึงใช้ตามหลักการของบริภัณฑ์ประธานคือจะประกอบด้วยสายที่มีการต่อลงดินสายต่อฝากหลักสายต่อหลักดินโดยอุปกรณ์เหล่านี้จะต่อร่วมกันเข้ากับหลักดิน

นอกจากนี้จะต้องใช้หลักดินที่อยู่ใกล้กับตัวจ่ายแยกต่างหากมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง Standby Generator การต่อลงดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องทำอย่างไร

การต่อลงดินอาจแบ่งได้เป็น 2 กรณีคือ

1) เมื่อทั้ง 2 ระบบใช้สาย Neutral ร่วมกันและ Tie CB เป็นชนิด 3 Pole

2) เมื่อทั้ง 2 ระบบใช้สาย Neutral แยกกันและ Tie CB เป็นชนิด 4 Pole

<u>กรณีที่ 1</u>

เนื่องจากระบบทั้ง 2 ใช้ Neutralร่วมกันดังนั้นระบบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่ถือว่าเป็น Separately Derived System การต่อลงดินต้องกระทำที่ตู้ MDB ของระบบเมนเท่านั้นจุด Neutral ของ Generator ห้ามต่อลงดิน

<u>กรณีที่ 2</u>

ระบบ Generator ถือว่าเป็น Separately Derived System จุด Neutral ของ Generator ต้องต่อลงดินและมีหลักดินแยกต่างหาก

10.7 การต่อลงดินของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding)

การต่อลงดินของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าหมายถึงการต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของสถานประกอบการให้ถึงกันตลอด แล้วต่อลงดิน

การต่อลงดินของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีจุดประสงค์ดังนี้คือ

1. เพื่อให้ส่วนโลหะที่ต่อถึงกันตลอดมีศักดาไฟฟ้าเท่ากับดินทำให้ปลอดภัยจากการโดนไฟดูด
2. เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้รวดเร็วขึ้นเมื่อตัวนำไฟฟ้าแตะเข้ากับส่วนโลหะใดๆเนื่องจากฉนวนของสายไฟฟ้าชำรุดหรือเกิดอุบัติเหตุ
3. เป็นทางผ่านให้กระแสรั่วไหลและกระแสเนื่องมาจากไฟฟ้าสถิตลงดิน

10.7.1 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่หรือชนิดที่มีการเดินสายถาวร

- ส่วนที่เป็นโลหะที่เปิดโล่งและไม่ได้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้าดังกล่าวต้องต่อลงดิน เมื่อมีสภาพ ตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

1. ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต่อลงดิน ไม่เกิน 2.40 m ในแนวดิ่ง หรือ 1.50 m ในแนวระดับ
2. อยู่ในสถานที่เปียกหรือชื้น
3. มีการสัมผัสทางไฟฟ้ากับโลหะ (เป็นโลหะที่บุคคลอาจสัมผัสได้)
4. อยู่ในสถานที่อันตราย
5. รับไฟฟ้าจากสายชนิดหุ้มส่วนนำกระแสไฟฟ้าด้วยโลหะ (Metal-Clad , Metal-Sheath)
6. บริภัณฑ์ไฟฟ้าประเภท 1 รับแรงดันเกิน 50 V ดู ภาคผนวก ช (ในมาตรฐาน วสท.)

10.7.2 เครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน

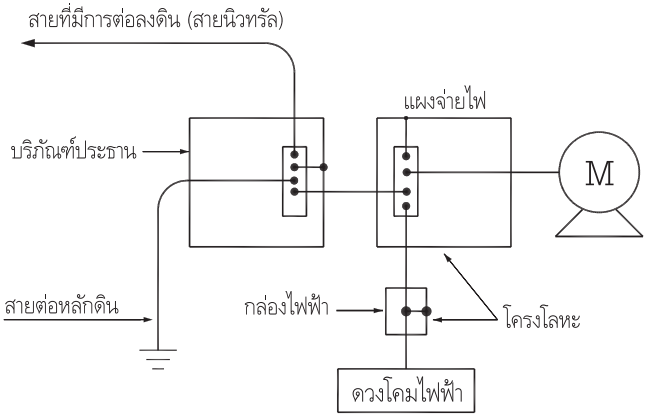
ประเภทของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่จะต้องต่อลงดินมีดังต่อไปนี้

1. เครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะของสายไฟฟ้าแผงบริภัณฑ์ประธานโครงและรางปั้นจั่นที่ใช้ไฟฟ้าโครงของตู้ลิฟต์และลวดสลิงยกของที่ใช้ไฟฟ้า
2. สิ่งกั้นที่เป็นโลหะรวมทั้งเครื่องห่อหุ้มของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าในระบบแรงสูง
3. เครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ยึดติดอยู่กับที่(Fixed Equipment)และชนิดที่มีการเดินสายถาวร (Hard Wires) ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งซึ่งปกติไม่มีไฟฟ้าแต่อาจมีไฟฟ้ารั่วถึงได้ต้องต่อลงดิน
4. เครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าสำหรับยึดติดกับที่ต่อไปนี้ต้องต่อส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งและปกติไม่มีกระแสไฟฟ้าลงดิน
   - โครงของแผงสวิตช์
   - โครงของมอเตอร์ชนิดยึดอยู่กับที่
   - กล่องของเครื่องควบคุมมอเตอร์ถ้าใช้เป็นสวิตช์ธรรมดาและมีฉนวนรองที่ฝาสวิตช์ด้านในก็ไม่ต้องต่อลงดิน
   - เครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าของลิฟต์และปั้นจั่น
   - ป้ายโฆษณาเครื่องฉายภาพยนตร์เครื่องสูบน้ำ

5. เครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าต้องต่อลงดินเมื่อมีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้
   - แรงดันเทียบกับดินเกิน 150 V ยกเว้นมีการป้องกันอย่างอื่นหรือมีฉนวนอย่างดี
   - เครื่องไฟฟ้าทั้งที่ใช้ในที่อยู่อาศัยและที่อื่น ๆ

10.7.3 สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding Conductor)

สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าหมายถึงตัวนำที่ใช้ต่อส่วนโลหะที่ไม่นำกระแสของบริภัณฑ์ช่องเดินสายที่ล้อมเข้ากับตัวนำที่มีการต่อลงดินของระบบ และ/หรือ ตัวนำที่บริภัณฑ์ประธานหรือที่แหล่งจ่ายไฟของระบบแยกต่างหากดังแสดงในรูปที่ 10.9



รูปที่ 10.10 สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

10.7.3.1 ชนิดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่เดินสายร่วมไปกับสายของวงจรจะต้องเป็นดังนี้

- ตัวนำทองแดงจะหุ้มฉนวนหรือไม่หุ้มฉนวนก็ได้
- เปลือกโลหะของสายเคเบิลชนิดAC , MI และ MC
- บัสเวย์ที่ได้ระบุให้ใช้แทนสายสำหรับต่อลงดินได้

10.7.3.2 ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

การหาขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าทำตามข้อต่างๆต่อไปนี้

- เลือกขนาดสายดินตามขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตามตารางที่ 10.2
- เมื่อเดินสายควบถ้ามีสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าให้เดินขนานกันไปในแต่ละท่อสายและขนาดสายดินให้คิดตามพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน
- เมื่อมีวงจรมากกว่าหนึ่งวงจรเดินในท่อสายอาจใช้สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าร่วมกันได้และให้คำนวณขนาดสายดินตามพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวโตที่สุด
- ขนาดสายดินของมอเตอร์ให้เลือกตามพิกัดของเครื่องป้องกันเกินกำลังของมอเตอร์

  พิกัดของเครื่องป้องกันเกินกำลัง = I_n

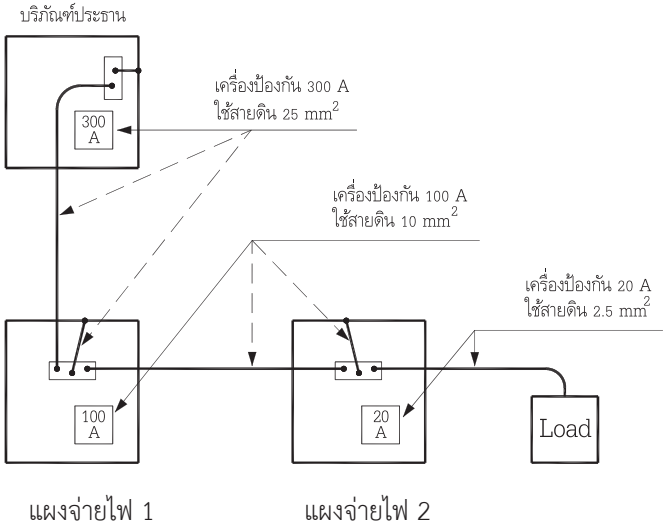
  โดยที่ I_n คือพิกัดกระแสของมอเตอร์
- สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องโตกว่าสายเฟส

ตารางที่10.2(ตาราง 4 – 2)

ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (A)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (mm^2)
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400

ตัวอย่างที่ 10.5 ระบบไฟฟ้าหนึ่งประกอบด้วยบริภัณฑ์ไฟฟ้าและแผงจ่ายไฟดังรูป จงหาขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่เดินจากบริภัณฑ์ประธานและแผงจ่ายไฟ



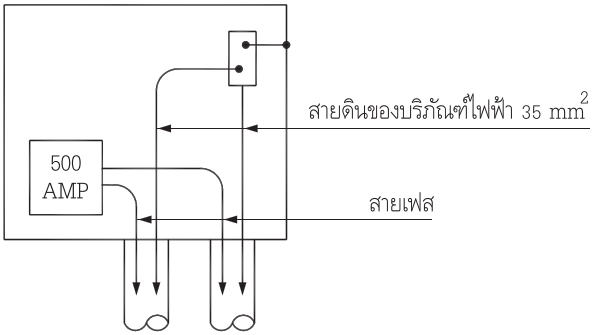
วิธีทำ

จากตาราง10.2 ใช้ขนาดสายดินดังนี้

บริภัณฑ์ประธานเครื่องป้องกัน		300	A	ขนาดสายดิน	25	mm^2
แผงจ่ายไฟ 1	เครื่องป้องกัน	100	A	ขนาดสายดิน	10	mm^2
แผงจ่ายไฟ 2	เครื่องป้องกัน	20	A	ขนาดสายดิน	2.5	mm^2

จะเห็นว่าขนาดสาย Bonding Jumper ที่แผงจ่ายไฟ จะใช้เท่ากับขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่จ่ายมายังแผงจ่ายไฟนั้นด้วย

ตัวอย่างที่ 10.6 บริภัณฑ์ประธานมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน500Aต่อกับวงจรซึ่งประกอบด้วยสายควบ 2 ชุดเดินในท่อร้อยสายท่อละ 1 ชุดดังรูป จงหาขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

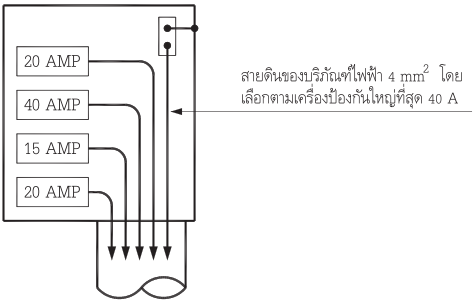


<u>วิธีทำ</u>

วงจรประกอบด้วยสายควบ 2 ชุดเดินในท่อร้อยสายท่อละ 1 ชุดดังนั้น จะต้องเดินสายดิน 2 เส้นในแต่ละท่อโดยสายดินแต่ละเส้นเลือกตามขนาดเครื่องป้องกัน

จากตาราง10.2 กรณีเครื่องป้องกัน 500 A ใช้ขนาดสายดิน 35 mm^2

<u>ตัวอย่างที่10.7</u> วงจรจ่ายโหลด 4 วงจรที่ต่อจากแผงจ่ายไฟแห่งหนึ่งต้องการเดินในท่อสายร่วมกันโดยแต่ละวงจรมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน 20 A , 40 A , 15 A และ 20 A ดังรูป จงหาขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้ร่วมกันในท่อสาย



<u>วิธีทำ</u>

ขนาดสายดินที่ใช้ร่วมกันจะต้องเลือกตามเครื่องป้องกันที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ 40 A จากตารางที่10.2 กรณีเครื่องป้องกัน 40 A ใช้สายดิน 4 mm^2

<u>ตัวอย่างที่10.8</u> มอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด 22 kW , 400 V (44 A) , 3 เฟสจงหาขนาดสายไฟเดินในท่อโลหะในอากาศ

<u>วิธีทำ</u>

$I_C \geq 1.25 \times I_n$

$\geq 1.25 \times 44$

≥ 55 A

สาย NYY 3 x 16 mm^2 (56 A)

หาขนาดสายดิน

$I_{OL} = I_n$

$= 44$ A

สายดิน 6 mm^2

∴ สายวงจรมอเตอร์ 3 x 16 mm^2

G-6 mm^2

ϕ 32 mm (1 1/4″)

10.8 หลักดินตาม มาตรฐานของ วสท. 2564

ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. ข้อ 2.4 มาตรฐานหลักดิน และสิ่งที่ใช้แทนหลักดินมีดังนี้

1) หลักดินแบบ แนวดิ่ง

2) หลักดินแบบ แผ่น

3) หลักดินแบบ วงแหวน

4) หลักดินแบบ โครงสร้างโลหะในพื้นดิน

5) หลักดินแบบ ที่หุ้มด้วยคอนกรีต

6) หลักดินแบบ อื่น ๆ ที่การไฟฟ้าเห็นชอบ

10.8.1 หลักดินที่นิยมใช้

หลักดินที่นิยมใช้มี 4 แบบ คือ

1. หลักดินแบบแนวดิ่ง หรือ แท่งดิน (Ground Rod)
2. หลักดินแบบรัศมี (Radial Electrode)
3. หลักดินแบบวงแหวน (Ring Electrode)
4. หลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีต (Concrete Encased Electrode)

10.8.2 หลักดินแบบแนวดิ่งหรือแท่งดิน (Ground Rod)

เป็นหลักดินที่ใช้แท่งตัวนำตอกเข้าไปในดินหลักดินแบบนี้นิยมใช้มากที่สุด เพราะราคาถูกและติดตั้งง่าย

แท่งดินแบบแนวดิ่ง ที่นิยมใช้เป็นแบบ

- แท่งเหล็กชุบด้วยทองแดง (Copper Clad or Copper BondedSteel)
- เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)

แท่งเหล็กชุบด้วยทองแดง (Copper - Bond Steel)

- เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว (14.2 mm)
- ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 m
- แกนเป็น Low Carbon SteelTensile Strength ไม่น้อยกว่า600 N / mm^2
- ทองแดงที่ใช้หุ้มมีความบริสุทธิ์ 99.9 %
- ความหนาทองแดงที่หุ้มที่จุดใดๆ ไม่น้อยกว่า 250 mm ได้ตามมาตรฐาน UL- 467, IEC 62561- 2

แท่งเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)

- เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว
- ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 m
- ทำด้วย Solid Stainless Steel
- ใช้ในที่ดินมีการกัดกร่อนสูง Highly Corrosive Soils
- อายุการใช้งานยาวถึง 50 ปี

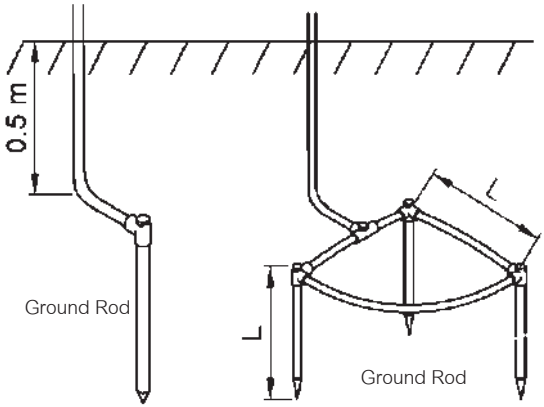
หลักดินแบบแนวดิ่งหลายหลักต่อขนานกัน

ถ้าต้องการความต้านดินน้อยลงอาจใช้หลักดินแบบแนวดิ่งหลายหลักต่อกันได้ระยะห่างระหว่างหลักดินต้องไม่น้อยกว่าความยาวของหลักดิน นิยมตอกเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า และห่างเท่ากับความยาวหลักดินในการตอกหลักดินเพิ่มแล้วต่อขนานกันจะทำให้ความต้านทานดินลดลงตามมาตรฐาน BS 7430 - 2011 ดังนี้

จำนวนหลักดิน	ตัวคูณ
2	0.58
3	0.42
4	0.34
5	0.28
6	0.24
7	0.22
8	0.19
9	0.18
10	0.16

เมื่อความต้านทานดิน 1 หลักเท่ากับหนึ่งหน่วย
ถ้าใช้ 2 หลักใช้ตัวคูณลดเท่ากับ 0.58
ถ้า ใช้ 3 หลักใช้ตัวคูณลดเท่ากับ 0.42

ถ้าตอกหลักดิน 1 หลักวัดความต้านทานดินได้ 10 Ω
หลักดิน 2 หลัก จะได้ค่าความต้านทานดินเท่ากับ 10 x 0.58 = 5.8 Ω
หลักดิน 3 หลัก จะได้ค่าความต้านทานดินเท่ากับ 10 x 0.42 = 4.2 Ω

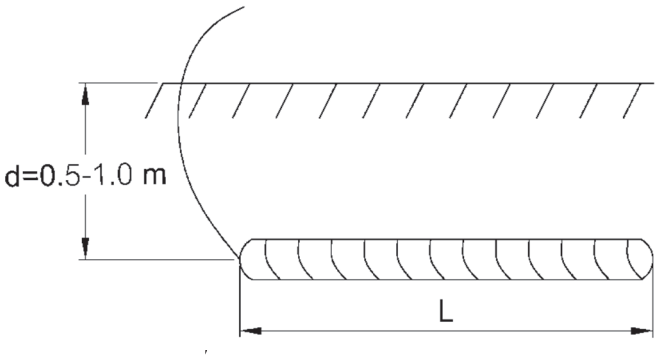


รูปที่ 10.11 หลักดินแบบแนวดิ่ง

10.8.3 หลักดินแบบรัศมี (Radial Electrode)

เป็นหลักดินที่ตัวนำวางในแนวราบ ฝังใต้ดินและมีคุณสมบัติดังนี้

- ฝังอยู่ในดินลึกประมาณ 0.5 - 1.0 m
- ตัวนำทองแดงยาวไม่น้อยกว่า 6m
- ตัวนำทองแดงขนาดไม่เล็กกว่า 35 mm^2



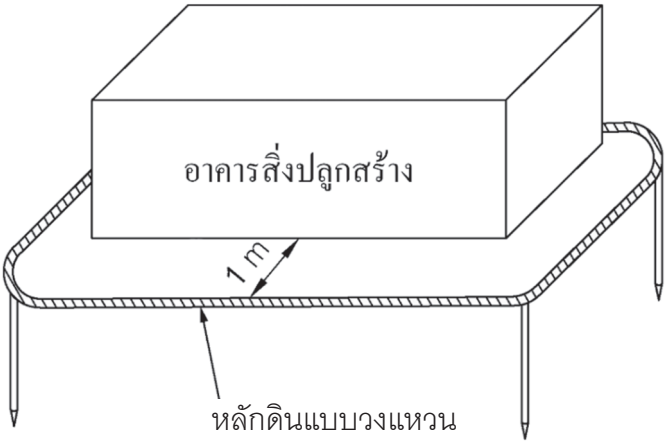
รูปที่ 10.12 หลักดินแบบแนวรัศมี

10.8.4 หลักดินแบบวงแหวน (Ring Electrode)

หลักดินแบบนี้จะฝังอยู่รอบอาคารและมีคุณสมบัติเหมือนหลักดินแบบรัศมี คือ

- ฝังอยู่ในดินลึกประมาณ 0.5 - 1.0 m
- ตัวนำทองแดงยาวไม่น้อยกว่า 6m
- ตัวนำทองแดงขนาดไม่เล็กกว่า 35 mm^2

หลักดินระบบป้องกันฟ้าผ่าใช้ 50mm^2

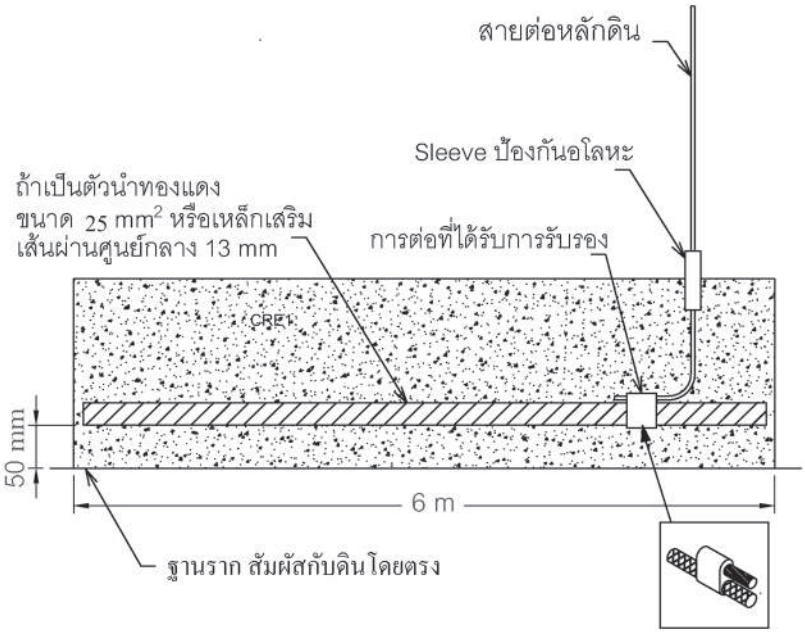


รูปที่ 10.13 หลักดินแบบวงแหวน

10.8.5 หลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีต(Concrete Encased Electrode)

หลักดินแบบนี้ใช้ตัวนำผังอยู่ในฐานรากคอนกรีตของอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างที่มีเหล็กเสริม (Reinforcing Bar) อยู่ด้วย หลักดินแบบนี้มีคุณสมบัติ คือ

- ตัวนำต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 mm.ใกล้ส่วนล่างของฐานรากซึ่งสัมผัส อย่างดีกับดิน
- ถ้าตัวนำแบบเหล็กเสริมหรือว่าแท่งเหล็กต้องยาวไม่น้อยกว่า 6 m. และเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 13 mm.
- ตัวนำทองแดงขนาดไม่เล็กกว่า 25 mm^2 ยาวไม่น้อยกว่า 6 m.



รูปที่ 10.14 หลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีต

10.8.6 การคำนวณค่าความต้านทานหลักดิน

ความต้านทานหลักดิน สามารถคำนวณได้ โดยมีหลักการดังนี้

- ค่าความต้านทานจำเพาะ ρ มีค่าคงที่ และสม่ำเสมอ
- ค่าที่คำนวณได้ เป็นค่าโดยประมาณ เท่านั้น

วิศวกรไฟฟ้า ต้องสามารถคำนวณค่าความต้านทานหลักดินได้เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบหลักดินแต่สุดท้ายค่าจริงต้องได้จากการวัดเท่านั้น

1. หลักดินแบบแนวดิ่ง

ความต้านทานหลักดินสามารถคำนวณได้จากสูตร

CRE1

$$R = \frac{\rho}{2\pi L}\left[\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1\right]$$

โดยที่

R	=	ความต้านทานดิน (Ω)
ρ	=	ความต้านทานจำเพาะ ($\Omega \cdot$ m)
L	=	ความยาว (m)
d	=	เส้นผ่าศูนย์กลาง(m)
In	=	Natural Logarith

<u>ตัวอย่างที่10.9</u> หลักดินแบบแนวดิ่ง ตอกลงในดินที่มี ρ = 100 $\Omega \cdot$ m จงหาความต้านทานของดิน

1) d = 14.2 mm L = 3.0 m , 6 m

2) L = 3.0 m d = 14.2 mm , 28.4 mm

<u>วิธีทำ</u>

1) d = 14.2 mm L = 3.0 m , 6 m

L = 3.0 m

$$R = \frac{\rho}{2\pi L}\left[\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1\right]$$

R = 34.1 Ω

L = 6.0 m

$$R = \frac{\rho}{2\pi L}\left[\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1\right]$$

R = 18.9 Ω

จะเห็นได้ว่าการเพิ่มความยาวของหลักดิน เป็น 2 เท่า สามารถลดความต้านทานดินได้

100 (34.1 – 18.9) / 34.1 = 44.6 %

2) L = 3.0 m d = 14.2 mm , 28.4 mm

$$R = \frac{\rho}{2\pi L}\left[\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1\right]$$

d = 14.2 mm

R = 34.1 Ω

d = 28.4 mm

R = 30.5 Ω

การเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลักดิน เป็น 2 เท่า ลดความต้านทานดินได้เพียง

100 (34.1 – 30.5) / 34.1 = 10.6 %

2. หลักดินแบบรัศมี

หลักดินแบบนี้มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$R = \frac{\rho}{\pi L}\ln\left(\frac{2L}{d}\right)$$

<u>ตัวอย่างที่ 10.10</u> หลักดินแบบรัศมียาว 20m ตัวนำมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm ฝังในดินที่มี ρ = 200 $\Omega \cdot$ m

ให้คำนวณหาความต้านทานดิน

$$R = \frac{\rho}{\pi L}\ln\left(\frac{2L}{d}\right)$$

$$R = 24.2\ \Omega$$

3. หลักดินแบบวงแหวน

หลักดินแบบวงแหวนมี สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$R = \frac{\rho}{\pi^2 D}\ln\frac{2\pi D}{d}$$

โดยที่ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของวงแหวน

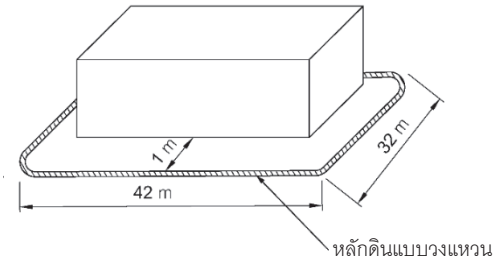
<u>ตัวอย่างที่ 10.11</u> หลักดินแบบวงแหวนมีเส้นผ่านศูนย์กลางกว้าง 80 m ตัวนำมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm และดินโดยรอบมี ρ = 100 $\Omega \cdot$ m ให้คำนวณหาความต้านดินของหลักดิน

<u>วิธีทำ</u>

$$R = \frac{\rho}{\pi^2 D}\ln\frac{2\pi D}{d}$$

$$= 1.28\,\Omega$$

<u>ตัวอย่างที่ 10.12</u> สถานประกอบการแห่งหนึ่ง ขนาด 30 x 40 m ใช้หลักดินวงแหวนติดตั้งห่างจากขอบอาคารด้านละ1m ให้ ρ = 100 $\Omega \cdot$ m เส้นตัวนำ 50mm^2 จงคำนวณหาความต้านทานดิน



<u>วิธีทำ</u>

หรือโดยประมาณ

A = 32 x 42 = 1,344 m^2

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 41.4 \text{ m}$$

$$\frac{\pi}{4} d^2 = 50$$

d = 8 mm

$$R = \frac{\rho}{\pi^2 D} \ln \frac{2\pi D}{d}$$

$$= 2.54\,\Omega$$

4. หลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีต

มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$R = \frac{\rho}{\pi D}$$

$$D = 1.57\sqrt[3]{V}$$

โดยที่

V = ปริมาตรของฐานราก (m^3)

ρ = ความต้านทานจำเพาะดิน ($\Omega \cdot m$)

<u>ตัวอย่างที่ 10.13</u> ฐานรากคอนกรีตของอาคารมี W x L x D = 20 x 30 x 1 m

ρ = 100 $\Omega \cdot$ m ให้คำนวณหาความต้านทานดิน

<u>วิธีทำ</u>

V = 20 x 30 x 1 = 600m^3

$$D = 1.57\sqrt[3]{V}$$

= 13.2 m

$$R = \frac{\rho}{\pi D}$$

= 2.4 Ω

10.9 ความต้านทานการต่อลงดิน (Resistance to Ground)

ค่าความต้านทานการต่อลงดินต้องไม่เกิน 5 โอห์ม

ยกเว้น พื้นที่ที่ยากในการปฏิบัติและการไฟฟ้าฯ เห็นชอบ ยอมให้ค่าความต้านทานของหลักดินกับดินต้องไม่เกิน 25 โอห์ม หากทำการวัดแล้วยังมีค่าเกิน ให้ปักหลักดินเพิ่มอีก 1 แท่ง และต่อสายเชื่อมกับหลักดินทุกแท่งเข้าด้วยกันอย่างใช้ได้ผลดี

บทที่ 11
การคำนวณกระแสลัดวงจร

11.1 บทนำ

ในการเลือกใช้บริภัณฑ์และระบบไฟฟ้านั้น นอกจากจะคำนึงถึงกระแสขณะใช้งานตามปกติ แล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงกระแสขณะที่เกิดลัดวงจรด้วย การลัดวงจรหมายถึงการที่วงจรไฟฟ้าเกิดความผิดพลาดโดยอุบัติเหตุหรือความไม่ตั้งใจ ทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าลดลง ส่งผลให้กระแสไหลมากกว่ากระแสปกติหลายเท่า กระแสลัดวงจรจะทำให้เกิดความเครียดทางกล (Mechanical Stress) และความเครียดทางความร้อน (Thermal Stress) ขึ้น ซึ่งสามารถส่งผลทำให้บริภัณฑ์เสียหายและเป็นอันตรายต่อคนได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงต้องคำนึงถึงผลของกระแสลัดวงจรเพื่อจะได้ป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้

11.2 มาตรฐานการคำนวณกระแสลัดวงจร

เนื่องจากกระแสลัดวงจรมีความสำคัญอย่างมากต่อการเลือกใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้า หลายประเทศจึงได้มีข้อกำหนดหรือมาตรฐานในการคำนวณกระแสลัดวงจร และเพื่อให้การคำนวนเป็นไปในแนวเดียวกัน ทาง IEC (International Electrotechnical Commission) จึงได้จัดทำมาตรฐานสากลสำหรับการคำนวณกระแสลัดวงจรขึ้น คือ

IEC 60909 “Short-circuit Current Calculation in Three-phase A.C. System “

มาตรฐาน IEC 60909 ได้แบ่งการคำนวณกระแสลัดวงจรออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การลัดวงจรไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Far-from-generator Short Circuit)
2. การลัดวงจรใกล้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Near-to-generator Short Circuit)

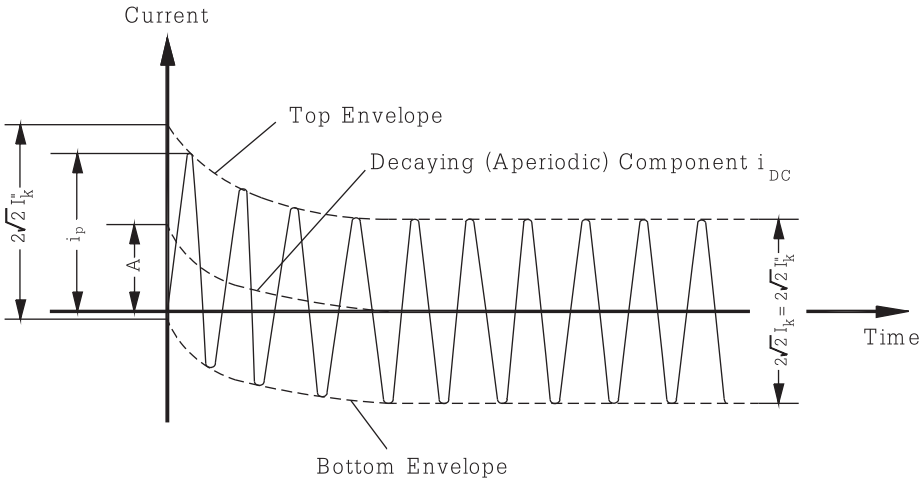
การลัดวงจรไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของแหล่งจ่ายไฟตลอดช่วงเวลาการลัดวงจร และค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรจะมีค่าคงที่ด้วย

ส่วนการลัดวงจรใกล้เครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น ค่ารีแอกแตนซ์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้กระแสลัดวงจรส่วน A.C. จะค่อยๆ มีค่าลดลง

สถานประกอบการส่วนมากจะรับไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายแรงดันสูง แรงดันปานกลาง และแรงดันต่ำของทางการไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าดังที่กล่าวมานี้เป็นระบบที่ถือว่าไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวเฉพาะการลัดวงจรไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เมื่อเกิดการลัดวงจรไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขึ้น กระแสลัดวงจรจะเป็นผลของกระแส 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

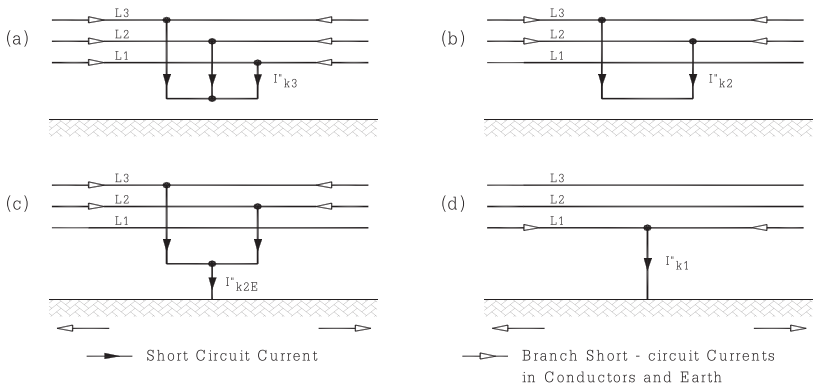
1. ส่วนประกอบ A.C. ซึ่งมีขนาดคงที่ ตลอดระยะเวลาการเกิดลัดวงจร
2. ส่วนประกอบ D.C. ซึ่งมีค่าสูงสุดค่าหนึ่ง และค่อยๆ มีค่าลดลงจนเป็นศูนย์



รูปที่ 11.1 แสดงรูปคลื่นของกระแสลัดวงจรไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

การลัดวงจรของระบบไฟฟ้าอาจแบ่งเป็น 4 ชนิด คือ

1. การลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุล I_{k3} , I_k
   (Balanced Three-Phase Short Circuit)
2. การลัดวงจรแบบสายถึงสายไม่ต่อกับดิน I_{k2}
   (Line to Line Short Circuit Without Earth Connection)
3. การลัดวงจรแบบสายถึงสายต่อกับดิน I_{k2E}
   (Line to Line Short Circuit With Earth Connection)
4. การลัดวงจรแบบสายถึงดิน I_{k1}
   (Line to Earth Short Circuit)



a) Balance Three Phase Short Circuit.
b) Line to Line Short Circuit Without Earth Connection.
c) Line to Line Short Circuit With Earth Connection.
d) Line to Earth Short Circuit.

รูปที่ 11.2 ชนิดของการลัดวงจร

การลัดวงจรแบบสายถึงดินเกิดบ่อยที่สุด และ การลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุล โดยทั่วไปจะให้กระแสลัดวงจรสูงสุด สำหรับระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ โดยทั่วไปจะใช้การคำนวณแบบสามเฟสสมดุล เนื่องจากทำได้ง่าย การคำนวณจะใช้ Positive Sequence Impedance เพียงอย่างเดียว และ จะให้กระแสลัดวงจรสูงสุด

11.3 แหล่งจ่ายไฟสมมูล

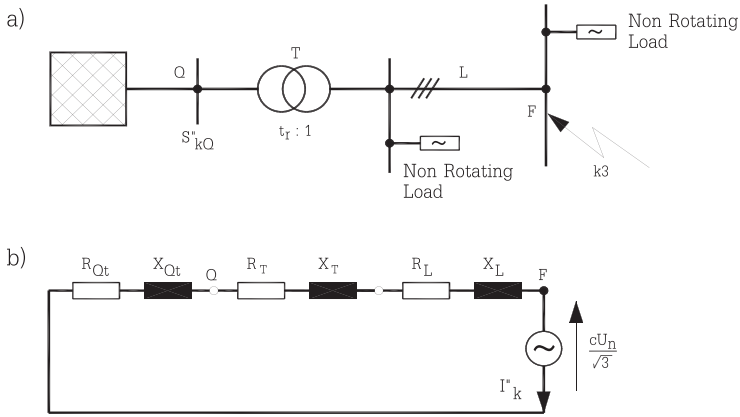
ตาม IEC 60909 เมื่อเกิดการลัดวงจรที่จุดใดๆ ในวงจรไฟฟ้า ณ จุดนั้นอาจจะแทนได้ด้วยแหล่งจ่ายไฟสมมูล (Equivalent Voltage Source) โดยที่แหล่งจ่ายไฟสมมูลจะเป็นแหล่งจ่ายไฟเพียงแหล่งเดียวในระบบ ส่วนระบบไฟฟ้า เครื่องจักรกลซิงโครนัสและเครื่องจักรกล อซิงโครนัสจะแทนด้วยค่าอิมพีแดนซ์ภายในของมัน

รูปที่ 11.3 แสดงตัวอย่างของแหล่งจ่ายไฟสมมูล ณ ตำแหน่งที่เกิดการลัดวงจร F ซึ่งเป็นแหล่งจ่ายไฟเพียงแหล่งเดียวในระบบ ส่วนแหล่งจ่ายไฟอื่นๆ ในระบบให้มีค่าเป็นศูนย์

ที่ตำแหน่งลัดวงจร F แหล่งจ่ายไฟสมมูลจะมีค่า $\frac{cUn}{\sqrt{3}}$

โดย c คือตัวประกอบแรงดัน (Voltage Factor) และ U_n คือ แรงดันของระบบที่ใช้ และเป็นแรงดัน สายถึงสาย (Line to line voltage)

ค่าตัวประกอบแรงดัน c จะมีค่าแตกต่างกันไปตามระบบแรงดันที่ใช้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 11.1



รูปที่ 11.3 แสดงตัวอย่างของแหล่งจ่ายไปสมมูล

ตารางที่ 11.1 Voltage Factor c

Nominal Voltage U_a	Voltage Factor c for the Calculation of	
	Maximum Short-circuit Current C_{max}	Minimum Short-circuit Current C_{min}
Low Voltage 100 V to 1000 V (IEC Publication 38 , Table I)		
a) 230 V / 400 V	1.05	0.95
b) Other Voltages	1.10	1.00
Medium Voltage > 1 kV to 35 kV (IEC Publication 38 , Table III)	1.10	1.00
High Voltage > 35 kV to 230 kV (IEC Publication 38 , Table IV)	1.10	1.00

Note. - cU_a Should Not Exceed the Highest Voltage U_m for Equipment of Power System

11.4 อิมพีแดนซ์ลัดวงจร

ในการคำนวณกระแสลัดวงจร นอกจากจะต้องทราบค่าแหล่งจ่ายไฟสมมูลแล้ว ยังจำเป็นจะต้องทราบค่าอิมพีแดนซ์ลัดวงจรด้วย

ค่าอิมพีแดนซ์ลัดวงจร อาจแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ตามหลักของ Symmetrical Components คือ

$Z_{(1)}$	Positive Sequence Impedance
$Z_{(2)}$	Negative Sequence Impedance
$Z_{(0)}$	Zero Sequence Impedance

$Z_{(1)}$	ใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจร แบบ สามเฟสสมดุล
$Z_{(1)}$, $Z_{(2)}$	ใช้ในการคำนวณการลัดวงจรแบบสายถึงสายไม่ต่อกับดิน
$Z_{(1)}$, $Z_{(2)}$, $Z_{(0)}$	ใช้ในการคำนวณการลัดวงจรแบบสายถึงสายต่อกับดินและการลัดวงจรแบบสายถึงดิน

ค่าอิมพีแดนซ์ลัดวงจรอาจแบ่งออกเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

a) Network feeder

b) Two-winding transformers

c) Overhead Lines and Cables

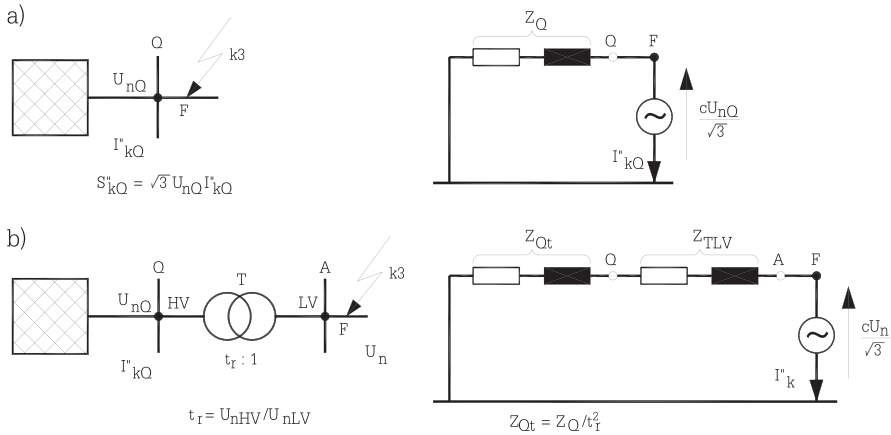
ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการหา Positive Sequence Impedance เท่านั้น เพื่อใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจร แบบ สามเฟสสมดุล

รายละเอียดในแต่ละหัวข้อมีดังนี้

11.4.1 ค่าอิมพีแดนซ์ของ Network feeder

ขนาดของระบบไฟฟ้าอาจแทนได้ด้วยค่ากำลังไฟฟ้าลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น (Initial Symmetrical Short-circuit Power) S''_{kQ} ถ้าระบบไฟฟ้ามีขนาดใหญ่มากจนถือว่าเป็นบัสอนันต์ (Infinite Bus) จะได้ว่าค่าอิมพีแดนซ์ลัดวงจรของระบบไฟฟ้ามีค่าน้อยมาก จนถือได้ว่ามีค่าเป็นศูนย์

รูปที่ 11.4 จะแสดงรูปของระบบและวงจรสมมูล สำหรับระบบไฟฟ้า ทั้งกรณีที่มีหม้อแปลงและกรณีที่ไม่มีหม้อแปลง



รูปที่ 11.4 ระบบและวงจรสมมูล สำหรับระบบไฟฟ้า

พิจารณาการลัดวงจรในรูปที่ 11.4 (a) ถ้าทราบกำลังไฟฟ้าลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น S''_{kQ} หรือ กระแสลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น I''_{kQ} ที่จุด Q ค่าอิมพีแดนซ์สมมูล Z_Q ของระบบที่จุด Q สามารถหาได้จาก

$$Z_Q = \frac{cU_{nQ}^2}{S''_{kQ}} = \frac{cU_{nQ}}{\sqrt{3}I''_{kQ}}$$

ส่วนกรณีการลัดวงจรในรูปที่ 11.4 (b) ซึ่งจ่ายไฟมาจากระบบแรงดันปานกลางหรือแรงดันสูงผ่านหม้อแปลง ถ้าทราบกำลังไฟฟ้าลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น S''_{kQ} หรือกระแสลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น I''_{kQ} ที่จุด Q ค่าอิมพีแดนซ์สมมูล Z_{Qt} ซึ่งแปลงให้อยู่ทางด้านแรงดันต่ำของหม้อแปลง สามารถหาได้จาก

$$Z_{Qt} = \frac{cU_{nQ}^2}{S''_{kQ}} \times \frac{1}{t_r^2} = \frac{cU_{nQ}}{\sqrt{3}I''_{kQ}} \times \frac{1}{t_r^2}$$

โดยที่ :

U_{nQ}	=	แรงดันของระบบที่จุด Q
S''_{kQ}	=	กำลังลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น ที่จุด Q
I''_{kQ}	=	กระแสลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น ที่จุด Q
c	=	ตัวประกอบแรงดัน
t_r	=	อัตราส่วนการแปลงพิกัด (Rated Transformation Ratio) โดยที่ Tap-changer อยู่ในตำแหน่งหลัก

ในกรณีระบบมีแรงดันสูงกว่า 35 kV จ่ายด้วยสายส่งเหนือศีรษะ ค่าอิมพีแดนซ์สมมูล Z_Q อาจพิจารณาเพียงค่ารีแอกแตนซ์เพียงอย่างเดียว เป็น $Z_Q = j X_Q$

ส่วนในกรณีอื่นๆ ถ้าไม่ทราบค่าความต้านทาน R_Q ของระบบไฟฟ้าที่แน่นอน

$$R_Q = 0.1\ X_Q$$

และ $$X_Q = 0.995\ Z_Q$$

ส่วนค่ากำลังไฟฟ้าลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น S''_{kQ} และกระแสลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น I''_{kQ} นั้น สามารถหาได้จากทางการไฟฟ้า สำหรับที่ระดับแรงดัน 22 kV และ 24 kV นั้น โดยทั่วไปจะกำหนดให้ S''_{kQ} = 500 MVA

<u>ตัวอย่างที่ 11.1</u> ระบบไฟฟ้ามีค่า $R_Q = 0.1 X_Q$ ให้หาค่า X_Q ในเทอมของ Z_Q

<u>วิธีทำ</u>

$$\therefore \quad Z_Q = \sqrt{R_Q^2 + X_Q^2}$$

$$= \sqrt{(0.1\, X_Q)^2 + X_Q^2}$$

$$X_Q = \frac{Z_Q}{\sqrt{1 + 0.1^2}}$$

$$= 0.995\, Z_Q$$

<u>ตัวอย่างที่ 11.2</u> ระบบไฟฟ้ามี S''_{kQ} = 500 MVA ที่ 22 kV , $R_Q = 0.1\, X_Q$ ถ้ามีหม้อแปลง 22 kV/230-400 V ต่ออยู่ ให้หาค่า R_{Qt} และ X_{Qt} ของระบบไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำ ของหม้อแปลง

<u>วิธีทำ</u>

$$Z_{Qt} = \frac{c\, U_{nQ}^2}{S''_{kQ}} \times \frac{1}{t_r^2}$$

$$= \frac{1.1 \quad 22^2}{500} \times \frac{1}{\left(\frac{22000}{400}\right)^2}$$

$$= \quad 3.52 \times 10^{-4} \ \Omega$$

$$= \quad 0.352 \ m\Omega$$

$$X_{Qt} = 0.995 \ Z_Q$$

$$= \quad 0.995 \times 0.352$$

$$= \quad 0.350 \ m\Omega$$

$$R_{Qt} = 0.1 \ X_{Qt}$$

$$= \quad 0.035 \ m\Omega$$

ระบบไฟฟ้า 230 / 400 V

$Z_{Qt} = 0.352 \ m\Omega$, $X_{Qt} = 0.350 \ m\Omega$, $R_{Qt} = 0.035 \ m\Omega$

11.4.2 Two-winding transformers

ค่าอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงชนิด 2 ขดลวด $Z_T = R_T + j X_T$ สามารถ คำนวณได้จากข้อมูลค่าพิกัดของหม้อแปลงดังนี้

$$Z_T = \frac{u_{kr}}{100\%} \times \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}}$$

$$R_T = \frac{u_{Rr}}{100\%} \times \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}} = \frac{P_{krT}}{3I_{rT}^2}$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^{\,2} - R_T^{\,2}}$$

โดยที่ :

U_{rT} = แรงดันพิกัดของหม้อแปลงด้านแรงดันสูงหรือด้านแรงต่ำ

I_{rT} = กระแสพิกัดของหม้อแปลงด้านแรงดันสูงหรือด้านแรงต่ำ

S_{rT} = กำลังปรากฏพิกัดของหม้อแปลง

P_{krT} = กำลังสูญเสียทั้งหมดของหม้อแปลงในขดลวดที่กระแสพิกัด

u_{kr} = แรงดันลัดวงจรพิกัด เป็นเปอร์เซ็นต์

u_{Rr} = แรงดัน

อัตราส่วน X / R เพิ่มขึ้นตามขนาดของหม้อแปลง สำหรับหม้อแปลงขนาดใหญ่ความต้านทานจะมีค่าต่ำมาก ดังนั้นในการคำนวณหาขนาดกระแสลัดวงจรอาจให้ค่าอิมพีแดนซ์ประกอบด้วยรีแอกแตนซ์เพียงอย่างเดียวแต่ค่าความต้านทานจะต้องนำมาคิดเมื่อต้องการคำนวณกระแสยอด (Peak Short Circuit)

<u>ตัวอย่างที่ 11.3</u> หม้อแปลงขนาด 2000 kVA , 22 kV/230-400V ,% U_k = 6 ,
Load Loss = 24 kW ให้หา R_T และ X_T อ้างอิงไปทางด้านแรงต่ำ

<u>วิธีทำ</u>

$$Z_T = \frac{u_{kr}}{100} \times \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}}$$

$$= \frac{6}{100} \times \frac{0.4^2}{2}$$

$$= 4.8 \times 10^{-3}\ \Omega$$

$$= 4.8\ m\Omega$$

$$R_T = \frac{P_{krT}}{3\ I_{rT}^2} = P_{krT} \times \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}^2}$$

$$= 24 \times \frac{0.4^2}{2^2}$$

$$= 0.96\ m\Omega$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$

$$= \sqrt{4.8^2 - .96^2}$$

$$= 4.7 \quad m\Omega$$

ตารางที่ 11.2 หม้อแปลงไฟฟ้า ด้านแรงต่ำ 230 / 400 V

พิกัด (kVA)	I_{FL} (A)	$\%U_k$	P_L (kW)	Z_T (mΩ)	R_T (mΩ)	X_T (mΩ)
315	455	4	3.9	20.32	6.29	19.32
400	577	4	4.6	16.0	4.60	15.32
500	722	4	5.5	12.8	3.52	12.31
630	909	4	6.5	10.16	2.62	9.82
800	1155	6	11.0	12.00	2.75	11.68
1000	1443	6	13.5	9.60	2.16	9.35
1250	1804	6	16.4	7.68	1.68	7.49
1600	2309	6	19.8	6.00	1.24	5.87
2000	2887	6	24.0	4.80	0.96	4.70
2500	3608	6	26.8	3.84	0.69	3.78

11.4.3 ค่าอิมพีแดนซ์ของสายเหนือศีรษะและเคเบิล (Overhead Lines and Cables Impedance)

ค่าอิมพีแดนซ์ลัดวงจร $Z_L = R_L + j X_L$ สามารถหาได้โดยการคำนวณจากข้อมูลต่างๆ ของตัวนำ ได้แก่ พื้นที่หน้าตัด และ ระยะศูนย์กลางของตัวนำ ค่าความต้านทานประสิทธิผลต่อหน่วยความยาว R'_L ของสายเหนือศีรษะ

ที่อุณหภูมิ 20°C สามารถคำนวณได้จากค่าพื้นที่หน้าตัด q_n และค่าความต้านทานจำเพาะ ρ ดังนี้

$$R'_L = \frac{\rho}{q_n}$$

โดยที่ :

$$\rho = \frac{1}{54}\frac{\Omega mm^2}{m} \quad \text{For Copper}$$

$$\rho = \frac{1}{34}\frac{\Omega mm^2}{m} \quad \text{For Aluminium}$$

$$\rho = \frac{1}{31}\frac{\Omega mm^2}{m} \quad \text{For Aluminium Alloy}$$

ส่วนค่ารีแอกแตนซ์ต่อหน่วยความยาว

X'_L สำหรับสายเหนือศีรษะ สามารถคำนวณได้จาก

$$X'_L = 2\pi f \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{0.25}{n} + \ln\frac{d}{r}\right)$$

$$= f\,\mu_0\left(\frac{0.25}{n} + \ln\frac{d}{r}\right)$$

โดยที่ :

d = ระยะเฉลี่ยเรขาคณิตระหว่างตัวนำ

r = รัศมีของตัวนำเดี่ยว ในกรณีของตัวนำบันเดิล จะแทน r ด้วย

$$\sqrt[n]{nrR^{n-1}}$$

โดยที่ R คือ รัศมีบันเดิล

n = จำนวนตัวนำบันเดิล

แทนค่า μ_0 = $4\pi 10^{-4}$ H/km เป็นค่าความซาบซึมได้ (Permeability) ของสูญญากาศ ดังนั้นสามารถ สมการเขียนได้ง่ายขึ้นเป็น

$$X'_L = 0.0628\left(\frac{0.25}{n} + \ln\frac{d}{r}\right) \Omega/km \quad \text{for } f = 50\,\text{Hz}$$

เพื่อความสะดวกในการ คำนวณหาขนาดกระแสลัดวงจรจึงได้ให้ข้อมูลค่าความต้านทานและค่ารีแอกแตนซ์ขั้นต่ำ ของสายไฟฟ้าชนิดแรงต่ำหุ้มด้วยฉนวน PVC ดังแสดงในตารางที่ 11.3

ตารางที่ 11.3 สายไฟฟ้าแรงต่ำหุ้มด้วยฉนวน

ขนาดสาย (mm^2)	ค่าความต้านทาน ($m\Omega/m$)	ค่ารีแอกแตนซ์ ($m\Omega/m$)
2.5	7.400	0.155
4	4.625	0.141
6	3.083	0.131
10	1.850	0.121
16	1.156	0.113
25	0.740	0.107
35	0.529	0.103
50	0.370	0.100
70	0.264	0.097
95	0.195	0.096
120	0.154	0.094
150	0.123	0.092
185	0.100	0.091
240	0.077	0.090
300	0.062	0.089
400	0.051	0.088
500	0.041	0.087

11.5 การคำนวณกระแสลัดวงจร

การลัดวงจรในระบบไฟฟ้าที่ต่อลงดิน การลัดวงจรแบบสายถึงดินเกิดบ่อยที่สุด และ การลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุล โดยทั่วไปจะให้กระแสลัดวงจรสูงสุด

การลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุล การคำนวณจะใช้ Positive Sequence Impedance เพียงอย่างเดียว ทำให้ง่ายในการคำนวณ การคำนวณกระแสลัดวงจรในระบบแรงดันต่ำ โดยทั่วไปเป็นการเพียงพอที่จะคำนวณการลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุล

การลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุล (Balanced Three-phase Short Circuit)

กระแสลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น I''_k

จากรูปที่ 11.3 กระแสลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น I''_k สามารถหาได้จาก

$$I''_k = \frac{cU_n}{\sqrt{3}\sqrt{R_k^2 + X_k^2}} = \frac{cU_n}{\sqrt{3}\,Z_k}$$

โดยที่ :

$\frac{cUn}{\sqrt{3}}$	=	แหล่งจ่ายไฟสมมูล
R_k	=	ผลรวมของความต้านทานที่ต่ออนุกรม
X_k	=	ผลรวมของรีแอกแตนซ์ที่ต่ออนุกรม
Z_k	=	อิมพีแดนซ์ลัดวงจร

ในกรณีของการลัดวงจรไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะได้ว่า

$$I_k = I_b = I''_k$$

กระแสลัดวงจรค่ายอด i_p

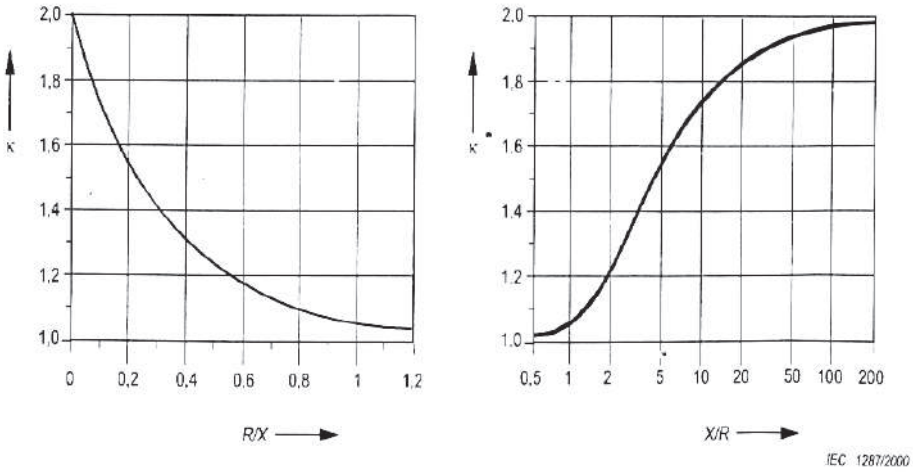
เนื่องจากกระแสลัดวงจรมาจากวงจรที่ต่ออนุกรม ดังนั้นกระแสลัดวงจรค่ายอดจึงหาได้จาก

$$i_p = \kappa\sqrt{2}\, I''_k$$

โดยที่ค่า κ จะขึ้นอยู่กับค่า R/X หรือ X/R อาจคำนวณค่า κ ได้โดยประมาณจาก

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98e^{-3R/X}$$

นอกจากนี้ยังสามารถหาค่า κ ได้จากรูปที่ 11.5



รูปที่ 11.5 ตัวคูณค่ายอด

11.6 ตัวอย่างการคำนวณกระแสลัดวงจร

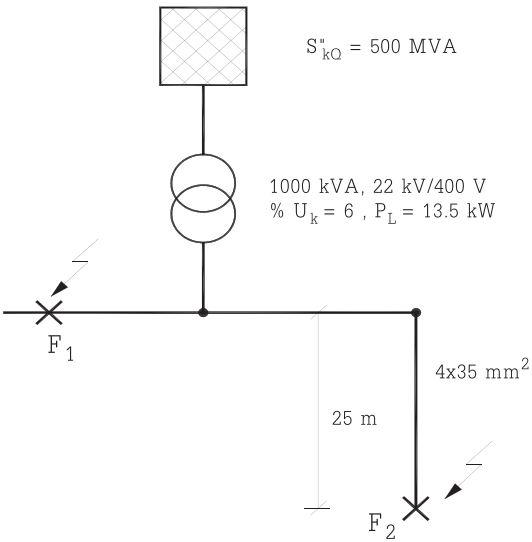
<u>ตัวอย่างที่ 11.4</u> ระบบไฟฟ้ามีดังรูป และมีข้อมูลดังนี้

- ระบบไฟฟ้า S''_{kQ} = 500 MVA U_{nQ} = 22 kV
- หม้อแปลงไฟฟ้า 22 kV/400 V , S_{rT} = 1000 kVA , u_{kr} = 6 % , P_{krT} = 13.5 kW
- สายไฟฟ้า PVC 4×35 mm^2 ยาว 25 m.

R_L = 0.529 mΩ / m. X_L = 0.103 m Ω / m.

จงหากระแสลัดวงจรที่ตำแหน่ง F_1 และ F_2

ให้ c = 1.00



วิธีทำ

ที่ตำแหน่ง F_1

หา Z_1

ระบบไฟฟ้า S''_{kQ} = 500 MVA ที่ 22 kV ,

$R_Q = 0.1\ X_Q$

$$Z_{Qt} = \frac{cU_{nQ}^2}{S''_{kQ}} \times \frac{1}{t_r^2}$$

$$= \frac{(1.1 \times 22^2)}{500} \times \left(\frac{0.4}{22}\right)^2$$

$$= 0.352\ m\Omega$$

$$X_{Qt} = 0.995 Z_{Qt} = 0.350\ m\Omega$$

$$R_{Qt} = 0.1 X_{Qt} = 0.035\ m\Omega$$

หม้อแปลง 1000 kVA , 22 kV / 400 V , % U = 6 , P = 13.5 kW

$$Z_T = \frac{u_{kr}}{100\%} \times \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}}$$

$$= \frac{6}{100} \times \frac{0.4^2}{1}$$

$$= 9.60\ m\Omega$$

$$R_T = \frac{P_{krT}}{3I_{rT}^2} = \frac{P_{krT} \times U_{rT}^2}{S_{rT}^2}$$

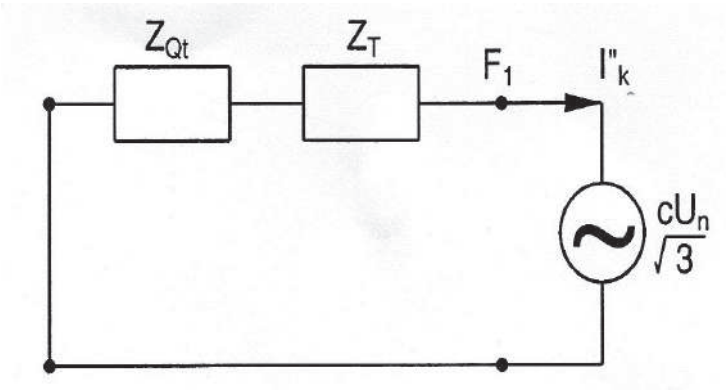
$$= \frac{13.5 \times 0.4^2}{1^2}$$

$$= 2.16\ m\Omega$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$
$$= \sqrt{9.6^2 - 2.16^2}$$
$$= 9.35 \ m\Omega$$

<u>การลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุล</u>

ลัดวงจรที่ตำแหน่ง F_1



$$Z_T = 2.16 + j\,9.35 \ m\Omega$$

$$Z_k = Z_{Qt} + Z_T$$
$$= (0.035 + j\,0.35) + (2.16 + j9.35)$$
$$= 2.195 + j\,9.70 \ m\Omega$$

$|Z_k| = 9.95 \ m\Omega$ ค่า R / X = 0.23 จะได้ว่า $\kappa = 1.52$

$$I''_k = \frac{cU_n}{\sqrt{3}\sqrt{R_k^2 + X_k^2}} = \frac{cU_n}{\sqrt{3}\,Z_k}$$

$$= \frac{1.00 \times 400}{\sqrt{3} \times 9.95}$$

$$= 23.2 \quad kA$$

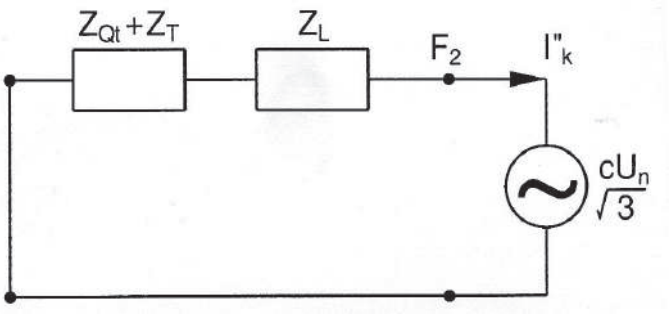
$$i_p = \kappa\sqrt{2}\, I''_k$$

$$= 1.52 \times \sqrt{2} \times 23.2$$

$$= 49.9 \quad kA$$

ลัดวงจรที่ตำแหน่ง F_2

การลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุล



$$Z_L = 25 \times (0.529 + j\,0.103)$$

$$= 13.23 + j\,2.58 \ m\Omega$$

$$Z_k = (Z_Q + Z_T) + Z_L$$

$$= (2.20 + j\,9.7) + (13.23 + j\,2.58)$$

$$= 15.43 + j\,12.28\ m\Omega$$

$$|Z_k| = 19.72\ m\Omega \quad \text{ค่า } R/X = 1.26$$

จะได้ว่า $\kappa = 1.04$

$$I''_k = \frac{cU_n}{\sqrt{3}\sqrt{R_k^2 + X_k^2}} = \frac{cU_n}{\sqrt{3}\,Z_k}$$

$$= \frac{1.0 \times 400}{\sqrt{3} \times 19.72}$$

$$= 11.7\ kA$$

$$i_p = \kappa\sqrt{2}\,I''_k$$

$$= 1.04 \times \sqrt{2} \times 11.7$$

$$= 17.2\ kA$$

<u>ตัวอย่างที่ 11.5</u> จากตัวอย่างที่ 11.10

ถ้าระบบไฟฟ้าเป็นแบบ Infinite Bus

จงหาค่ากระแสลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุลที่ตำแหน่ง F1

<u>วิธีทำ</u>

<u>ตำแหน่ง F1</u>

ระบบไฟฟ้าเป็นแบบ Infinite Bus

$$\therefore \quad Z_{Qt} = 0$$

$$Z_T = 2.16 + j\,9.35 \ \ m\Omega$$

$$I''_k = \frac{cU_n}{\sqrt{3}\,Z_T}$$

$$= \frac{1.00 \times 400}{\sqrt{3} \times \sqrt{2.16^2 + 9.35^2}}$$

$$= 24.1 \ \ kA$$

<u>หมายเหตุ</u>

ถ้าระบบไฟฟ้าเป็นแบบ Inifinite Bus กระแสลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุลที่ขั้วแรงต่ำ ของหม้อแปลง สามารถหาได้จากสูตร

$$I''_k = \frac{100}{\%\,U_k} I_n$$

โดยที่

U_k = % อิมพีแดนซ์ของหม้อแปลง

I_n = กระแสพิกัดของหม้อแปลง (A)

จากตัวอย่าง

$$I''_k = \frac{100}{\%U_k} \times \frac{1000}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$= \frac{100}{6} \times 1.443$$

$$= 24.1 \ \ kA$$

11.7 การคำนวณกระแสลัดวงจรด้วยคอมพิวเตอร์

เนื่องจากการคำนวณกระแสลัดวงจรตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นการคำนวณจะเกี่ยวข้องกับตัวเลขมาก หากต้องคำนวณกระแสลัดวงจรหลายๆ จุด ก็จะเป็นงานที่ใช้เวลามากและอาจจะเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในงานด้านต่างๆ โดยเฉพาะงานด้านวิศวกรรม เนื่องจากการคำนวณกระแสลัดวงจรตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น มีหลักการคำนวณที่แน่นอนเป็นระบบ เหมาะแก่การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นมาเพื่อช่วยในการคำนวณ ปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์หลายโปรแกรมที่ใช้คำนวณกระแสลัดวงจรโปรแกรม เหล่านี้จะช่วยอำนวยความสะดวกเป็นอย่างมากในการคำนวณกระแสลัดวงจร การใช้งานง่าย โดยเฉพาะในการคำนวณกระแสลัดวงจรหลายๆ จุดก็จะทำให้ประหยัดเวลา และมีความถูกต้อง

11.8 ตาราง ค่ากระแสลัดวงจร

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า การคำนวณกระแสลัดวงจรด้วยคอมพิวเตอร์จะช่วยทำให้การคำนวณทำได้ง่าย แต่ในบางโอกาสอาจจะไม่สะดวกที่จะต้องใช้คอมพิวเตอร์ทุกครั้งในการคำนวณ ผู้เขียนจึงได้จัดทำตารางแสดงค่ากระแสลัดวงจรขึ้นมาเพื่อความสะดวกในการใช้งาน ทำให้ผู้ออกแบบสามารถนำค่ากระแสลัดวงจรนี้ไปใช้ในการออกแบบได้ทันที สำหรับค่ากระแสลัดวงจรที่ตำแหน่งต่างๆ ที่ไม่มีในตาราง สามารถหาได้จากวิธี Interpolation

ค่ากระแสลัดวงจรที่แสดงในตารางภาคผนวกนั้น ได้มาจากการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์และใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ระบบไฟฟ้ามีค่ากำลังไฟฟ้าลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น S''_{KQ} = 500 MVA
2. หม้อแปลง มีค่าแรงดันอิมพีแดนซ์และค่ากำลังสูญโหลดตามตารางที่ 11.2
3. สายไฟฟ้าแรงดันต่ำหุ้มฉนวน PVC มีค่าความต้านทานและค่ารีแอกแตนซ์ตามตารางที่ 11.6
4. แรงดันทางด้านแรงต่ำมีค่า 230/400V
5. ตัวประกอบแรงดัน (Voltage Factor) สำหรับแรงดันต่ำให้มีค่าเท่ากับ 1.00
6. ไม่คิดผลจากมอเตอร์

ภาคผนวก A
มิติสายไฟฟ้า

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

- สายไฟฟ้าแรงดันต่ำมีมากมายหลายชนิด เช่น สาย IEC 01 , NYY , XLPE , VCT
- มาตรฐานและบริษัทผู้ผลิตได้ให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า
- การใช้งานจำเป็นต้องใช้พื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้า

<u>ตัวอย่างที่ A.1</u> สาย NYY 4/C 50 mm^2

<u>วิธีทำ</u>

สาย NYY 4/C 50 mm^2 มี d = 39.5 mm

$$A = \pi/_4 \, d^2$$

$$= \pi/_4 \times 39.5^2$$

$$= 1225 \ mm^2$$

ตาราง A – 1

ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง และ พื้นที่หน้าตัด ของสายไฟฟ้า แรงดันต่ำ

สาย IEC 01 , สาย IEC10 2/C , สาย IEC10 3/C , สาย IEC10 4/C

ขนาดสาย	สาย IEC 01		สาย IEC10 2/C		สาย IEC 10 3/C		สาย IEC 10 4/C	
ขนาดสาย (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)
1	-	-	-	-	--	-	--	-
1.5	3.3	8.6	10.5	86.6	11.0	95	12.0	113
2.5	4.0	12.6	12.0	113	12.5	123	13.5	143
4	4.6	16.6	13.0	133	13.5	143	15.0	177
6	5.2	21.2	14.0	154	15.5	189	17.0	227
10	6.7	35.2	17.5	241	19	284	20.5	330
16	7.8	47.7	20.0	314	21.5	363	23.5	434
25	9.7	73.8	24.0	452	26.0	531	28.5	638
35	10.9	93.3	27.5	594	29	661	32.0	804
50	12.8	129	-	-	-	-	-	-
70	14.6	167	-	-	-	-	-	-
95	17.1	230	-	-	-	-	-	-
120	18.8	278	-	-	-	-	-	-
150	20.9	343	-	-	-	-	-	-
185	23.3	426	-	-	-	-	-	-
240	26.6	556	-	-	-	-	-	-
300	29.6	688	-	-	-	-	-	-
400	33.2	866	-	-	-	-	-	-
500	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง A – 2
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และพื้นที่หน้าตัด ของสายไฟฟ้า แรงดันต่ำ
สาย NYY 1/C, สาย NYY 2/C , สาย NYY 3/C , สาย NYY 4/C

ขนาดสาย	สาย NYY 1/C		สาย NYY 2/C		สาย NYY 3/C		สาย NYY 4/C	
ขนาดสาย (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)
1	8.8	60.8	12.5	123	13.0	133	14.0	154
1.5	9.2	66.5	13.0	133	13.5	143	14.5	165
2.5	9.8	75.4	14.0	154	15.0	177	16.0	201
4	10.5	86.59	15.5	189	16.5	214	17.5	241
6	11.0	95.0	17.0	227	18.0	255	19.0	284
10	12.0	113	19.5	299	20.5	330	23.0	415
16	13.0	133	22.5	298	24.5	471	26.5	552
25	14.5	165	27.0	573	28.5	638	31.0	755
35	16.0	201	29.5	684	31.5	779	35.0	962
50	17.0	227	33.5	881	36.0	1018	39.5	1225
70	19.0	284	38.0	1134	40.5	1288	44.5	1555
95	21.5	363	42.5	1419	46.0	1662	51.5	2083
120	23.0	416	46.5	1698	50.5	2003	56.0	2463
150	26.0	531	52.0	2124	56.0	2463	62.0	3019
185	28.0	616	57.0	2552	61.5	2971	68.0	3632
240	31.5	779	64.0	3217	69.0	3739	76.5	4596
300	35.0	962	70.5	3904	76.0	4536	85.0	5675
400	38.5	1164	-	-	-	-	-	-
500	43.0	1452	-	-	-	-	-	-

ตาราง A – 3

ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง และ พื้นที่หน้าตัด ของสายไฟฟ้า แรงดันต่ำ

สาย XLPE 1/C , สาย XLPE 2/C , สาย XLPE 3/C, สาย XLPE 4/C

ขนาดสาย	สาย XLPE 1/C		สาย XLPE 2/C		สาย XLPE 3/C		สาย XLPE 4/C	
ขนาดสาย (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)
1	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	6.5	33.1	11.0	95.0	11.5	104	12.0	113
2.5	7.0	38.4	11.5	104	12.0	113	13.0	133
4	7.5	44.1	12.5	123	13.5	143	14.5	165
6	8.0	50.2	14.0	154	14.5	165	16.0	201
10	9.0	63.6	15.0	177	16.0	201	17.5	241
16	9.5	70.8	17.0	227	18.0	254	19.5	299
25	11.5	103.8	20.5	330	21.5	363	23.5	434
35	12.5	122.7	22.5	398	24.0	452	26.5	552
50	14.0	153.9	26.0	531	27.5	594	30.5	731
70	15.5	188.6	29.5	683	31.5	779	35.0	962
95	17.5	241	33.0	855	35.5	989	39.0	1195
120	19.5	299	36.5	1046	39.5	1225	44.0	1521
150	21.5	363	40.5	1288	43.5	1487	48.5	1848
185	23.5	434	45.0	1590	48.5	1847	54.0	2290
240	26.5	552	51.0	2043	55.0	2375	61.0	2923
300	29.0	661	56.0	2463	60.5	2873	67.5	3579
400	32.5	830	63.5	3167	68.0	3630	-	-
500	36.5	1046	-	-	-	-	-	-
630	41.0	1320	-	-	-	-		-
800	45.5	1626	-	-	-	-	-	-

ตาราง A – 4

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และพื้นที่หน้าตัด ของสายไฟฟ้า แรงดันต่ำ

สาย VCT 1/C , สาย VCT 2/C , สาย VCT 3/C, สาย VCT 4/C

ขนาดสาย	สาย VCT 1/C		สาย VCT 2/C		สาย VCT 3/C		สาย VCT 4/C	
ขนาดสาย (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)
1	6.2	30.2	9.6	72.4	10.5	86.6	12.0	113
1.5	6.6	34.2	11.0	95.0	11.5	104	12.5	123
2.5	7.4	43.0	12.5	123	13.0	133	15.0	177
4	8.6	58.1	14.5	165	15.5	189	17.0	227
6	9.4	69.4	16.0	201	17.5	241	19.5	299
10	12.0	113	20.0	314	21.5	636	24.0	452
16	13.5	143	23.0	415	25.0	491	28.0	616
25	16.0	201	27.5	594	30.0	707	33.0	855
35	17.5	241	31.0	755	33.5	881	37.0	1075

ตาราง A – 5
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และพื้นที่หน้าตัด ของสายไฟฟ้า แรงดันต่ำ
สาย NYY 2/C-G , สาย NYY 3/C-G , สาย NYY 4/C-G, สาย IEC 01

ขนาดสาย	NYY 2 แกน-G		NYY 3 แกน-G		NYY 4 แกน-G		IEC 01	
ขนาดสาย (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)
1	13.5	143	14.0	154	15.0	177	-	-
1.5	14.0	154	15.0	177	16.0	201	3.3	8.5
2.5	15.0	177	16.0	201	17.0	227	4.0	12.5
4	16.5	214	18.0	255	19.0	284	4.6	16.6
6	18.0	255	19.0	284	20.5	330	5.2	21.2
10	21.0	346	22.5	398	25.0	491	6.7	35.2
16	23.5	434	26.5	552	28.5	638	7.8	47.7
25	28.0	616	30.5	731	34.0	908	9.7	73.8
35	30.0	707	33.0	855	39.0	1195	10.9	93.9
50	34.0	908	38.5	1164	43.5	1486	12.8	129
70	38.5	1164	42.5	1419	49.0	1886	14.6	167
95	43.5	1486	48.5	1848	56.5	2507	17.1	230
120	47.5	1772	53.5	2248	61.5	2971	18.8	278
150	53.0	2206	59.0	2734	68.0	3632	20.9	343
185	57.5	2597	64.5	3268	75.0	4418	23.3	426
240	64.5	3268	72.0	4072	84.5	5608	26.6	556
300	71.0	3659	79.5	4964	93.5	6866	29.6	688
400	-	-	-	-	-	-	33.2	866

ตาราง A – 6

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และพื้นที่หน้าตัด ของสายไฟฟ้า แรงดันต่ำ

สาย VCT 2/C-G , สายVCT 3/C-G , สาย VCT 4/C-G

ขนาดสาย (mm2)	VCT 2 แกน-G		VCT 3 แกน-G		VCT 4 แกน-G	
	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่หน้าตัด (mm2)
1	10.0	78.5	11.5	104	13.0	133
1.5	12.0	113	12.5	123	14.0	154
2.5	13.0	133	14.0	154	15.5	189
4	15.5	189	17.0	227	18.5	269
6	17.5	241	19.5	299	21.5	363
10	21.5	363	24.0	452	26.5	552
16	25.0	491	28.0	616	30.5	731
25	28.5	637	33.0	855	36.5	1046
35	31.5	779	37.0	1075	41.5	1353

ภาคผนวก B

จำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

- ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. บทที่ 5 ที่ 5.1.10 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย มีตาม ตารางที่ 5 – 3
- หาขนาดท่อ และ ความจุ
- หาขนาดสายไฟฟ้า แบบต่าง ๆ
- ค่าในตารางสำหรับ ขนาดสายเท่ากัน

ตารางที่ 5 - 3

พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ

จำนวนสายใน ท่อร้อยสาย	**1**	**2**	**3**	**4**	**มากกว่า 4**
สายไฟทุกชนิด ***ยกเว้น*** *สายชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม*	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

ตารางที่ 1 ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

ขนาด mm. (นิ้ว)	พ.ท.หน้าตัด 100 % (mm^2)	สาย 1 เส้น 53 % (mm^2)	สาย 2 เส้น 31 % (mm^2)	สาย 3 เส้นขึ้นไป 40 % (mm^2)
15 (1/2)	177	94	55	71
20 (3/4)	314	166	97	126
25 (1)	491	260	152	196
32 (1 1/4)	804	426	249	322
40 (1 1/2)	1257	666	390	503
50 (2)	1963	1041	609	785
65 (2 1/2)	3318	1759	1029	1327
80 (3)	5027	2664	1558	2011
90 (3 1/2)	6362	3372	1972	2545
100 (4)	7854	4163	2435	3142
125 (5)	12272	6504	3804	4909
150 (6)	17671	9366	5478	7069

<u>ตัวอย่างที่ B.1</u> สาย XLPE ขนาด 95 mm^2 ถ้าเดินในท่อร้อยสายขนาด 65 mm จะได้มากที่สุดกี่เส้น

<u>วิธีทำ</u>

จากตารางขนาดสาย XLPE ขนาด 95 mm^2

มีพื้นที่หน้าตัด = 241 mm^2

และจากตารางขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายได้ว่า 40 %

ของพื้นที่หน้าตัดของที่ขนาด 65 mm = 1327 mm^2

∴ ได้จำนวนสายมากที่สุดคือ 1327 / 241 = 5.51 เส้น

จำนวนสายมากที่สุดคือ 5 เส้น

<u>ตัวอย่างที่ B.2</u> ต้องการร้อยสายไฟฟ้า NYY 3 x 240 mm^2 ในท่อร้อยสายจะต้องใช้ท่อร้อยสายขนาดเท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

จากตารางขนาดสาย NYY

สาย 240 mm^2 มีพื้นที่หน้าตัด = 779 mm^2

ดังนั้นพื้นที่หน้าตัดรวม = 3 x 779 mm = 2337 mm^2

จากตารางขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

ท่อ 80 mm , (3") 40 % ของพื้นที่หน้าตัด = 2011 mm^2

ท่อ 90 mm , (3 1/2") 40 % ของพื้นที่หน้าตัด = 2545 mm^2

ดังนั้นเลือกใช้ท่อขนาด 90 mm (3 1/2")

ตาราง B – 1
จำนวนสูงสุดของสาย IEC 01 ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด IEC 01 ภายในท่อร้อยสาย											
1.5	8	14	22	37	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	5	10	15	25	39	-	-	-	-	-	-	-
4	4	7	11	19	30	-	-	-	-	-	-	-
6	3	5	9	15	23	37	-	-	-	-	-	-
10	2	3	5	9	14	22	37	-	-	-	-	-
16	1	2	4	6	10	16	27	42	-	-	-	-
25	-	1	2	4	6	10	17	27	34	-	-	-
35	-	1	2	3	5	8	14	21	27	33	-	-
50	-	-	1	2	3	6	10	15	19	24	38	-
70	-	-	1	1	3	4	7	12	15	18	29	42
95	-	-	-	1	1	3	5	8	11	13	21	30
120	-	-	-	1	1	2	4	7	9	11	17	25
150	-	-	-	-	1	1	3	5	7	9	14	20
185	-	-	-	-	1	1	2	4	5	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
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15 : 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65 : 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 2

จำนวนสูงสุดของสาย NYY 1/C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด NYY 1 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1	1	1	3	5	8	12	21	33	-	-	-	-
1.5	1	1	2	4	7	11	19	30	-	-	-	-
2.5	1	1	2	4	7	10	17	26	33	-	-	-
4	1	1	1	3	6	9	15	23	29	36	-	-
6	-	1	1	3	5	8	13	21	26	33	-	-
10	-	1	1	2	4	6	11	17	22	27	-	-
16	-	1	1	1	3	5	10	15	19	23	36	-
25	-	1	1	1	3	4	8	12	15	19	29	-
35	-	-	1	1	1	3	6	10	12	15	24	35
50	-	-	1	1	1	3	5	8	11	13	21	31
70	-	-	-	1	1	2	4	7	8	11	17	24
95	-	-	-	1	1	1	3	5	7	8	13	19
120	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	11	17
150	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	9	13
185	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	7	11
240	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	9
300	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	7
400	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	6
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15: 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65: 21/2	80: 3	90: 3 1/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 3

จำนวนสูงสุดของสาย NYY 2 /C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด NYY 2 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1	-	1	1	2	4	6	-	-	-	-	-	-
1.5	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-	-	-
2.5	-	1	1	1	3	5	8	-	-	-	-	-
4	-	-	1	1	2	4	7	-	-	-	-	-
6	-	-	1	1	1	3	5	8	-	-	-	-
10	-	-	-	1	1	2	4	6	8	-	-	-
16	-	-	-	1	1	1	3	5	6	7	-	-
25	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	-
35	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	7	-
50	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
70	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	6
95	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4
120	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	4
150	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3
185	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2
240	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15 : 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65: 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 4

จำนวนสูงสุดของสาย NYY 3 /C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด NYY 3 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1	-	1	1	3	3	5	-	-	-	-	-	-
1.5	-	1	1	3	3	5	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-
4	-	-	1	1	1	3	6	-	-	-	-	-
6	-	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	1	1	1	4	6	-	-	-	-
16	-	-	-	-	1	1	2	4	5	6	-	-
25	-	-	-	-	1	1	1	3	3	4	-	-
35	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	-
50	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6
70	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	5
95	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	4
120	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3
150	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2
185	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15 : 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40:1 1/2	50: 2	65: 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 5
จำนวนสูงสุดของสาย NYY 4/C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด NYY 4 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-
1.5	-	1	1	1	3	4	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-
10	-	-	-	1	1	1	3	4	-	-	-	-
16	-	-	-	-	1	1	1	3	4	-	-	-
25	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	-	-
35	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	-	-
50	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	4	-
70	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4
95	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3
120	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2
150	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
185	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15 : 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65: 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 6

จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 1/C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด CV 1 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1.5	2	3	5	9	15	23	-	-	-	-	-	-
2.5	1	3	5	8	13	20	34	-	-	-	-	-
4	1	2	4	7	11	17	30	-	-	-	-	-
6	1	2	3	6	9	15	26	40	-	-	-	-
10	1	1	3	5	7	12	20	31	-	-	-	-
16	-	1	2	4	7	11	18	28	35	-	-	-
25	-	1	1	3	4	7	12	19	24	30	-	-
35	-	1	1	2	4	6	10	16	19	24	39	-
50	-	-	1	2	3	5	8	13	16	20	31	-
70	-	-	-	1	2	4	7	10	13	16	25	37
95	-	-	-	1	2	3	5	8	10	13	20	29
120	-	-	-	1	1	2	4	6	8	10	16	23
150	-	-	-	-	1	2	3	5	7	8	13	19
185	-	-	-	-	1	1	3	4	5	7	11	16
240	-	-	-	-	-	1	2	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	2	3	3	4	7	10
400	-	-	-	-	-	-	1	2	3	3	5	8
500	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6
630	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5
800	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15: 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65: 2 /2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 7

จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 2/C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด CV 2 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1.5	-	1	1	3	5	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	1	1	3	4	7	-	-	-	-	-	-
4	-	1	1	1	4	6	-	-	-	-	-	-
6	-	-	1	1	3	5	8	-	-	-	-	-
10	-	-	1	1	2	4	7	-	-	-	-	-
16	-	-	1	1	2	3	5	8	-	-	-	-
25	-	-	-	1	1	1	4	6	7	-	-	-
35	-	-	-	1	1	1	3	5	6	7	-	-
50	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	-	-
70	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	7	-
95	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
120	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	5	6
150	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	5
185	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4
240	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3
300	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2
400	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15 : 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65: 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 8

จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 3/C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด CV 3 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1.5	-	1	1	3	4	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-	-
4	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-	-	-
6	-	1	1	1	3	4	-	-	-	-	-	-
10	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
16	-	-	1	1	1	2	5	-	-	-	-	-
25	-	-	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-
35	-	-	-	-	1	1	2	4	5	-	-	-
50	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	-	-
70	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	-	-
95	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	4	-
120	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	4	5
150	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4
185	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3
240	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2
300	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15 : 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65: 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 9

จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 4/C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด CV 4 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1.5	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
10	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	1	1	1	4	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-
35	-	-	-	-	1	1	1	3	4	-	-	-
50	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	-	-
70	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	-	-
95	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	-
120	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	-
150	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3
185	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3
240	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15: 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65: 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 10

จำนวนสูงสุดของสาย VCT 1/C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด VCT 1 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1	1	4	6	10	16	-	-	-	-	-	-	-
1.5	1	3	5	9	14	-	-	-	-	-	-	-
2.5	1	2	4	7	11	-	-	-	-	-	-	-
4	1	1	3	5	8	13	-	-	-	-	-	-
6	1	1	2	4	7	11	-	-	-	-	-	-
10	-	1	1	2	4	6	11	-	-	-	-	-
16	-	1	1	1	3	5	9	14	-	-	-	-
25	-	-	1	1	1	3	6	10	12	15	-	-
35	-	-	1	1	1	3	5	8	10	13	-	-
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15: 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65: 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 11

จำนวนสูงสุดของสาย VCT 2/C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด VCT 2 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1	1	1	2	4	6	-	-	-	-	-	-	-
1.5	-	1	1	3	5	8	-	-	-	-	-	-
2.5	-	1	1	2	4	6	-	-	-	-	-	-
4	-	1	1	1	3	4	8	-	-	-	-	-
6	-	-	1	1	1	3	6	-	-	-	-	-
10	-	-	-	1	1	1	4	6	7	-	-	-
16	-	-	-	1	1	1	3	4	5	7	-	-
25	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	-
35	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	-
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15: 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65: 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B –12

จำนวนสูงสุดของสาย VCT 3/C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด VCT 3 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1	1	1	1	3	5	-	-	-	-	-	-	-
1.5	-	1	1	3	4	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-	-	-
4	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-
6	-	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	1	1	1	3	5	6	-	-	-
16	-	-	-	-	1	1	2	4	4	6	-	-
25	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	-
35	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	-
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15 : 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65: 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 13

จำนวนสูงสุดของสาย VCT 4/C ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด VCT 4 Core ภายในท่อร้อยสาย											
1	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-	-
1.5	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-
4	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-
16	-	-	-	-	1	1	1	3	3	-	-	-
25	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	-	-
35	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	-
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15 : 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65: 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 14

จำนวนสูงสุดของสาย NYY 2/C– G ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด NYY 2 core-G ภายในท่อร้อยสาย											
1	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-	-	-
1.5	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-
4	-	-	1	1	1	3	6	-	-	-	-	-
6	-	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-
16	-	-	-	-	1	1	3	4	5	-	-	-
25	-	-	-	-	1	1	1	3	3	5	-	-
35	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	-
50	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	-
70	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	6
95	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4
120	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3
150	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3
185	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2
240	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15 : 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65 : 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 15

จำนวนสูงสุดของสาย NYY 3/C– G ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด NYY 3 core-G ภายในท่อร้อยสาย											
1	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-
1.5	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-
10	-	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	1	1	1	3	4	-	-	-
25	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	-	-
35	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	-	-
50	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	-
70	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4
95	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3
120	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3
150	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2
185	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15: 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65 : 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 16

จำนวนสูงสุดของสาย NYY 4/C– G ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด NYY 4 core-G ภายในท่อร้อยสาย											
1	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-
1.5	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	1	1	1	3	3	-	-	-
25	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	-	-
35	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	-	-
50	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	-
70	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3
95	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2
120	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
185	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15: 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65 : 21/2	80: 3	90: 1/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 17

จำนวนสูงสุดของสาย VCT 2/C– G ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด VCT 2 core-G ภายในท่อร้อยสาย											
1	1	1	1	4	6	-	-	-	-	-	-	-
1.5	-	1	1	2	4	6	-	-	-	-	-	-
2.5	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-	-	-
4	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-
6	-	-	1	1	1	3	5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	1	1	1	3	5	6	-	-	-
16	-	-	-	-	1	1	2	4	4	6	-	-
25	-	-	-	-	1	1	1	3	3	4	-	-
35	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	-
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15: 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65 : 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 18

จำนวนสูงสุดของสาย VCT 3/C– G ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด VCT 3 core-G ภายในท่อร้อยสาย											
1	-	1	1	3	4	-	-	-	-	-	-	-
1.5	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	1	1	2	4	-	-	-	-
16	-	-	-	-	1	1	1	3	3	-	-	-
25	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	-	-
35	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	-
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15: 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65 : 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ตาราง B – 19

จำนวนสูงสุดของสาย VCT 4/C– G ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดชนิด VCT 4 core-G ภายในท่อร้อยสาย											
1	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-
1.5	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	1	1	2	3	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	-	-
35	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	-
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย mm. : นิ้ว	15: 1/2	20: 3/4	25: 1	32: 11/4	40: 11/2	50: 2	65 : 21/2	80: 3	90: 31/2	100: 4	125: 5	150: 6

ภาคผนวก C

จำนวนสายไฟฟ้าใน รางเดินสาย (Wireway)

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

- จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในรางเดินสาย (Wireway) ข้อ 5.12 ต้องไม่เกิน 20 % พื้นที่หน้าตัดของรางเดินสาย (Wireway)
- ถ้าสายตัวนำกระแสไม่เกิน 30 เส้น ยอมให้คิด พิกัดกระแส ตามตารางในท่อ ไม่เกิน 3 เส้น

  สาย PVC ตารางที่ 5 - 20 ตัวนำกระแส 3

  สาย XLPE สายทนไฟ ตารางที่ 5 - 27 ตัวนำกระแส 3

สายไฟฟ้าในรางเดินสาย (Wireway)

สถานที่ใช้งาน

- อนุญาตให้ใช้ใน ที่เปิดโล่ง ซึ่งเข้าถึงได้เพื่อการตรวจสอบและบำรุงรักษา ตลอดความยาว
- เดินในฝ้าเพดาน ต้องมีที่ว่างเหนือรางเดินสายไม่น้อยกว่า 200 mm
- สายแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดินต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกันแล้ว มัดรวมเข้าด้วยกัน

ห้ามติดตั้ง หรือใช้รางเดินสาย ในกรณีต่อไปนี้

1) ต่อรางเดินสาย ตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น

2) เป็น ตัวนำสำหรับต่อลงดิน

3) ขนาดเกิน 150 x 300 mm

ตัวอย่างที่ C.1 รางเดินสายขนาด 100 x 100 mm สามารถบรรจุสายไฟฟ้า IEC 01 ขนาด 25 mm^2 ได้ กี่เส้น

วิธีทำ

สายไฟฟ้า IEC 01 ขนาด 25 mm^2

จากตาราง มีพื้นที่หน้าตัดขวาง	=	73.8	mm^2
รางเดินสายขนาด		100 x 100	mm
มีพื้นที่หน้าตัดขวาง	=	100 x 100	
	=	10,000	mm^2
จำนวนสายไฟฟ้า	=	0.2 x 10000 / 73.8	
	=	27.1	

สามารถบรรจุได้ 27 เส้น ตาราง B - 1

ตัวอย่างที่ C.2 สายป้อน , 3 ph , 4 w 230 / 400 V ใช้สาย XLPE 7 (4 x 50 mm^2) จะต้องใช้รางเดินสาย (Wireway) ขนาดเท่าใด และ พิกัดกระแส เป็นเท่าใด

วิธีทำ

สาย XLPE , 50 mm^2 จำนวน 7 x 4 = 28 เส้น

จาก ตาราง B – 3 ใช้รางเดินสาย (Wireway) ขนาด 100 x 250 mm

พิกัดกระแส สาย XLPE ตารางที่ 5 - 27

4 x 50 mm^2 I = 159 A

ตาราง C – 1

จำนวนสูงสุดของสาย IEC 01 ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย IEC 01 ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	59	-	-	-	-	-	-	-	-
4	45	-	-	-	-	-	-	-	-
6	35	47	-	-	-	-	-	-	-
10	21	28	42	-	-	-	-	-	-
16	15	20	31	41	-	-	-	-	-
25	10	13	20	27	40	-	-	-	-
35	8	10	16	21	32	42	-	-	-
50	-	7	11	15	23	31	38	46	-
70	-	-	8	11	17	23	29	35	53
95	-	-	-	8	13	17	21	26	39
120	-	-	-	7	10	14	17	21	32
150	-	-	-	-	8	11	14	17	26
185	-	-	-	-	7	9	11	14	21
240	-	-	-	-	-	7	8	10	16
300	-	-	-	-	-	-	7	8	13
400	-	-	-	-	-	-	-	6	10
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง C – 2

จำนวนสูงสุดของสาย NYY 1/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย NYY 1/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	12	16	24	32	48	-	-	-	-
1.5	11	15	22	30	42	-	-	-	-
2.5	9	13	19	26	38	52	-	-	-
4	8	11	17	23	34	46	-	-	-
6	7	10	15	21	31	42	-	-	-
10	6	8	13	17	26	35	44	-	-
16	-	7	11	15	22	30	37	45	-
25	-	6	9	12	18	24	30	36	54
35	-	-	7	9	14	19	24	29	44
50	-	-	6	8	13	17	22	26	39
70	-	-	-	7	10	14	17	21	31
95	-	-	-	-	8	11	13	16	24
120	-	-	-	-	7	9	12	14	21
150	-	-	-	-	-	7	9	11	16
185	-	-	-	-	-	6	8	9	14
240	-	-	-	-	-	-	6	7	11
300	-	-	-	-	-	-	-	6	9
400	-	-	-	-	-	-	-	-	7
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง C – 3

จำนวนสูงสุดของสาย NYY 2/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย NYY 2/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	6	8	12	16	-	-	-	-	-
1.5	5	7	11	15	22	-	-	-	-
2.5	4	6	9	12	19	-	-	-	-
4	3	5	7	10	15	20	-	-	-
6	3	4	6	8	13	17	-	-	-
10	2	3	5	7	11	15	17	-	-
16	2	3	5	6	10	13	16	-	-
25	-	-	2	3	5	6	8	10	15
35	-	-	2	2	4	5	7	8	13
50		-	-	2	3	4	5	6	10
70			-	-	2	3	4	5	7
95			-	-	2	2	3	4	6
120				-	-	2	2	3	5

ตาราง C – 4

จำนวนสูงสุดของสาย NYY 3/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย NYY 3/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	5	7	11	-	-	-	-	-	-
1.5	5	6	10	12	-	-	-	-	-
2.5	4	5	8	11	-	-	-	-	-
4	3	4	7	9	14	-	-	-	-
6	2	3	5	7	11	-	-	-	-
10	2	3	4	6	9	12	-	-	-
16	-	2	3	4	6	8	10	12	-
25	-	-	2	3	4	6	7	9	14
35	-	-	2	2	3	5	6	7	11
50	-	-	-	-	2	3	4	5	8
70	-	-	-	-	2	3	3	4	6
95	-	-	-	-	-	2	3	3	4
120	-	-	-	-	-	-	2	2	4

ตาราง C – 5

จำนวนสูงสุดของสาย NYY 4/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย NYY 4/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	4	6	9	12	-	-	-	-	-
1.5	4	6	9	12	-	-	-	-	-
2.5	3	4	7	9	14	-	-	-	-
4	3	4	6	8	12	-	-	-	-
6	2	3	5	7	10	14	-	-	-
10	-	2	3	4	7	9	12	-	-
16	-	-	2	3	5	7	9	10	15
25	-	-	-	2	3	5	6	7	11
35	-	-	-	2	3	4	5	6	7
50	-	-	-	-	2	3	4	4	7
70	-	-	-	-	-	2	3	3	5
95	-	-	-	-	-	-	2	2	4
120	-	-	-	-	-	-	2	2	3

ตาราง C – 6

จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 1/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 1/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	22	30	44	-	-	-	-	-	-
2.5	19	26	38	52	-	-	-	-	-
4	17	22	34	44	-	-	-	-	-
6	14	19	29	39	59	-	-	-	-
10	11	15	23	31	47	-	-	-	-
16	10	14	21	28	42	-	-	-	-
25	7	9	14	19	28	38	48	-	-
35	6	8	12	16	24	32	40	-	-
50	-	6	9	12	19	25	32	38	58
70	-	-	7	10	15	21	26	31	47
95	-	-	-	8	12	16	20	24	37
120	-	-	-	6	10	13	16	20	30
150	-	-	-	-	8	11	13	16	24
185	-	-	-	-	-	9	11	13	20
240	-	-	-	-	-	7	9	10	16
300	-	-	-	-	-	-	7	9	13
400	-	-	-	-	-	-	6	7	10
500	-	-	-	-	-	-	-	-	8

ตาราง C – 7

จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 2/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 2/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	7	10	15	20	-	-	-	-	-
2.5	7	9	14	19	-	-	-	-	-
4	6	8	12	16	-	-	-	-	-
6	4	6	9	12	19	-	-	-	-
10	4	5	8	11	16	-	-	-	-
16	3	4	6	8	13	17	-	-	-
25	2	3	4	6	9	12	15	18	-
35	-	2	3	5	7	10	12	15	22
50	-	-	2	3	5	7	9	11	16
70	-	-	2	2	4	5	7	8	13
95	-	-	-	2	3	4	5	7	10
120	-	-	-	-	2	3	4	5	8

ตาราง C – 8

จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 3/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 3/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	7	9	14	-	-	-	-	-	-
2.5	6	8	13	-	-	-	-	-	-
4	5	6	10	13	-	-	-	-	-
6	4	6	9	12	-	-	-	-	-
10	3	4	7	9	14	-	-	-	-
16	2	3	5	7	11	-	-	-	-
25	2	2	4	5	8	11	-	-	-
35	-	2	3	4	6	8	11	-	-
50	-	-	2	3	5	6	8	10	15
70	-	-	-	2	3	5	6	7	11
95	-	-	-	2	3	4	5	6	9
120	-	-	-	-	2	3	4	4	7

ตาราง C – 9

จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 4/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย XLPE 4/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	6	8	13	-	-	-	-	-	-
2.5	5	7	11	-	-	-	-	-	-
4	4	6	9	12	-	-	-	-	-
6	3	4	7	9	14	-	-	-	-
10	3	4	6	8	12	-	-	-	-
16	2	3	5	6	10	12	-	-	-
25	-	2	3	4	6	9	11	-	-
35	-	-	2	3	5	7	9	10	-
50	-	-	2	2	4	5	6	8	12
70	-	-	-	2	3	4	5	6	9
95	-	-	-	-	-	3	4	5	7
120	-	-	-	-	-	2	3	3	5

ตาราง C – 10

จำนวนสูงสุดของสาย VCT 1/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย VCT 1/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	24	33	49	-	-	-	-	-	-
1.5	21	29	43	-	-	-	-	-	-
2.5	17	23	34	46	-	-	-	-	-
4	12	17	25	34	51	-	-	-	-
6	10	14	21	28	43	57	-	-	-
10	6	8	13	17	26	35	44	-	-
16	-	6	10	13	20	27	34	41	-
25	-	-	7	9	14	19	24	29	44
35	-	-	6	8	12	16	20	24	37

ตาราง C – 11

จำนวนสูงสุดของสาย VCT 2/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย VCT 2/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	10	13	20	-	-	-	-	-	-
1.5	7	10	15	20	-	-	-	-	-
2.5	6	8	12	16	-	-	-	-	-
4	4	6	9	12	18	-	-	-	-
6	3	4	7	9	14	19	-	-	-
10	2	3	4	6	9	12	15	18	-
16	-	2	3	4	7	9	12	14	21
25	-	-	2	3	5	6	8	10	15
35	-	-	-	2	3	5	6	7	11

ตาราง C – 12

จำนวนสูงสุดของสาย VCT 3/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย VCT 3/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	8	11	-	-	-	-	-	-	-
1.5	7	9	14	-	-	-	-	-	-
2.5	5	7	11	-	-	-	-	-	-
4	3	5	7	10	14	-	-	-	-
6	3	4	6	8	12	-	-	-	-
10	2	2	4	5	8	11	-	-	-
16	-	2	3	4	6	8	10	12	-
25	-	-	2	2	4	5	7	8	12
35		-	-	2	3	4	5	6	10

ตาราง C – 13

จำนวนสูงสุดของสาย VCT 4/C ในรางเดินสาย (Wireway)

ขนาด (mm^2)	จำนวนสูงสุดของสาย VCT 4/C ในรางเดินสาย								
	ขนาด รางเดินสาย Wireway mm x mm								
	50×75	50×100	75×100	100×100	100×150	100×200	100×250	100×300	150×300
1.0	6	8	13	-	-	-	-	-	-
1.5	6	8	12	-	-	-	-	-	-
2.5	4	5	8	11	-	-	-	-	-
4	3	4	6	8	13	-	-	-	-
6	2	3	5	6	10	-	-	-	-
10	-	2	3	4	6	8	11	-	-
16	-	-	2	3	4	6	8	9	14
25	-	-	-	2	3	4	5	7	10
35	-	-	-	-	2	3	4	5	8

ภาคผนวก D 1

วงจรไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้า ต้องมี ขนาดไม่น้อยกว่า AT ของ CB
- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายการติดตั้งกลุ่มที่ 2

  สาย PVC ตารางที่ 5 - 20

  สาย XLPE ตารางที่ 5 - 27
- สายดิน ใช้ ตารางที่ 4 – 2
- CB 16 A – 200 A

<u>ตัวอย่างที่ D 1.1</u> วงจรย่อย 1 เฟส, 230 V, 20 A , 32 A , 40 A , 50 A ใช้กับวงจรปกติและวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต จะต้องใช้สายและท่อ ขนาดเท่าใดการติดตั้งกลุ่มที่ 2

<u>วิธีทำ</u>

วงจรปกติ ใช้สาย IEC 01 (THW) ตารางที่ 5 - 20

BC	20 A	2 x 2.5 , G - 2.5 mm²	(21 A)	ϕ	15	mm
BC	32 A	2 x 6 , G - 4 mm²	(36 A)	ϕ	15	mm
BC	40 A	2 x 10 , G - 6 mm²	(50 A)	ϕ	20	mm
BC	50 A	2 x 10 , G – 6 mm²	(50 A)	ϕ	20	mm

วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต ใช้สายทนไฟตารางที่ 5 - 27

BC	20 A	2 x 2.5 , G - 2.5mm²	(28 A)	ϕ	20	mm
BC	32 A	2 x 4 , G – 4 mm²	(38 A)	ϕ	25	mm
BC	40 A	2 x 6 , G – 4 mm²	(49 A)	ϕ	25	mm
BC	50 A	2 x 10 , G – 6 mm²	(63 A)	ϕ	25	mm

<u>ตัวอย่างที่ D 1.2</u> วงจรสายป้อน 1 เฟส 230 V จ่ายไฟให้โหลดขนาด 80 A , 230 V ถ้าใช้สาย IEC 01 และ XLPE จะต้องใช้สายและท่อขนาดเท่าใด การติดตั้งกลุ่มที่ 2

<u>วิธีทำ</u>

I = 80 A

ใช้ CB 100 A

CB 100 A

ตารางที่ 4 - 2 G - 10 mm^2

สาย IEC 01

ตารางที่ 5 - 20 ตัวนำกระแส 2

ใช้สาย 2 x 35 mm^2 , G - 10 mm^2 (109 A)

ขนาดท่อ 32 mm

สาย XLPE

ตารางที่ 5 - 27 ตัวนำกระแส 2

ใช้สาย 2 x 25 mm^2 , G - 10 mm^2 (108 A)

ขนาดท่อ 32 mm

ตาราง D 1 – 1

วงจร 1 เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

สายแกนเดียว IEC 01

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2 x 2.5 , G – 2.5	15 ($^1/_2$)
20	2 x 2.5 , G – 2.5	15 ($^1/_2$)
25	2 x 4 , G – 4	15 ($^1/_2$)
32	2 x 6 , G – 4	15 ($^1/_2$)
40	2 x 10 , G – 4	20 ($^3/_4$)
50	2 x 10 , G – 6	20 ($^3/_4$)
63	2 x 16 , G – 6	25 (1)
80	2 x 25 , G – 10	32 (1 ¼)
100	2 x 35 , G – 10	32 (1 ¼)
125	2 x 50 , G – 16	40 (1 ½)
160	2 x 70 , G – 16	40 (1 ½)
200	2 x 95 , G – 16	50 (2)

ตาราง D 1 – 2

วงจร 1 เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

สายแกนเดียว NYY 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2 x 2.5 , G – 2.5	32 (1 $^{1}/_{4}$)
20	2 x 2.5 , G – 2.5	32 (1 $^{1}/_{4}$)
25	2 x 4 , G – 4	32 (1 $^{1}/_{4}$)
32	2 x 6 , G – 4	32 (1 $^{1}/_{4}$)
40	2 x 10 , G – 4	40 (1 $^{1}/_{2}$)
50	2 x 10 , G – 6	40 (1 $^{1}/_{2}$)
63	2 x 16 , G – 6	40 (1 $^{1}/_{2}$)
80	2 x 25 , G – 10	40 (1 $^{1}/_{2}$)
100	2 x 35 , G – 10	50 (2)
125	2 x 50 , G – 16	50 (2)
160	2 x 70 , G – 16	65 (2 $^{1}/_{2}$)
200	2 x 95 , G – 16	65 (2 $^{1}/_{2}$)

ตาราง D 1 – 3

วงจร 1 เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

สายแกนเดียว VCT 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2 x 2.5 , G – 2.5	25 (1)
20	2 x 2.5 , G – 2.5	25 (1)
25	2 x 4 , G – 4	25 (1)
32	2 x 6 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
40	2 x 10 , G – 4	40 ($1\ ^1/_2$)
50	2 x 10 , G – 6	40 ($1\ ^1/_2$)
63	2 x 16 , G – 6	40 ($1\ ^1/_2$)
80	2 x 25 , G – 10	50 (2)
100	2 x 35 , G – 10	50 (2)

ตาราง D 1 – 4

วงจร 1 เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

สายแกนเดียว XLPE 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2 x 2.5 , G – 2.5	20 ($^3/_4$)
20	2 x 2.5 , G – 2.5	20 ($^3/_4$)
25	2 x 2.5 , G – 2.5	20 ($^3/_4$)
32	2 x 4 , G – 4	25 (1)
40	2 x 6 , G – 4	25 (1)
50	2 x 10 , G – 6	25 (1)
63	2 x 10 , G – 6	25 (1)
80	2 x 16 , G – 10	32 (1 $^1/_4$)
100	2 x 25 , G – 10	32 (1 $^1/_4$)
125	2 x 35 , G – 16	40 (1 $^1/_2$)
160	2 x 50 , G – 16	40 (1 $^1/_2$)
200	2 x 70 , G – 16	50 (2)

ตาราง D 1 – 5

วงจร 1 เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

สายหลายแกน NYY 2/C – G

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2/C 2.5– G	25 (1)
20	2/C 2.5– G	25 (1)
25	2/C 4– G	25 (1)
32	2/C 6– G	25 (1)
40	2/C 10– G	32 (1¼)
50	2/C 16– G	40 (1½)
63	2/C 25– G	40 (1½)
80	2/C 35– G	50 (2)
100	2/C 50– G	50 (2)
125	2/C 70– G	65 ($2^1/_2$)
160	2/C 95– G	65 ($2^1/_2$)
200	2/C 120– G	80 (3)

ตาราง D 1 – 6

วงจร 1 เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

สายหลายแกน VCT 2/C – G

CB (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2/C 2.5 – G	20 ($^{3}/_{4}$)
20	2/C 2.5 – G	20 ($^{3}/_{4}$)
25	2/C 4 – G	25 (1)
32	2/C 6 – G	25 (1)
40	2/C 10 – G	32 ($1^{1}/_{4}$)
50	2/C 16 – G	40 ($1^{1}/_{2}$)
63	2/C 25 – G	40 ($1^{1}/_{2}$)
80	2/C 35 – G	50 (2)

ตาราง D 1 – 7

วงจร 1 เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2

สายหลายแกน XLPE 2/C , G

CB (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2/C 2.5 , G – 2.5	25 (1)
20	2/C 2.5 , G – 2.5	25 (1)
25	2/C 2.5 , G – 2.5	25 (1)
32	2/C 4, G – 4	32 (1 $^{1}/_{4}$)
40	2/C 6, G – 4	32 (1 $^{1}/_{4}$)
50	2/C 10 , G – 6	32 (1 $^{1}/_{4}$)
63	2/C 10 , G – 6	32 (1 $^{1}/_{4}$)
80	2/C 16 , G – 10	40 (1 $^{1}/_{2}$)
100	2/C 25 , G – 10	50 (2)
125	2/C 35 , G – 16	50 (2)
160	2/C 50 , G – 16	65 (2$^{1}/_{2}$)
200	2/C 70 , G – 16	65 (2$^{1}/_{2}$)

ภาคผนวก D 2

วงจรไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้า ต้องมี ขนาดไม่น้อยกว่า AT ของ CB
- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายการติดตั้งกลุ่มที่ 2

  สาย PVC ตารางที่ 5 - 20

  สาย XLPE ตารางที่ 5 - 27
- สายดิน ใช้ ตารางที่ 4 - 2
- ขนาดสาย Neutral ต้องทำตาม ข้อ 3.2.4

  ขนาดตัวนำ Neutral ของสายป้อน ในตาราง ใช้ Full Neutral
- CB 16 A – 1000 A

<u>ตัวอย่างที่ D 2.1</u> CB 200 A , 3 ph , 4 w 230 / 400 V ให้หาขนาดสาย IEC 01 และขนาดท่อ การติดตั้งกลุ่มที่ 2

<u>วิธีทำ</u>

I_C > 200 A

ตารางที่ 5 – 20 สาย IEC 01 , 4 x 120 mm² (208 A)

สายดิน ใช้ ตารางที่ 4 - 2

CB 200 A G - 16 mm²

4 x 120 , G - 16 mm²

ขนาดท่อ 65 mm

<u>ตัวอย่างที่ D 2.2</u> CB 500 A , 3 ph , 4 w 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ให้หาขนาดสาย XLPE และ ท่อใช้ 2 ควบ

<u>วิธีทำ</u>

CB 500 A ตารางที่ 4 - 2 สายดิน G - 35 mm² 2 ท่อ

I_C = 500 / 2 = 250 A

ตารางที่ 5 - 27 สาย 150 mm² (273 A)

2 (4 x 150 G - 35 mm²)

ขนาดท่อ 65 mm

ตาราง D 2 – 1

วงจร 3 เฟส, 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2

สายแกนเดียว IEC 01

CB (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4 x 2.5 , G - 2.5	15 ($^{1}/_{2}$)
20	4 x 4 , G - 2.5	20 ($^{3}/_{4}$)
25	4 x 6 , G – 4	20 ($^{3}/_{4}$)
32	4 x 10 , G – 4	25 (1)
40	4 x 10 , G – 4	25 (1)
50	4 x 16 , G – 6	32 ($1^{1}/_{4}$)
63	4 x 25 , G – 6	32 ($1^{1}/_{4}$)
80	4 x 35 , G – 10	40 ($1^{1}/_{2}$)
100	4 x 50 , G – 10	50 (2)
125	4 x 70 , G – 16	50 (2)
160	4 x 95 , G – 16	65 ($2^{1}/_{2}$)
200	4 x 120 , G – 16	65 ($2^{1}/_{2}$)
250	4 x 185 , G – 25	80 (3)
320	4 x 300 , G – 25	100 (4)
400	4 x 400 , G – 25	125 (5)
500	2 (4 x 185 , G – 35)	2 x 80 (3)
630	2 (4 x 300 , G – 50)	2 x 100 (4)
800	2 (4 x 400 , G - 50)	2 x 125 (5)
1000	3 (4 x 300 , G - 70)	3 x 100 (4)

ตาราง D 2 – 2

วงจร 3 เฟส, 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2

สายแกนเดียว NYY 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4 x 2.5 , G – 2.5	40 ($1^1/_2$)
20	4 x 4 , G – 2.5	40 ($1^1/_2$)
25	4 x 6 , G – 4	40 ($1^1/_2$)
32	4 x 10 , G – 4	50 (2)
40	4 x 10 , G – 4	50 (2)
50	4 x 16 , G – 6	50 (2)
63	4 x 25 , G – 6	50 (2)
80	4 x 35 , G – 10	65 ($2^1/_2$)
100	4 x 50 , G – 10	65 ($2^1/_2$)
125	4 x 70 , G – 16	65 ($2^1/_2$)
160	4 x 95 , G – 16	80 (3)
200	4 x 120 , G – 16	80 (3)
250	4 x 185 , G – 25	100 (4)
320	4 x 300 , G – 25	125 (5)
400	2 (4 x 120 , G – 25)	2 x 80 (3)
500	2 (4 x 185 , G – 35)	2 x 90
630	2 (4 x 300 , G – 50)	2 x 100 (4)
800	2 (4 x 400 , G – 50)	2 x 125 (5)
1000	3 (4 x 300 , G - 70)	3 x 125 (5)

ตาราง D 2 – 3

วงจร 3 เฟส, 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2

สายแกนเดียว VCT 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4 x 2.5 , G – 2.5	32 ($1^1/_4$)
20	4 x 4 , G – 2.5	32 ($1^1/_4$)
25	4 x 6 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
32	4 x 10 , G – 4	50 (2)
40	4 x 10 , G – 4	50 (2)
50	4 x 16 , G – 6	50 (2)
63	4 x 25 , G – 6	65 ($2^1/_2$)
80	4 x 35 , G – 10	65 ($2^1/_2$)

ตาราง D 2 – 4

วงจร 3 เฟส, 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2

สายแกนเดียว XLPE 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4 x 2.5 , G – 2.5	25 (1)
20	4 x 2.5 , G – 2.5	25 (1)
25	4 x 4 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
32	4 x 4 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
40	4 x 6 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
50	4 x 10 , G – 6	32 ($1^1/_4$)
63	4 x 16 , G – 6	40 ($1^1/_2$)
80	4 x 25 , G – 10	40 ($1^1/_2$)
100	4 x 25 , G – 10	40 ($1^1/_2$)
125	4 x 35 , G – 16	50 (2)
160	4 x 70 , G – 16	65 ($2^1/_2$)
200	4 x 70 , G – 16	65 ($2^1/_2$)
250	4 x 120 , G – 25	65 ($2^1/_2$)
320	4 x 185 , G – 25	80 (3)
400	4 x 240 , G – 25	90 ($3^1/_2$)
500	2 (4 x 120 , G – 35)	2 x 65 ($2^1/_2$)
630	2 (4 x 185 , G – 50)	2 x 80 (3)
800	2 (4 x 240 , G – 50)	2 x 90 ($3^1/_2$)
1000	3 (4 x 185 , G – 70)	3 x 80 (3)

ตาราง D 2 – 5

วงจร 3 เฟส, 4 สาย 230 / 400 Vการติดตั้งกลุ่มที่ 2

สายหลายแกน NYY 4/C - G

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4/C 2.5 – G	25 (1)
20	4/C 4 – G	32 (1 $^1/_4$)
25	4/C 6 – G	32 (1 $^1/_4$)
32	4/C 10 – G	40 (1 $^1/_2$)
40	4/C 10 – G	40 (1 $^1/_2$)
50	4/C 16 – G	40 (1$^1/_2$)
63	4/C 25 – G	50 (2)
80	4/C 35 – G	65 (2 $^1/_2$)
100	4/C 50 – G	65 (2$^1/_2$)
125	4/C 70 – G	80 (3)
160	4/C 120 – G	90 (3$^1/_2$)
200	4/C 185 – G	125 (5)
250	4/C 240 – G	125 (5)
320	2 (4/C 120 – G)	2 x 90 (3$^1/_2$)
400	2 (4/C 185 – G)	2 x 125 (5)
500	2 (4/C 240 – G)	2 x 125 (5)
630	3 (4/C 185 – G)	3 x 125 (5)
800	4 (4/C 185 – G)	4 x 125 (5)
1000	4 (4/C 240 – G)	4 x 125 (5)

ตาราง D 2 – 6

วงจร 3 เฟส, 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2

สายหลายแกน VCT 4/C – G

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4/C 2.5 – G	25 (1)
20	4/C 4 – G	32 ($1\ ^1/_4$)
25	4/C 6 – G	32 ($1\ ^1/_4$)
32	4/C 10 – G	40 ($1\ ^1/_2$)
40	4/C 10 – G	40 ($1\ ^1/_2$)
50	4/C 16 – G	50 (2)
63	4/C 25 – G	65 ($2^1/_2$)
80	4/C 35 – G	65 ($2^1/_2$)

ตาราง D 2 – 7

วงจร 3 เฟส, 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 2

สาย หลายแกน XLPE 4/C , G

CB (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4/C 2.5 , G – 2.5	32 ($1^1/_4$)
20	4/C 2.5 , G – 2.5	32 ($1^1/_4$)
25	4/C 4 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
32	4/C 4 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
40	4/C 6 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
50	4/C 10 , G – 6	40 ($1^1/_2$)
63	4/C 16 , G – 6	40 ($1^1/_2$)
80	4/C 25 , G – 10	50 (2)
100	4/C 35 , G – 10	65 ($2^1/_2$)
125	4/C 50 , G – 16	65 ($2^1/_2$)
160	4/C 70 , G – 16	80 (3)
200	4/C 95 , G – 16	80 (3)
250	4/C 150 , G – 25	90 ($3^1/_2$)
320	4/C 240 , G – 25	125 (5)
400	4/C 300 , G – 25	125 (5)
500	2 (4/C 150 , G – 35)	2 x 125 (5)
630	2 (4/C 240 , G – 50)	2 x 125 (5)
800	2 (4/C 300 , G – 50)	2 x 125
1000	3 (4/C 240 , G – 70)	3 x 125

ภาคผนวก E 1

วงจรไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้า ต้องมี ขนาดไม่น้อยกว่า AT ของ CB
- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายการติดตั้งกลุ่มที่ 5

  สาย PVC ตารางที่ 5 - 23

  สาย XLPE ตารางที่ 5 - 29
- ร้อยท่อฝังดิน ตัวคูณปรับค่า ตารางที่ 5– 46
- สายดิน ใช้ ตารางที่ 4 – 2
- CB 16 A – 200 A

<u>ตัวอย่างที่ E.1</u> วงจรย่อย 1 เฟส, 230 VCB 50 A จะต้องใช้สายและท่อ ขนาดเท่าใดการติดตั้งกลุ่มที่ 5

ใช้สาย NYY 1/C

<u>วิธีทำ</u>

CB 50 A ตารางที่ 4 – 2G - 6 mm^2

ตารางที่ 5 – 23 NYY 1/C 2 เส้น 10 mm^2 62 A

ท่อ 32 mm

2 x 6 mm^2 G - 6 mm^2

<u>ตัวอย่างที่ E 1.2</u> วงจรสายป้อน 1 เฟส 230 V จ่ายไฟให้โหลดขนาด 80 A , 230 V ถ้าใช้สาย XLPE 1/C จะต้องใช้สายและท่อขนาดเท่าใด การติดตั้งกลุ่มที่ 5

<u>วิธีทำ</u>

I = 80 A

ใช้ CB 100 A

CB 100 A

ตารางที่ 4 - 2 G - 10 mm^2

สาย XLPE ตารางที่ 5 - 29 ตัวนำกระแส 2

ใช้สาย 2 x 25 mm^2 , G - 10 mm^2 (104 A)

ขนาดท่อ 32 mm

<u>ตัวอย่างที่ E1.3</u> CB 500 A , 3 ph , 4 w 230 / 400 V ร้อยท่อฝังดิน ท่อวางชิดกัน ให้หาขนาดสาย XLPE และ ท่อใช้ 2 ควบ

<u>วิธีทำ</u>

CB 500 A ตารางที่ 4 - 2 สายดิน G - 35 mm^2

2 ท่อวางชิดกัน ตัวคูณปรับค่า ตารางที่ 5– 46 Cg = 0.85

I_C = 500 / (2 x 0.85) = 294 A

ตารางที่ 5 - 29 สาย 150 mm^2 (312 A)

2 (3 x 150 , 1 x 95, G - 35 mm^2)

ขนาดท่อ 65 mm

ตาราง E 1 – 1

วงจร1เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5

สายแกนเดียว NYY 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2 x 2.5 , G – 2.5	32 ($1^1/_4$)
20	2 x 2.5 , G – 2.5	32 ($1^1/_4$)
25	2 x 2.5 , G – 2.5	32 ($1^1/_4$)
32	2 x 4 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
40	2 x 6 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
50	2 x 10 , G – 6	40 ($1^1/_2$)
63	2 x 16 , G – 6	40 ($1^1/_2$)
80	2 x 16 , G – 6	40 ($1^1/_2$)
100	2 x 25 , G – 10	40 ($1^1/_2$)
125	2 x 35 , G – 16	50 (2)
160	2 x 70 , G – 16	65 ($2^1/_2$)
200	2 x 95 , G – 16	65 ($2\ ^1/_2$)

ตาราง E1 – 2

วงจร1เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5

สายแกนเดียว VCT 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2 x 2.5 , G – 2.5	25(1)
20	2 x 2.5 , G – 2.5	25(1)
25	2 x 2.5 , G – 2.5	25(1)
32	2 x 4 , G – 4	25(1)
40	2 x 6 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
50	2 x 10 , G – 6	40 ($1^1/_2$)
63	2 x 16 , G – 6	40 ($1^1/_2$)
80	2 x 16 , G – 6	40 ($1^1/_2$)
100	2 x 25 , G – 10	50(2)
125	2 x 35 , G – 16	50 (2)

ตาราง E1 – 3

วงจร 1 เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5

สาย แกนเดียว XLPE 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2 x 2.5 , G – 2.5	20 ($^3/_4$)
20	2 x 2.5 , G – 2.5	20 ($^3/_4$)
25	2 x 2.5 , G – 2.5	20 ($^3/_4$)
32	2 x 2.5 , G – 2.5	20 ($^3/_4$)
40	2 x 4 , G – 4	25 (1)
50	2 x 6 , G – 6	25 (1)
63	2 x 10 , G – 6	25 (1)
80	2 x 16 , G – 10	32 ($1^1/_4$)
100	2 x 25 , G – 10	32 ($1^1/_4$)
125	2 x 35 , G – 16	40 ($1^1/_2$)
160	2 x 50 , G – 16	40 ($1^1/_2$)
200	2 x 70 , G – 16	50(2)

ตาราง E 1 – 4

วงจร1เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5

สายหลายแกน NYY 2/C - G

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2/C 2.5 – G	25 (1)
20	2/C 2.5 – G	25 (1)
25	2/C 2.5 – G	25 (1)
32	2/C 4 – G	25(1)
40	2/C 6 – G	25(1)
50	2/C 10 – G	32 ($1^1/_4$)
63	2/C 16 – G	40 ($1^1/_2$)
80	2/C 16 – G	40 ($1^1/_2$)
100	2/C 25 – G	40 ($1^1/_2$)
125	2/C 35 – G	50(2)
160	2/C 70 – G	65 ($2^1/_2$)
200	2/C 95 – G	65 ($2^1/_2$)

ตาราง E1 – 5

วงจร1เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5

สายหลายแกน VCT 2/C – G

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2/C 2.5 – G	20 ($^3/_4$)
20	2/C 2.5 – G	20 ($^3/_4$)
25	2/C 2.5 – G	20 ($^3/_4$)
32	2/C 4 – G	25 (1)
40	2/C 6 – G	25 (1)
50	2/C 10 – G	32 ($1^1/_4$)
63	2/C 16 – G	40 ($1^1/_2$)
80	2/C 16 – G	40 ($1^1/_2$)
100	2/C 25 – G	40 ($1^1/_2$)
125	2/C 35 – G	50 (2)

ตาราง E 1– 6

วงจร 1 เฟส, 2 สาย 230 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5

สายหลายแกน XLPE 2/C , G

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	2/C 2.5 , G – 2.5	25 (1)
20	2/C 2.5 , G – 2.5	25 (1)
25	2/C 2.5 , G – 2.5	25 (1)
32	2/C 2.5 , G – 2.5	25 (1)
40	2/C 4 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
50	2/C 6 , G – 6	32 ($1^1/_4$)
63	2/C 10 , G – 6	32 ($1^1/_4$)
80	2/C 16 , G – 10	40 ($1^1/_2$)
100	2/C 25 , G – 10	50 (2)
125	2/C 35 , G – 16	50 (2)
160	2/C 50 , G – 16	65 ($2^1/_2$)
200	2/C 70 , G – 16	65 ($2^1/_2$)

ภาคผนวก E 2

วงจรไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้า ต้องมี ขนาดไม่น้อยกว่าAT ของ CB
- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายการติดตั้งกลุ่มที่ 5

  สาย PVC ตารางที่ 5 - 23

  สาย XLPE ตารางที่ 5 - 29
- ร้อยท่อฝังดิน ตัวคูณปรับค่า ตารางที่ 5– 46
- สายดิน ใช้ ตารางที่ 4 - 2
- ขนาดสาย Neutralต้องทำตาม ข้อ 3.2.4

  ขนาดตัวนำ Neutral ของสายป้อน ในตาราง ใช้ Full Neutral
- CB 16 A – 1000A

<u>ตัวอย่างที่ E 2.1</u> CB 500 A , 3 ph , 4 w 230 / 400 V ร้อยท่อฝังดิน ท่อวางชิดกัน ให้หาขนาดสาย XLPE และ ท่อใช้ 2 ควบ

<u>วิธีทำ</u>

CB 500 A ตารางที่ 4 - 2 สายดิน G - 35 mm²

2 ท่อ วางชิดกัน ตัวคูณปรับค่า ตารางที่ 5 – 46 Cg = 0.85

I_C = 500 / (2 x 0.85) = 294 A

ตารางที่ 5 - 29 สาย 150 mm² (312 A)

2 (3 x 150 , 1 x 95, G - 35 mm²)

ขนาดท่อ 2 x65 mm

ตัวอย่างที่ E 2.2 CB 500 A , 3 ph , 4 w 230 / 400 V ร้อยท่อฝังดิน ท่อวางชิดกัน ให้หาขนาดสาย XLPE 4/C และ ท่อใช้ 2 ควบ

วิธีทำ

CB 500 A ตารางที่ 4 - 2 สายดิน G - 35 mm²

2 ท่อ วางชิดกัน ตัวคูณปรับค่า ตารางที่ 5– 46 Cg = 0.85

I_C = 500 / (2 x 0.85) = 294 A

ตารางที่ 5 - 29 สาย 150 mm² (312 A)

2 (4/C 150 , G - 35 mm²)

ขนาดท่อ 2 x 90 mm

ตัวอย่างที่ E 2.3 CB 800 A , 3 ph , 4 w 230 / 400 V ร้อยท่อฝังดิน ท่อวางชิดกัน ให้หาขนาดสาย และ ท่อ NYY 4/C – G ใช้ 3 ควบ

วิธีทำ

CB 800 A

2 ท่อ วางชิดกัน ตัวคูณปรับค่า ตารางที่ 5– 46 Cg = 0.75

I_C = 800 / (3 x 0.75) = 356 A

ตารางที่ 5 - 23 สาย 240 mm² (361 A)

3 (4/C – G 240 mm²)

ขนาดท่อ 3 x 125 mm

ตาราง E 2 – 1
วงจร 3 เฟส , 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5
สายแกนเดียว NYY 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4 x 2.5 , G – 2.5	40 ($1^1/_2$)
20	4 x 2.5 , G – 2.5	40 ($1^1/_2$)
25	4 x 4 , G – 4	40 ($1^1/_2$)
32	4 x 4 , G – 4	40 ($1^1/_2$)
40	4 x 4 , G – 4	40 ($1^1/_2$)
50	4 x 10 , G – 6	50 (2)
63	4 x 16 , G – 6	50 (2)
80	4 x 25 , G – 10	65 ($2^1/_2$)
100	4 x 35 , G – 10	65 ($2^1/_2$)
125	4 x 50 , G – 16	65 ($2^1/_2$)
160	4 x 70 , G – 16	80 (3)
200	4 x 95 , G – 16	80 (3)
250	4 x 150 , G – 25	100 (4)
320	4 x 240 , G – 25	100 (4)
400	4 x 300 , G – 25	125 (5)
500	2 (4 x 185 , G – 35)	2 x 90 ($3^1/_2$)
630	2 (4 x 300 , G – 50)	2 x 125 (5)
800	3 (4 x 240 , G – 50)	3 x 100 (4)
1000	3 (4 x 400 , G – 70)	3 x 125 (5)

ตาราง E 2 – 2
วงจร 3 เฟส , 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5
สายแกนเดียว VCT 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4 x 2.5 , G – 2.5	32 ($1^1/_4$)
20	4 x 2.5 , G – 2.5	32 ($1^1/_4$)
25	4 x 4 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
32	4 x 4 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
40	4 x 4 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
50	4 x 10 , G – 6	50 (2)
63	4 x 16 , G – 6	50 (2)
80	4 x 25 , G – 10	65 ($2^1/_2$)
100	4 x 35 , G – 10	65 ($2^1/_2$)

ตาราง E 2 – 3
วงจร 3 เฟส , 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5
สายแกนเดียว XLPE 1/C

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4 x 2.5 , G – 2.5	25 (1)
20	4 x 2.5 , G – 2.5	25 (1)
25	4 x 2.5 , G – 2.5	25 (1)
32	4 x 4 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
40	4 x 6 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
50	4 x 10 , G – 6	32 ($1^1/_4$)
63	4 x 10 , G – 6	32 ($1^1/_4$)
80	4 x 16 , G – 10	40 ($1^1/_2$)
100	4 x 25 , G – 10	50 (2)
125	4 x 35 , G – 16	50 (2)
160	4 x 70 , G – 16	65 ($2^1/_2$)
200	4 x 95 , G – 16	65 ($2^1/_2$)
250	4 x 120 , G – 25	80 (3)
320	4 x 185 , G – 25	80 (3)
400	4 x 240 ,G – 50	90 ($3^1/_2$)
500	2 (4 x 150 , G – 35)	2 x 80(3)
630	2 (4 x 240 , G – 50)	2 x 90 ($3^1/_2$)
800	2 (4 x 300 , G – 50)	2 x 100(4)
1000	3 (4 x 300 , G – 70)	3 x 100(4)

ตาราง E 2 – 4
วงจร 3 เฟส , 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5
สายหลายแกน NYY 4/C – G

CB (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4/C 2.5 – G	25 (1)
20	4/C 2.5 – G	25 (1)
25	4/C 2.5 – G	25 (1)
32	4/C 4 – G	32 ($1^1/_4$)
40	4/C 6 – G	32 ($1^1/_4$)
50	4/C 10 – G	40 ($1^1/_2$)
63	4/C 16 – G	40 ($1^1/_2$)
80	4/C 25 – G	50 (2)
100	4/C 35 – G	65 ($2^1/_2$)
125	4/C 50 – G	65 ($2^1/_2$)
160	4/C 70 – G	80 (3)
200	4/C 95 – G	80 (3)
250	4/C 150 – G	100 (4)
320	4/C 240 – G	125 (5)
400	4/C 300 – G	150 (6)
500	2 (4/C 185 – G)	2 x 125 (5)
630	2 (4/C 300 – G)	2 x 150 (5)
800	3 (4/C 240 – G)	3 x 125 (5)
1000	4 (4/C 240 – G)	4 x 125 (5)

ตาราง E 2 – 5
วงจร 3 เฟส , 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5
สายหลายแกน VCT 4/C – G

CB (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4/C 2.5 – G	25 (1)
20	4/C 2.5 – G	25 (1)
25	4/C 2.5 – G	25 (1)
32	4/C 4 – G	32 ($1^1/_4$)
40	4/C 6 – G	32 ($1^1/_4$)
50	4/C 10 – G	40 ($1^1/_2$)
63	4/C 16 – G	50 (2)
80	4/C 25 – G	65 ($2^1/_2$)
100	4/C 35 – G	65 ($2^1/_2$)

ตาราง E 2 – 6

วงจร 3 เฟส , 4 สาย 230 / 400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 5

หลายแกน XLPE 4/C - G

CB (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ mm (inch)
16	4/C 2.5 , G – 2.5	32($1^1/_4$)
20	4/C 2.5 , G – 2.5	32($1^1/_4$)
25	4/C 2.5 , G – 2.5	32($1^1/_4$)
32	4/C 4 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
40	4/C 6 , G – 4	32 ($1^1/_4$)
50	4/C 10 , G – 6	40 ($1^1/_2$)
63	4/C 10 , G – 6	40 ($1^1/_2$)
80	4/C 16 , G – 10	40 ($1^1/_2$)
100	4/C 25 , G – 10	50 (2)
125	4/C 35 , G – 16	65 ($2^1/_2$)
160	4/C 70 , G – 16	80 (3)
200	4/C 95 , G – 16	80 (3)
250	4/C 120 , G – 25	90($3^1/_2$)
320	4/C 185 , G – 25	100 (4)
400	4/C 240 , G – 25	125 (5)
500	2 (4/C 150 , G – 35)	2 x 90 ($3^1/_2$)
630	2 (4/C 240 , G – 50)	2 x 125(5)
800	2 (4/C 300 , G – 50)	2 x 125(5)
1000	3 (4/C 300 , G – 70)	3 x 125(5)

ภาคผนวก F

ขนาดสายไฟฟ้าตามขนาด CB บนรางเคเบิล Cable Trays

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้าต้องมี ขนาดไม่น้อยกว่า AT ของ CB
- พิกัดกระแสของสายไฟฟ้าบนรางเคเบิล Cable Trays การติดตั้งกลุ่มที่ 7

  สาย PVC ตารางที่ 5 - 30

  สาย XLPE ตารางที่ 5 - 32
- ตัวคูณปรับค่า ตารางที่ 5 - 40
- ขนาด Tray $W \geq 1.25 \sum D$
- ใช้ Full Neutral

<u>ตัวอย่างที่ F.1</u> สายป้อน , 3 ph , 4 w 230 / 400 V CB 500 A ใช้ XLPE แกนเดียวเดินบนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศให้หาขนาดสาย

<u>วิธีทำ</u>

CB 500 A ตารางที่ 4 - 2 สายดิน G - 35 mm^2

การติดตั้งกลุ่มที่7 ตารางที่ 5 - 32

สาย XLPE , 240 mm^2 I = 577 A

4 x 240 , G - 35 mm^2

ตัวอย่างที่ F.2 สายป้อน , 3 ph , 4 w 230 / 400 V CB 1000 A ใช้ XLPE 4/C เดินบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบบันไดให้หาขนาดสาย และ ขนาด Tray ใช้ควบ 3

วิธีทำ

CB 1000 A ตารางที่ 4 - 2 สายดิน G - 70 mm²

การติดตั้งกลุ่มที่ 7 ตารางที่ 5 – 32

ควบ 3 Cable Trays แบบบันได ตารางที่ 5 - 41 Cg = 0.82

Ic = 1000 / (3 x 0.82) = 407 A

3 (4/C185) G - 70 mm² 415 A

ขนาด Tray W $\geq$ 1.25 $\sum$ D

= 1.25 x 3 x 54

= 203 mm

= 300 mm

ตัวอย่างที่ F.3 สายป้อน , 3 ph , 4 w 230 / 400 V CB 500 A ใช้ NYY แกนเดียวเดินบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิดแบบล่างทึบไม่มีฝาปิดให้หาขนาดสาย ใช้ควบ 3 ชุด

วิธีทำ

CB 500 A ตารางที่ 4 - 2 สายดิน G - 35 mm²

ควบ 3 รางเคเบิลไม่มีฝาปิดแบบล่างทึบไม่มีฝาปิด

ตารางที่ 5 – 40 (ก) Cg = 0.79

I_C = 500 / (3 x 0.79) = 211 A

ตารางที่ 5 – 30 (ก) NYY 1/C

3 (4 x 95 mm²) G - 35 mm² 227 A

ตาราง F – 1

วงจร 3 เฟส 4 สาย 230/400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 7

วางบนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิดแบบระบายอากาศ

สาย NYY 1/C

CB (A)	ขนาดสายไฟฟ้า (mm^2)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
400	4 x 240 , G – 25 2 (4 x 95) , G – 25	200 300
500	4 x 300 , G – 35 2 (4 x 120) , G – 35	200 300
630	2 (4 X 185) , G -50 3 (4 x 120) , G – 50	300 400
800	2 (4 X 240) , G -50 3 (4 x 150) , G – 50	400 400
1000	3 (4 X 240) , G – 70 4 (4 x 150) , G – 70	500 600
1250	3 (4 X 300) , G – 95 4 (4 x 240) , G – 95	600 700
1600	4 (4 X 300) , G – 120 5 (4 x 240) , G – 120	700 800
2000	6 (4 X 240) , G – 120 7 (4 x 185) , G – 120	1000 1000

ตาราง F – 2

วงจร 3 เฟส 4 สาย 230/400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 7

วางบนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิดแบบบันได

สาย NYY 1/C

CB (A)	ขนาดสายไฟฟ้า (mm^2)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
400	4 x 240 , G – 25 2 (4 x 95) , G – 25	200 300
500	4 x 300 , G – 35 2 (4 x 120) , G – 35	200 300
630	2 (4 X 185) , G -50 3 (4 x 95) , G – 50	300 400
800	2 (4 X 240) , G -50 3 (4 x 120) , G – 50	400 400
1000	3 (4 X 185) , G – 70 4 (4 x 120) , G – 70	500 500
1250	3 (4 X 240) , G – 95 4 (4 x 185) , G – 95	600 600
1600	4 (4 X 240) , G – 120 5 (4 x 185) , G – 120	700 700
2000	5 (4 X 240) , G – 120 6 (4 x 185) , G – 120	800 900

ตาราง F – 3

วงจร 3 เฟส 4 สาย 230/400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 7

วางบนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิดแบบระบายอากาศ

สาย XLPE 1/C

CB (A)	ขนาดสายไฟฟ้า (mm^2)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
400	4 x 150 , G – 25 2 (4 x 70) , G – 25	200 200
500	4 x 240 , G – 35 2 (4 x 95) , G – 35	200 200
630	4 X 300 , G -50 2 (4 x 120) , G – 50	200 200
800	2 (4 X 185) , G -50 3 (4 x 95) , G – 50	300 300
1000	2 (4 X 240) , G – 70 3 (4 x 150) , G – 70	400 400
1250	3 (4 X 185) , G – 95 4 (4 x 150) , G – 95	400 500
1600	3 (4 X 300) , G – 120 4 (4 x 240) , G – 120	600 600
2000	4 (4 X 300) , G – 120 5 (4 x 240) , G – 120	700 700

ตาราง F – 4

วงจร 3 เฟส 4 สาย 230/400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 7

วางบนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิดแบบบันได

สาย XLPE 1/C

CB (A)	ขนาดสายไฟฟ้า (mm^2)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
400	4 x 150 , G – 25 2 (4 x 70) , G – 25	200 200
500	4 x 240 , G – 35 2 (4 x 95) , G – 35	200 200
630	4 X 300 , G -50 2 (4 x 120) , G – 50	200 200
800	2 (4 X 150) , G -50 3 (4 x 95) , G – 50	300 300
1000	2 (4 X 240) , G – 70 3 (4 x 120) , G – 70	300 400
1250	2 (4 X 300) , G – 95 3 (4 x 185) , G – 95	400 400
1600	3 (4 X 240) , G – 120 4 (4 x 185) , G – 120	500 500
2000	4 (4 X 240) , G – 120 5 (4 x 185) , G – 120	600 600

ตาราง F – 5

วงจร 3 เฟส 4 สาย 230/400 V การติดตั้งกลุ่มที่

วางบนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิดแบบระบายอากาศ

สาย NYY 4/C

CB (A)	ขนาดสายไฟฟ้า (mm^2)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
400	4/C300 , G – 25 2 (4/C120) , G – 25	200 200
500	2 (4/C185), G – 35 3 (4/C95) , G – 35	200 200
630	2 (4/C240) , G -50 3 (4/C150) , G – 50	200 300
800	3 (4/C240) , G -50 4 (4/C150) , G – 50	300 400
1000	3 (4/C300) , G – 70 4 (4/C240) , G – 70	400 400
1250	4 (4/C300) , G – 95 5 (4/C240) , G – 95	500 500
1600	6 (4/C240) , G – 120 8 (4/C185) , G – 120	600 700
2000	7 (4/C300) , G – 120 8 (4/C240) , G – 120	800 800

ตาราง F – 6

วงจร 3 เฟส 4 สาย 230/400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 7

วางบนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิดแบบบันได

สาย NYY 4/C

CB (A)	ขนาดสายไฟฟ้า (mm^2)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
400	4 x 300 , G – 25 2 (4/C120) , G – 25	200 200
500	2 (4/C185), G – 35 3 (4/C95) , G – 35	200 200
630	2 (4/C240) , G -50 3 (4/C150) , G – 50	200 300
800	3 (4/C240) , G -50 4 (4/C150) , G – 50	300 400
1000	3 (4/C300) , G – 70 4 (4/C185) , G – 70	400 400
1250	4 (4/C300) , G – 95 5 (4/C240) , G – 95	500 500
1600	5 (4/C300) , G – 120 6 (4/C240) , G – 120	600 600
2000	6 (4/C300) , G – 120 7 (4/C240) , G – 120	700 700

ตาราง F– 7

วงจร 3 เฟส 4 สาย 230/400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 7

วางบนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิดแบบระบายอากาศ

สาย XLPE 4/C

CB (A)	ขนาดสายไฟฟ้า (mm^2)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
400	4/C 185 , G – 25 2 (4/C 95) , G – 25	200 200
500	4 x 300 , G – 35 2 (4/C 120) , G – 35	200 200
630	2 (4/C 150) , G -50 3 (4/C 95) , G – 50	200 200
800	3 (4/C 150) , G -50 4 (4/C 95) , G – 50	200 200
1000	3 (4/C185) , G – 70 4 (4/C150) , G – 70	300 300
1250	4 (4/C185) , G – 95 5 (4/C150) , G – 95	300 300
1600	5 (4/C240) , G – 120 6 (4/C185) , G – 120	400 400
2000	6 (4/C240) , G – 120 7 (4/C185) , G – 120	500 500

ตาราง F – 8
วงจร 3 เฟส 4 สาย 230/400 V การติดตั้งกลุ่มที่ 7
วางบนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิดแบบบันได
สาย XLPE 4/C

CB (A)	ขนาดสายไฟฟ้า (mm^2)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
400	4 /C 185 , G – 25 2 (4/C 95) , G – 25	200 200
500	4 x 300 , G – 35 2 (4/C 120) , G – 35	200 200
630	2 (4/C 150) , G -50 3 (4/C 95) , G – 50	200 200
800	3 (4/C 150) , G -50 4 (4/C 95) , G – 50	200 200
1000	3 (4/C185) , G – 70 4 (4/C120) , G – 70	300 300
1250	4 (4/C 185) , G – 95 5 (4/C 150) , G – 95	300 300
1600	5 (4/C185) , G – 120 6 (4/C 150) , G – 120	400 400
2000	6 (4/C 240) , G – 120 7 (4/C185) , G – 120	500 500

ภาคผนวก H
แรงดันตก ตามการติดตั้งกลุ่มที่ 2 และ 5

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

แรงดันตกสำหรับระบบแรงต่ำ

1. กรณีรับไฟแรงต่ำจากการไฟฟ้าแรงดันตกคิดจากเครื่องวัดฯ จนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกัน ต้องไม่เกิน 5 % จากระบบแรงดันที่ระบุ
2. กรณีรับไฟแรงสูงจากการไฟฟ้าแรงดันตกคิดจากบริภัณฑ์ประธานแรงต่ำจนถึงจุดใช้ไฟ จุดสุดท้ายรวมกัน ต้องไม่เกิน 5 % จากระบบแรงดันที่ระบุ

แรงดันตกจากสายประธาน (Service) ไปยังโหลด (Load)	5	%
อาจแยกออกเป็น		
แรงดันตกในสายป้อน (Feeder)	2 - 3	%
แรงดันตกในวงจรย่อย (Branch Circuit)	2 - 3	%
รวม ไม่เกิน	5	%

การคำนวณแรงดันตก

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. พ.ศ. 2564 ได้ให้ตารางสำหรับคำนวณแรงดันตกในภาคผนวก ฐ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ตารางตามชนิดของฉนวน และวิธีการติดตั้ง

การคำนวณแรงดันตกสามารถทำได้ตามสูตร

$$VD = VD(T) \times I \times L / 1000$$

โดยที่

VD = ค่าแรงดันตก (V)

VD (T) = ค่าจาก ตารางภาคผนวก ฐ (mV/A/m)

I = กระแส (A)

L = ความยาวทางเดียวของวงจร (m)

สูตรนี้ใช้ได้ทั้งระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส เนื่องจากค่า VD (T) ในตารางได้ปรับค่าไว้ให้แล้ว

<u>ตารางแรงดันตกตามการติดตั้งกลุ่มที่ 2 และ 5</u>

เนื่องจากการติดตั้งกลุ่มที่ 2 และ 5 มีใช้มากที่สุด จึงได้ทำตารางการคำนวณหาความยาวสายวงจรสำหรับ แรงดันตกไม่เกิน 2 % และ 3 % ตามกระแสพิกัด

ในการใช้งานจริงจะใช้กระแสน้อยกว่ากระแสพิกัด จากตารางสามารถคำนวณหาระยะใหม่โดยการเทียบ

<u>ตัวอย่างที่ H.1</u> ระบบไฟฟ้า 1 ph 230 V ใช้ สาย IEC 01 (THW) 4 mm^2

การติดตั้งกลุ่มที่ 2 I_L = 10 A ต้องการ VD ไม่เกิน 2 %

ระยะสูงสุด เท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

จากตาราง H1 สาย PVC การติดตั้งกลุ่มที่ 2

สาย IEC 01 (THW) 4 mm^2 ที่ กระแสพิกัด 28 A VD 2 % L = 14.9 m

I_L = 10 A

L = (14.9 x 28) / 10

= 41.7 m

<u>ตัวอย่างที่ H.2</u> วงจรสายป้อน 3 เฟส 4 สาย , 230 / 400 V

ใช้ สาย XLPE แกนเดียว 4 x 50 mm^2 การติดตั้งกลุ่มที่ 2

ถ้า I_L = 140 A ถ้าต้องการ VD ไม่เกิน 3 % ระยะสูงสุด เท่าใด

<u>วิธีทำ</u>

จากตาราง H4 สาย XLPE การติดตั้งกลุ่มที่ 2

สาย XLPE 50 mm^2 ที่ กระแสพิกัด 159 A VD 3 % L = 82.9 m

I_L = 140 A

L = (82.9 x 159) / 140

= 94.2 m

ตัวอย่างที่ H.3 ระบบไฟฟ้า 1 ph 230 V ใช้ สาย NYY แกนเดียว 2 x 10 mm^2
การติดตั้งกลุ่มที่ 5 I_L = 50 A ต้องการ VD ไม่เกิน 2.5 %

ระยะสูงสุด เท่าใด

วิธีทำ

จากตาราง H 5สาย PVC การติดตั้งกลุ่มที่ 5

สาย NYY แกนเดียว 2 x 10mm^2 ที่ กระแสพิกัด 62 A VD 2 % L = 13.7 m

I_L = 50 A

L = (13.7 x 62 x 2.5) / (50 x 2)

= 21.2 m

ตัวอย่างที่ H.4 วงจรสายป้อน 3 เฟส 4 สาย , 230 / 400 V
ใช้ สาย XLPE แกนเดียว 4 x 35 mm^2 การติดตั้งกลุ่มที่ 5
ถ้า I_L = 100 A ถ้าระยะทางเดียว 80 m VD จะเป็นเท่าใด

วิธีทำ

จากตาราง H 8สาย XLPE การติดตั้งกลุ่มที่ 5

สาย XLPE 4 x 35mm^2 ที่ กระแสพิกัด 132 A VD 3 % L = 77.7 m

I_L = 100 A

L = (77.7 x 132) / 100

= 103 m

ระยะ 80 m

VD = (80 / 103) x 3 = 2.33 %

= 2.33 x 400 / 100 = 9.3 V

หรือ VD = 1.17 x 100 x 80 / 1000 = 9.36 V

แรงดันตก PVC แกนเดียว (ตาราง ฐ 1)

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV / A / m)			3 เฟส AC (mV / A / m)			
	รูปแบบการติดตั้ง						
	กลุ่มที่ 1, 2, 5	กลุ่มที่ 3 , 4 , 6 , 7 Touching	กลุ่มที่ 3 , 4 , 6 , 7 Spaced	กลุ่มที่ 1 , 2 , 5	กลุ่มที่ 3 , 4, 6 ,7 Trefoil	กลุ่มที่ 3 , 4, 6 ,7 Flat	กลุ่มที่ 3 , 4, 6 ,7 Spaced
1.0	44	44	44	38	38	38	38
1.5	29	29	29	25	25	25	25
2.5	18	18	18	15	15	15	15
4	11	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5
6	7.3	7.3	7.3	6.4	6.4	6.4	6.4
10	4.4	4.4	4.4	3.8	3.8	3.8	3.8
16	2.8	2.8	2.8	2.4	2.4	2.4	2.4
25	1.81	1.75	1.75	1.52	1.50	1.50	1.52
35	1.33	1.25	1.27	1.13	1.11	1.12	1.15
50	1.00	0.94	0.97	0.85	0.81	0.84	0.86
70	0.71	0.66	0.69	0.61	0.57	0.60	0.63
95	0.56	0.50	0.54	0.48	0.44	0.47	0.50
120	0.48	0.41	0.45	0.40	0.35	0.39	0.43
150	0.41	0.35	0.39	0.35	0.30	0.34	0.38
185	0.36	0.29	0.34	0.31	0.26	0.30	0.34
240	0.30	0.25	0.29	0.27	0.21	0.25	0.29
300	0.27	0.22	0.26	0.24	0.18	0.23	0.26
400	0.25	0.19	0.23	0.22	0.16	0.20	0.24
500	0.23	0.17	0.21	0.20	0.15	0.18	0.22

แรงดันตก PVC หลายแกน (ตาราง ฐ 2)

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV / A / m)	3 เฟส AC (mV / A / m)
	ทุกกลุ่มการติดตั้ง	ทุกกลุ่มการติดตั้ง
1.0	44	38
1.5	29	25
2.5	18	15
4	11	9.5
6	7.3	6.4
10	4.4	3.8
16	2.8	2.4
25	1.75	1.50
35	1.25	1.10
50	0.93	0.80
70	0.65	0.57
95	0.49	0.43
120	0.41	0.36
150	0.34	0.29
185	0.29	0.25
240	0.24	0.21
300	0.21	0.18
400	0.17	0.15

แรงดันตก XLPE แกนเดียว (ตาราง ฐ 3)

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV / A / m)			3 เฟส AC (mV / A / m)			
	รูปแบบการติดตั้ง						
	กลุ่มที่ 1, 2 , 5	กลุ่มที่ 3 , 4 , 6 , 7 Touching	กลุ่มที่ 3 , 4 , 6 , 7 Spaced	กลุ่มที่ 1 , 2 , 5	กลุ่มที่ 3 , 4 , 6 , 7 Trefoil	กลุ่มที่ 3 , 4 , 6 , 7 Flat	กลุ่มที่ 3 , 4 , 6 , 7 Spaced
1.0	46	46	46	40	40	40	40
1.5	31	31	31	27	27	27	27
2.5	19	19	19	16	16	16	16
4	12	12	12	10	10	10	10
6	7.9	7.9	7.9	6.8	6.8	6.8	6.8
10	4.7	4.7	4.7	4.0	4.0	4.0	4.0
16	2.9	2.9	2.9	2.5	2.5	2.5	2.5
25	1.85	1.85	1.85	1.60	1.57	1.58	1.60
35	1.37	1.35	1.37	1.17	1.14	1.15	1.17
50	1.04	1.00	1.02	0.91	0.87	0.87	0.90
70	0.75	0.70	0.73	0.65	0.61	0.62	0.64
95	0.58	0.52	0.56	0.50	0.45	0.46	0.50
120	0.49	0.42	0.47	0.42	0.37	0.38	0.42
150	0.42	0.36	0.40	0.37	0.31	0.33	0.37
185	0.37	0.31	0.35	0.32	0.26	0.27	0.31
240	0.32	0.25	0.30	0.27	0.22	0.23	0.27
300	0.28	0.22	0.26	0.24	0.19	0.20	0.24
400	0.25	0.19	0.23	0.22	0.17	0.18	0.22
500	0.23	0.17	0.21	0.20	0.15	0.16	0.20

แรงดันตก XLPE หลายแกน (ตาราง ฐ 4)

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV / A / m)	3 เฟส AC (mV / A / m)
	ทุกกลุ่มการติดตั้ง	ทุกกลุ่มการติดตั้ง
1.0	46	40
1.5	31	27
2.5	19	16
4	12	10
6	7.9	6.8
10	4.7	4
16	2.9	2.5
25	1.85	1.60
35	1.35	1.15
50	0.99	0.86
70	0.68	0.60
95	0.52	0.44
120	0.42	0.36
150	0.35	0.31
185	0.30	0.25
240	0.24	0.22
300	0.21	0.18
400	0.19	0.16

ตาราง H 1 แรงดันตก
ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 230 V
สาย PVC การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ตารางที่ 5 - 20

ขนาดสาย (mm^2)	พิกัดกระแส (A)	แรงดันตกตามภาคผนวก ฐ 1 (mV / A / m)	ความยาวสาย (m) แรงดันตกไม่เกิน	
			2 % (4.6 V)	3 % (6.9 V)
1	12	44	8.7	13.1
1.5	15	29	10.6	15.9
2.5	21	18	12.2	18.3
4	28	11	14.9	22.4
6	36	7.3	17.5	26.3
10	50	4.4	20.9	31.4
16	66	2.8	24.9	37.3
25	88	1.81	28.9	43.3
35	109	1.33	31.7	47.6
50	131	1.00	35.1	52.7
70	167	0.71	38.8	58.2
95	202	0.56	40.7	61.0

ตาราง H 2 แรงดันตก

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 230 / 400 V

สาย PVC แกนเดียว การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ตารางที่ 5 - 20

ขนาดสาย (mm^2)	พิกัดกระแส (A)	แรงดันตกตามภาคผนวก ฐ 1 (mV / A / m)	ความยาวสาย (m) แรงดันตกไม่เกิน	
			2 % (8 V)	3 % (12 V)
1	10	38	21.1	31.6
1.5	13	25	24.6	36.9
2.5	18	15	29.6	44.4
4	24	9.5	35.1	52.6
6	31	6.4	40.3	60.5
10	44	3.8	47.8	71.5
16	59	2.4	56.5	84.7
25	77	1.52	68.4	103
35	96	1.13	73.7	111
50	117	0.85	80.4	121
70	149	0.61	88	132
95	180	0.48	92.6	139
120	208	0.40	96.2	144
150	228	0.35	100	150
185	258	0.31	100	150
240	301	0.27	98.4	148
300	343	0.24	97.2	146

ตาราง H 3 แรงดันตก

ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 230 V

สาย PVC แกนเดียว การติดตั้งกลุ่มที่ 5 ตารางที่ 5 - 23

ขนาดสาย (mm^2)	พิกัดกระแส (A)	แรงดันตกตามภาคผนวก ฐ 1 (mV / A / m)	ความยาวสาย (m) แรงดันตกไม่เกิน	
			2 %(4.6 V)	3 % (6.9 V)
1	17	44	6.2	9.2
1.5	21	29	7.6	11.3
2.5	28	18	9.1	13.7
4	36	11	11.6	17.4
6	46	7.3	13.7	20.5
10	62	4.4	16.9	25.3
16	81	2.8	20.3	30.4
25	106	1.81	24.0	37.0
35	129	1.33	26.8	40.2
50	153	1.00	30.1	45.1
70	190	0.71	34.1	51.1
95	232	0.56	35.4	53.1

ตาราง H 4 แรงดันตก

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 230 / 400 V

สาย PVC แกนเดียว การติดตั้งกลุ่มที่ 5 ตารางที่ 5 - 23

ขนาดสาย (mm^2)	พิกัดกระแส (A)	แรงดันตกตามภาคผนวก ฐ 1 (mV / A / m)	ความยาวสาย (m) แรงดันตกไม่เกิน	
			2 % (8 V)	3 % (12 V)
1	15	38	14.0	21.1
1.5	19	25	16.8	25.3
2.5	25	15	21.3	32.0
4	33	9.5	25.5	38.3
6	41	6.4	30.5	45.7
10	55	3.8	38.3	57.4
16	72	2.4	46.3	69.4
25	94	1.52	56.0	84.0
35	114	1.13	62.1	93.2
50	136	0.85	69.2	104
70	168	0.61	78.1	117
95	204	0.48	81.7	123
120	234	0.40	85.5	128
150	266	0.35	85.9	129
185	303	0.31	85.2	128
240	361	0.27	82.0	123
300	404	0.24	82.5	124

ตาราง H 5 แรงดันตก

ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 230 V

สาย XLPE แกนเดียว การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ตารางที่ 5 - 27

ขนาดสาย (mm^2)	พิกัดกระแส (A)	แรงดันตกตามภาคผนวก ฐ 3 (mV / A / m)	ความยาวสาย (m) แรงดันตกไม่เกิน	
			2 % (4.6 V)	3 % (6.9 V)
1	15	46	6.7	10
1.5	21	31	7.1	10.6
2.5	28	19	8.6	13
4	38	12	10.1	15.1
6	49	7.9	11.9	17.8
10	68	4.7	14.4	21.6
16	91	2.9	17.4	26.1
25	121	1.85	20.5	30.8
35	149	1.37	22.5	33.8
50	180	1.04	24.6	36.9
70	230	0.75	26.7	40
95	278	0.58	28.5	42.8

ตาราง H 6 แรงดันตก

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4สาย 230 / 400 V

สาย XLPE แกนเดียว การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ตารางที่ 5 - 27

ขนาดสาย (mm^2)	พิกัดกระแส (A)	แรงดันตกตาม ภาคผนวก ฐ 3 (mV / A / m)	ความยาวสาย (m) แรงดันตกไม่เกิน	
			2 % (8 V)	3 % (12 V)
1	14	40	14.3	21.4
1.5	18	27	16.5	24.7
2.5	25	16	20	30
4	34	10	23.5	35.3
6	44	6.8	26.7	40.1
10	60	4.0	33.3	50
16	80	2.5	40	60
25	106	1.6	47.2	70.8
35	131	1.17	52.2	78.3
50	159	0.91	55.3	82.9
70	202	0.65	60.9	91.4
95	245	0.50	65.3	98
120	284	0.42	67.1	101
150	311	0.37	69.5	104
185	349	0.32	71.6	107
240	410	0.27	72.3	108
300	468	0.24	71.2	107

ตาราง H 7 แรงดันตก

ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 230 V

สาย XLPE แกนเดียว การติดตั้งกลุ่มที่ 5 ตารางที่ 5 - 29

ขนาดสาย (mm^2)	พิกัดกระแส (A)	แรงดันตกตามภาคผนวก ฐ 3 (mV / A / m)	ความยาวสาย (m) แรงดันตกไม่เกิน	
			2 % (4.6 V)	3 % (6.9 V)
1.5	25	31	5.9	8.9
2.5	33	19	7.3	11.0
4	43	12	8.9	13.4
6	54	7.9	10.8	16.2
10	71	4.7	13.8	20.7
16	94	2.9	16.9	25.3
25	124	1.85	20.1	30.1
35	150	1.37	22.4	33.6
50	180	1.04	24.6	36.9
70	223	0.75	27.5	41.3
95	271	0.58	29.3	43.9

ตาราง H 8 แรงดันตก

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4สาย 230 / 400 V

สาย XLPE แกนเดียว การติดตั้งกลุ่มที่ 5 ตารางที่ 5 - 27

ขนาดสาย (mm^2)	พิกัดกระแส (A)	แรงดันตกตาม ภาคผนวก ฐ 3 (mV / A / m)	ความยาวสาย (m) แรงดันตกไม่เกิน	
			2 % (8 V)	3 % (12 V)
1.5	22	27	13.5	20.2
2.5	29	16	17.2	25.9
4	38	10	21.1	31.6
6	47	6.8	25.0	37.5
10	63	4.0	31.7	47.6
16	83	2.5	38.6	57.8
25	109	1.6	45.9	68.8
35	132	1.17	51.8	77.7
50	159	0.91	55.3	82.9
70	196	0.65	62.8	94.2
95	238	0.50	67.2	101
120	275	0.42	69.2	104
150	312	0.37	69.3	104
185	356	0.32	70.2	105
240	418	0.27	70.9	106
300	475	0.24	70.2	105

ภาคผนวก M

สาย ท่อ CB ของ Motors

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

- ขนาดพิกัดกระแส ของสายไฟฟ้า

ให้คิดไม่น้อยกว่า 125 % ของกระแสพิกัดมอเตอร์

- ขนาดสายดินคิด 1.00 In

ตามข้อ 4.19 และ ตาม ตาราง 4 - 2 ของ CB ขั้นถัดไป

- มอเตอร์สตาร์ทแบบ Star – Delta ซึ่งจะมีสายเข้ามอเตอร์ 6 เส้น

I_C = 1.25 x 0.58 x In = 0.725 x In

ถ้า6 เส้น เดินในท่อเดียวกัน Cg = 0.8

I_C = 0.725 x In / 0.80

= 0.91 x In

- CB , $I_{cb} \leq$ 2.5 x In

ค่าในตารางได้มาจาก ตารางต่างประเทศสำหรับมอเตอร์ทั่วไป CB

I_{cb} = (1.5 - 2.0) x In

<u>ตัวอย่างที่ M.1</u> มอเตอร์ 2.2 kW , 230V , 1 ph , I_n = 19 A ใช้สาย IEC (THW) และ NYY เดินในท่อร้อยสาย ในอากาศให้ขนาด สาย ท่อ CB

<u>วิธีทำ</u>

I_C = 1.25x I_n = 1.25 x 19 = 24 A

CB = 40 A

สาย Ground I_{OL} = 19 A , 20 A

ตาราง 4 - 2 G - 2.5 mm^2

สายไฟฟ้า IEC 01 (THW) 2 x 4 mm^2 (28 A)

G – 2.5 mm^2 , ϕ 15 mm

สายไฟฟ้า NYY 2 x 4 mm^2 (28 A)

G – 2.5 mm^2 , ϕ 32 mm **ตาราง M - 1**

<u>ตัวอย่างที่ M.2</u> มอเตอร์ 22 kW , 400V, 3 ph , I_n = 42 A เดินในท่อร้อยสาย และสตาร์ทแบบ DOL ให้ขนาด สาย ท่อ CB

<u>วิธีทำ</u>

I_C = 1.25x I = 1.25 x 42 = 53 A

CB = 80 A

สาย Ground I_{OL} = 42 A , 70 A

ตาราง 4 - 2 G - 6 mm^2

สายไฟฟ้า IEC 01 3 x 16 mm^2 (59 A)

G - 6 mm^2 , ϕ 25 mm

สายไฟฟ้า NYY 3 x 16 mm^2 (59 A)

G - 6 mm^2 , ϕ 50 mm **ตาราง M – 2**

<u>ตัวอย่างที่ M.3</u> มอเตอร์ 22 kW , 400V ,3 ph , I_n = 42 A เดินในท่อร้อยสาย และสตาร์ต Star – Delta ให้ขนาด สาย ท่อ CB

<u>วิธีทำ</u>

I_C = 1.25 I_n = 1.25 I_n / 1.732 = 0.73 I_n

ถ้าเดินในท่อ 6 เส้น 2 กลุ่มวงจรตัวคูณปรับค่า 0.8

I_C = 0.73 I_n / 0.8 = 0.91 I_n

= 0.91 x 42

= 38 A

CB = 80 A

สายไฟฟ้า IEC 01 6 x 10 mm^2 (44A)

G - 6 mm^2 , ϕ 32 mm

สายไฟฟ้า NYY 6 x 10 mm^2 (44A)

G - 6 mm^2 , ϕ 65 mm **ตาราง M - 3**

ตาราง M – 1
วงจรมอเตอร์ 1 ph 2 w 230 V
การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

พิกัด In (1.25 In)	ชนิดและขนาดสายไฟ (mm^2)		ขนาดท่อ mm (Inch)	CB (A)
	IEC 01	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
0.37 kW (0.5 HP)	NYY 1/C	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
3.9 A (4.9 A)	NYY 2/C– G	2/C1.5 mm^2– G	20 ($^3/_4$)	16 A
	XLPE 1/C	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	20 ($^3/_4$)	
	IEC 01	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
0.55 kW (0.75 HP)	NYY 1/C	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
5.2 A (6.5 A)	NYY 2/C– G	2/C1.5 mm^2 – G	20 ($^3/_4$)	16 A
	XLPE 1/C	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	20 ($^3/_4$)	
	IEC 01	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
0.75 kW (1.0 HP)	NYY 1/C	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
6.6 A (8.3 A)	NYY 2/C– G	2/C1.5 mm^2– G	20 ($^3/_4$)	16 A
	XLPE 1/C	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	20 ($^3/_4$)	
	IEC 01	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
1.1 kW (1.5 HP)	NYY 1/C	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
9.6 A (12 A)	NYY 2/C– G	2/C1.5 mm^2– G	20 ($^3/_4$)	20 A
	XLPE 1/C	2 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	20 ($^3/_4$)	
	IEC 01	2 x 2.5 mm^2 G – 2.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
1.5kW(2.0 HP)	NYY 1/C	2 x 2.5 mm^2 G – 2.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
13 A (16 A)	NYY 2/C– G	2/C2.5 mm^2– G	25 (1)	32 A
	XLPE 1/C	2 x 1.5 mm^2 G – 1.5 mm^2	20 ($^3/_4$)	

M – 1 (ต่อ)

วงจรมอเตอร์ 1 ph 2 w 230 V

การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

พิกัด In (1.25 In)	ชนิดและขนาดสายไฟ (mm^2)		ขนาดท่อ mm (Inch)	CB (A)
	IEC 01	2 x 4 mm^2 G – 2.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
2.2 kW (3.0 HP)	NYY 1/C	2 x 4 mm^2 G – 2.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
19 A (24 A)	NYY2/C– G	2/C4 mm^2 – G	25 (1)	40 A
	XLPE 1/C	2 x 2.5 mm^2 G – 2.5 mm^2	20 ($^3/_4$)	
	IEC 01	2 x 6 mm^2 G – 4 mm^2	15 ($^1/_2$)	
3 kW (4.0 HP)	NYY1/C	2 x 6 mm^2 G – 4 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
24 A (30 A)	NYY2/C – G	2/C6 mm^2– G	25 (1)	50 A
	XLPE 1/C	2 x 4 mm^2 G – 4 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	2 x 10 mm^2 G – 4 mm^2	20 ($^3/_4$)	
4 kW (5.0 HP)	NYY 1/C	2 x 10 mm^2 G – 4 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
30 A (37 A)	NYY 2/C– G	2/C10 mm^2– G	32 (1 $^1/_4$)	63 A
	XLPE1/C	2 x 4 mm^2 G – 4 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	2 x 10 mm^2 G – 4 mm^2	20 ($^3/_4$)	
4.4 kW (6.0 HP)	NYY 1/C	2 x 10 mm^2 G – 4 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
35 A (44 A)	NYY 2/C– G	2/C10 mm^2– G	32 (1 $^1/_4$)	70 A
	XLPE1/C	2 x 6 mm^2 G – 4 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	2 x 16 mm^2 G – 6 mm^2	25 (1)	
5.5 kW (7.5 HP)	NYY 1/C	2 x 16 mm^2 G – 6 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
42 A(52 A)	NYY 2/C– G	2/C16 mm^2– G	40(1 $^1/_2$)	80 A
	XLPE 1/C	2 x10 mm^2 G – 6 mm^2	25 (1)	

M – 1 (ต่อ)

วงจรมอเตอร์ 1 ph 2 w 230 V

การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

พิกัด In (1.25 In)	ชนิดและขนาดสายไฟ (mm^2)		ขนาดท่อ mm (Inch)	CB (A)
	IEC 01	2 x 16 mm^2 G – 6 mm^2	25 (1)	
6 kW (8.0 HP)	NYY 1/C	2 x 16 mm^2 G – 6 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
44 A (55 A)	NYY2/C – G	2/C 16 mm^2 – G	40(1 $^1/_2$)	90 A
	XLPE 1/C	2 x10 mm^2 G – 6 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	2 x 16 mm^2 G – 6 mm^2	25 (1)	
7 kW (9.0 HP)	NYY 1/C	2 x 16 mm^2 G – 6 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
49 A (61 A)	NYY2/C – G	2/C25 mm^2– G	40(1 $^1/_2$)	100 A
	XLPE 1/C	2 x10 mm^2 G – 6 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	2 x 25 mm^2 G – 6 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
7.5 kW (10.0 HP)	NYY 1/C	2 x 25 mm^2 G – 6 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
54 A (67A)	NYY 2/C– G	2/C25 mm^2– G	40(1 $^1/_2$)	100 A
	XLPE1/C	2 x10 mm^2 G – 6 mm^2	25 (1)	

M – 2

วงจรมอเตอร์ 3 ph 3 w 400 V Start DOL

การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

พิกัด In (1.25 In)	ชนิดและขนาดสายไฟ (mm^2)		ขนาดท่อ mm (Inch)	CB (A)
	IEC 01	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
0.37 kW (0.5 HP)	NYY 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
1 A (1.3 A)	NYY 3/C– G	3/C1.5 mm^2– G	25 (1)	16 A
	XLPE 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
0.55 kW (0.75 HP)	NYY 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
1.5 A (1.9A)	NYY 3/C– G	3/C1.5 mm^2– G	25 (1)	16 A
	XLPE 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
0.75 kW (1.0 HP)	NYY 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
1.9 A (2.4A)	NYY 3/C– G	3/C1.5 mm^2– G	25 (1)	16 A
	XLPE 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	25 (1)	
1.1 kW (1.5 HP)	IEC 01	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
2.5A (3.1A)	NYY 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
	NYY 3/C– G	3/C1.5 mm^2– G	25 (1)	16 A
	XLPE 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
1.5 kW (2.0 HP)	NYY 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
3.4 A (4.2A)	NYY 3/C– G	3/C1.5 mm^2– G	25 (1)	16 A
	XLPE 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
2.2 kW (3.0 HP)	NYY 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
4.8 A (6.0A)	NYY 3/C– G	3/C1.5 mm^2– G	25 (1)	16 A
	XLPE 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	25 (1)	

M – 2 (ต่อ)

วงจรมอเตอร์ 3 ph 3 w 400 V Start DOL

การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

พิกัด In (1.25 In)	ชนิดและขนาดสายไฟ (mm^2)		ขนาดท่อ mm (Inch)	CB (A)
	IEC 01	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
3.7 kW (5.0 HP)	NYY 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
7.4 A (9.2 A)	NYY 3/C– G	3/C1.5 mm^2– G	25 (1)	20 A
	XLPE1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	3 x 2.5 mm^2 , G – 2.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
5.5 kW (7.5 HP)	NYY 1/C	3 x 2.5 mm^2 , G – 2.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
11 A (14 A)	NYY 3/C– G	3/C2.5 mm^2 – G	25 (1)	20 A
	XLPE 1/C	3 x 1.5 mm^2 , G – 1.5 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	3 x 4 mm^2 , G – 2.5 mm^2	15 ($^1/_2$)	
7.5 kW (10 HP)	NYY 1/C	3 x 4 mm^2 , G – 2.5 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
15 A (19 A)	NYY 3/C– G	3/C4 mm^2– G	25 (1)	32 A
	XLPE 1/C	3 x 2.5 mm^2 , G – 2.5 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	3 x 6 mm^2 , G – 4 mm^2	20 ($^3/_4$)	
11 kW (15 HP)	NYY 1/C	3 x 6 mm^2 , G – 4 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
21 A (26 A)	NYY 3/C– G	3/C6 mm^2– G	32 (1 $^1/_4$)	50 A
	XLPE 1/C	3 x 4 mm^2 , G – 4 mm^2	25 (1)	
	IEC 01	3 x 10 mm^2 , G – 4 mm^2	25 (1)	
15 kW (20 HP)	NYY 1/C	3 x 10 mm^2 , G – 4 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
28 A (35 A)	NYY 3/C– G	3/C10 mm^2 – G	32 (1 $^1/_4$)	63 A
	XLPE 1/C	3 x 6 mm^2 , G – 4 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
18.5 kW (25 HP)	IEC 01	3 x 10 mm^2 , G – 4 mm^2	25 (1)	
35 A (44 A)	NYY 1/C	3 x 10 mm^2 , G – 4 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
	NYY 3/C– G	3/C16 mm^2– G	40(1 $^1/_2$)	80 A
	XLPE 1/C	3 x 6 mm^2 , G – 4 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	

M – 2 (ต่อ)

วงจรมอเตอร์ 3 ph 3 w 400 V Start DOL

การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

พิกัด In (1.25 In)	ชนิดและขนาดสายไฟ (mm^2)		ขนาดท่อ mm (Inch)	CB (A)
22 kW (30 HP) 42 A (52 A)	IEC 01 NYY 1/C NYY 3/C– G XLPE 1/C	3 x 16 mm^2 , G – 6 mm^2 3 x 16 mm^2 , G –6 mm^2 3/C16 mm^2– G 3 x 10 mm^2 , G – 6 mm^2	25 (1) 50 (2) 40(1 $^1/_2$) 32 (1 $^1/_4$)	80 A
30 kW (40 HP) 57A(71A)	IEC 01 NYY 1/C NYY 3/C– G XLPE 1/C	3 x 25 mm^2 , G – 6 mm^2 3 x 25 mm^2 , G –6 mm^2 3/C35 mm^2– G 3 x 16 mm^2 , G – 6 mm^2	32 (1 $^1/_4$) 50 (2) 50 (2) 32 (1 $^1/_4$)	100 A
37 kW (50 HP) 69 A (86A)	IEC 01 NYY 1/C NYY 3/C– G XLPE 1/C	3 x 35 mm^2 , G – 10 mm^2 3 x 35 mm^2 , G –10 mm^2 3/C35 mm^2– G 3 x 25 mm^2 , G – 10 mm^2	40(1 $^1/_2$) 65(2$^1/_2$) 50(2) 40(1 $^1/_2$)	110 A
45 kW (60 HP) 81A (101 A)	IEC 01 NYY 1/C NYY 3/C– G XLPE 1/C	3 x 50 mm^2 , G – 10 mm^2 3 x 50 mm^2 , G –10 mm^2 3/C50 mm^2– G 3 x 25 mm^2 , G – 10 mm^2	50 (2) 65(2 $^1/_2$) 65(2 $^1/_2$) 40(1 $^1/_2$)	125 A
55 kW (75 HP) 100A (125 A)	IEC 01 NYY 1/C NYY 3/C– G XLPE 1/C	3 x 70 mm^2 , G – 16 mm^2 3 x 70 mm^2 , G –16 mm^2 3/C70 mm^2– G 3 x 35 mm^2 , G – 16 mm^2	50 (2) 65(2 $^1/_2$) 65(2 $^1/_2$) 40(1 $^1/_2$)	160 A
75 kW (100 HP) 131 A (164 A)	IEC 01 NYY 1/C NYY3/C– G XLPE 1/C	3 x 95 mm^2 , G – 16 mm^2 3 x 95 mm^2 , G –16 mm^2 3/C120 mm^2– G 3 x 70 mm^2 , G – 16 mm^2	65(2 $^1/_2$) 80(3) 80 (3) 50(2)	225 A

M – 2 (ต่อ)

วงจรมอเตอร์ 3 ph 3 w 400 V Start DOL

การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

พิกัด In (1.25 In)	ชนิดและขนาดสายไฟ (mm^2)		ขนาดท่อ mm (Inch)	CB (A)
	IEC 01	3 x 120 mm^2 , G – 16 mm^2	65(2 $^1/_2$)	
90 kW (125 HP)	NYY 1/C	3 x 120 mm^2 , G –16 mm^2	80 (3)	
162 A(202A)	NYY 3/C– G	3/C 185 mm^2– G	90 (3 $^1/_2$)	250 A
	XLPE 1/C	3 x 70 mm^2 , G – 16 mm^2	50 (2)	
	IEC 01	3 x 185 mm^2 , G – 16 mm^2	80 (3)	
110 kW (150 HP)	NYY 1/C	3 x 185 mm^2 , G –16 mm^2	90 (3 $^1/_2$)	
195A(244 A)	NYY 3/C– G	3/C240 mm^2– G	100 (4)	320 A
	XLPE 1/C	3 x 95 mm^2 , G – 16 mm^2	65(2 $^1/_2$)	
	IEC 01	3 x 240 mm^2 , G – 25 mm^2	90 (3 $^1/_2$)	
132 kW (175 HP)	NYY 1/C	3 x 240 mm^2 , G –25 mm^2	100(4)	
233 A (291A)	NYY 3/C– G	3/C300 mm^2– G	125 (5)	400 A
	XLPE 1/C	3 x 150 mm^2 , G – 25 mm^2	80 (3)	
	IEC 01	2(3 x 120 mm^2 G – 25 mm^2)	2 x 65(2 $^1/_2$)	
160 kW (220 HP)	NYY 1/C	2(3 x 120 mm^2 G – 25 mm^2)	2 x 80 (3)	
285A (356 A)	NYY 3/C– G	2 (3/C 150 mm^2– G)	2 x 90 (3$^1/_2$)	400 A
	XLPE 1/C	3 x 240 mm^2 G – 25 mm^2	90 (3$^1/_2$)	
	IEC 01	2(3 x 150 mm^2 G – 25 mm^2)	2 x 80 (3)	
200 kW (270 HP)	NYY 1/C	2(3 x 150 mm^2 G – 25 mm^2)	2 x 80 (3)	
352A (440 A)	NYY 3/C– G	2 (3/C 240 mm^2– G)	2 x 100(4)	630 A
	XLPE 1/C	3 x 300 mm^2 G – 25 mm^2	100(4)	

M – 3

วงจรมอเตอร์ 3 ph 3 w 400 V Start STAR DELTA

การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

พิกัด In (0.91 In)	ชนิดและขนาดสายไฟ (mm^2)		ขนาดท่อ mm (Inch)	CB (A)
	IEC 01	6 x 2.5 mm^2 G – 2.5 mm^2	20 ($^3/_4$)	
7.5 kW (10 HP)	NYY 1/C	6 x 2.5 mm^2 G – 2.5 mm^2	50 (2)	32 A
15 A(14A)	XLPE1/C	6 x 1.5 mm^2 G – 1.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
	IEC 01	6 x 4 mm^2 G – 4 mm^2	20 ($^3/_4$)	
11 kW (10 HP)	NYY 1/C	6 x 4 mm^2 G – 4 mm^2	50(2)	50 A
21 A (19 A)	XLPE 1/C	6 x 2.5 mm^2 G – 2.5 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
	IEC 01	6 x 6 mm^2 G – 4 mm^2	25 (1)	
15 kW (20 HP)	NYY 1/C	6 x 6 mm^2 G – 4 mm^2	50 (2)	63 A
28 A (25A)	XLPE 1/C	6 x 4 mm^2 G – 4 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
	IEC 01	6 x 10 mm^2 G – 6 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
18.5 kW (25 HP)	NYY1/C	6 x 10 mm^2 G – 6 mm^2	65(2 $^1/_2$)	80 A
35 A (32A)	XLPE1/C	6 x 4 mm^2 G – 4 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
	IEC 01	6 x 10 mm^2 G – 6 mm^2	32 (1 $^1/_4$)	
22 kW (30 HP)	NYY1/C	6 x 10 mm^2 G – 6 mm^2	65(2 $^1/_2$)	80 A
42 A (38 A)	XLPE1/C	6 x 6 mm^2 G –6 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
	IEC 01	6 x 16 mm^2 G – 6 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
30 kW (40 HP)	NYY1/C	6 x 16 mm^2 G – 6 mm^2	65(2 $^1/_2$)	90 A
57A (52A)	XLPE1/C	6 x 10 mm^2 G – 6 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
	IEC 01	6 x 25 mm^2 G – 6 mm^2	50 (2)	
37 kW (50 HP)	NYY1/C	6 x 25 mm^2 G – 6 mm^2	65(2 $^1/_2$)	110 A
69 A (63A)	XLPE1/C	6 x 16 mm^2 G – 6 mm^2	40(1 $^1/_2$)	

M – 3 (ต่อ)

วงจรมอเตอร์ 3 ph 3 w 400 V Start STAR DELTA

การติดตั้งกลุ่มที่ 2 ร้อยท่อในอากาศ

พิกัด In (0.91 In)	ชนิดและขนาดสายไฟ (mm^2)		ขนาดท่อ mm (Inch)	CB (A)
	IEC 01	6 x 25 mm^2 G – 10 mm^2	50 (2)	
45 kW (60 HP)	NYY 1/C	6 x 25 mm^2 G – 10 mm^2	65(2 $^1/_2$)	125 A
81 A (74A)	XLPE 1/C	6 x 16 mm^2 G – 10 mm^2	40(1 $^1/_2$)	
	IEC 01	6 x 35 mm^2 G – 16 mm^2	50 (2)	
55 kW (75 HP)	NYY 1/C	6 x 35 mm^2 G – 16 mm^2	80 (3)	160 A
100 A (91A)	XLPE 1/C	6 x 25 mm^2 G – 16 mm^2	50 (2)	
	IEC 01	6 x 70 mm^2 G – 16 mm^2	65(2 $^1/_2$)	
75 kW (100 HP)	NYY 1/C	6 x 70 mm^2 G – 16 mm^2	80 (3)	225 A
131 A (119A)	XLPE 1/C	6 x 35 mm^2 G – 16 mm^2	65(2 $^1/_2$)	
	IEC 01	6 x 70 mm^2 G – 16 mm^2	65(2 $^1/_2$)	
90 kW (125 HP)	NYY 1/C	6 x 70 mm^2 G – 16 mm^2	80 (3)	250 A
162 A (147 A)	XLPE 1/C	6 x 50 mm^2 G – 16 mm^2	65(2 $^1/_2$)	
	IEC 01	6 x 95 mm^2 G – 25 mm^2	80 (3)	
110 kW (150 HP)	NYY 1/C	6 x 95 mm^2 G – 25 mm^2	90 (3 $^1/_2$)	320 A
195 A (177 A)	XLPE 1/C	6 x 70 mm^2 G – 25 mm^2	65(2 $^1/_2$)	
	IEC 01	6 x 150 mm^2 G – 25 mm^2	90 (3 $^1/_2$)	
132 kW (150 HP)	NYY 1/C	6 x 150 mm^2 G – 25 mm^2	125 (5)	400 A
233 A (212 A)	XLPE 1/C	6 x 95 mm^2 G – 25 mm^2	80 (3)	
	IEC 01	6 x 240 mm^2 G – 25 mm^2	125 (5)	
160 kW (220 HP)	NYY 1/C	6 x 240 mm^2 G – 25 mm^2	125 (5)	400 A
285 A (259 A)	XLPE 1/C	6 x 120 mm^2 G – 25 mm^2	80 (3)	
	IEC 01	6 x 300 mm^2 G – 25 mm^2	125 (5)	
200 kW (270 HP)	NYY 1/C	6 x 300 mm^2 G – 25 mm^2	150 (6)	630A
352 A (320 A)	XLPE 1/C	6 x 185 mm^2 G – 25 mm^2	100 (4)	

ภาคผนวก S
กระแสลัดวงจร

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

- พิกัดกระแสลัดวงจรของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องมากกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่จุดติดตั้ง ข้อ 3.5.2
- กระแสลัดวงจรทางด้านแรงดันต่ำ ขึ้นอยู่กับ
    1) ขนาดของระบบไฟฟ้า ทางด้าน MV โดยทั่วไปค่า Short Circuit Capacity ใช้ 500 MVA
    2) ขนาดพิกัดของหม้อแปลง และ % U
    3) ขนาดสายไฟฟ้า และ ความยาวสาย
- การคำนวณกระแสลัดวงจรต้องทำตามมาตรฐานต่าง ๆ ที่กำหนด มาตรฐานที่นิยมใช้ คือ IEC 60909 Short- circuit Current Calculation in Three- phase A.C. System
- การคำนวณมีรายละเอียดมาก
- ผู้เขียนจึงได้ใช้ Computer คำนวณกระแสลัดวงจรและทำเป็นตารางไว้เพื่อให้ใช้สะดวก
- ค่ากระแสลัดวงจรในตาราง โดยทั่วไปจะเป็นค่าสูงสุด ตามข้อมูลที่ใช้ แต่ถ้าข้อมูลผิดไปเช่นค่า Impedance ของหม้อแปลงลดลง , มีมอเตอร์ต่ออยู่ เป็นต้น

ค่ากระแสลัดวงจรที่แท้จริง อาจเพิ่มขึ้นบ้าง ดังนั้นในการใช้ตาราง ควรเผื่อไว้ เพื่อความปลอดภัยโดยทั่วไปควรเผื่อ ประมาณ 25 %

<u>ตัวอย่างที่ S.1</u> หม้อแปลง 1600 kVA, 22 kV / 230 - 400 V ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าที่มี S''_{KQ} = 500 MVA ให้หา พิกัดกระแสลัดวงจรของ CB ที่ ตู้ MDB จะต้องใช้ Main CB ขนาด AT และ AF

<u>วิธีทำ</u>

จากตาราง S – 1 หม้อแปลง 1600 kVA , In = 2309 A

I_k = 36.4 kA เผื่อ 25 %

I_k = 1.25 x 36.4 = 45.5 kA

กระลัดวงจรที่ตู้ MDB = 50 kA

CB ทุกตัวที่ตู้MDB IC = 50 kA

Main CB

In = 2309 A

AT = 2300 A

AF = 2500 A

<u>ตัวอย่างที่ S.2</u> หม้อแปลง 1000 kVA, 22 kV / 230 - 400 V ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าที่มี S''_{KQ} = 500 MVA ให้หา พิกัด I_{cu} ของ CB ที่ ตู้ MDBและถ้าสายขนาด 50 mm² ยาว 25 m จ่ายไฟไปให้ตู้ DB ให้หา พิกัด I_{cu} ของ CB ที่ ตู้ DB

<u>วิธีทำ</u>

จากตาราง

หม้อแปลง 1000 kVA , I_k = 23.2 kA

$I_{cu} \geq$ 1.25 x 23.2 = 29 kA

CB ทั้งหมด ที่ตู้ MDB ต้องมี

I_{cu} = 30 kA

จากตาราง

สาย 50 mm² , ยาว 25 m, หม้อแปลง 1000 kVA

I_k = 13.8 kA

$I_{cu} \geq$ 1.25 x 13.8 = 17.3 kA

CB ทั้งหมด ที่ตู้ DB ต้องมี

I_{cu} = 18 kA

<u>ตัวอย่างที่ S.3</u> หม้อแปลง 2000 kVA, 22 kV / 230 - 400 V ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าที่มี S''_{KQ} = 500 MVA ให้หา พิกัด I_{cu} ของ CB ที่ ตู้ MDBและถ้าสายขนาด 50 mm² ยาว 30 mจ่ายไฟไปให้ตู้ DB ให้หา พิกัด I_{cu} ของ CB ที่ ตู้ DB

<u>วิธีทำ</u>

จากตาราง

หม้อแปลง 2000 kVA , I_k = 44.8 kA

$I_{cu} \geq 1.25 \times 44.8 = 56$ kA

CB ทั้งหมด ที่ตู้ MDB ต้องมี

I_{cu} = 56 kA

= 65 kA

จากตาราง

สาย 50mm² , ยาว 25 m , หม้อแปลง 2000 kVA I_k = 18.1 kA

สาย 50mm² , ยาว 50m , หม้อแปลง 2000 kVA I_k = 10.5 kA

ใช้วิธี Interpolation

ระยะห่าง 50 – 25 = 25 m

กระแสต่าง 18.1 – 10.5 = 7.6 kA

สาย 50mm² , ยาว 30m

$I_k = 18.1 - (7.6 / 25) \times 5 = 16.6$ kA

$I_{cu} \geq 1.25 \times 16.6 = 20.8$ kA

CB ทั้งหมด ที่ตู้ DB ต้องมี

I_{cu} = 22 kA

ตาราง S–1

ขนาด CB และ IC ที่ใช้กับหม้อแปลงที่ด้านแรงดันต่ำ 230 / 400 V

ขนาดพิกัดหม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด (A)	ค่าปรับตั้ง CB (AT)	AF (A)	กระแสพิกัด (kA)	IC CB (kA)	
					เผื่อ 15 %	เผื่อ 25 %
315	455	450	500 ,630	11.2	18	18
400	577	550	630 ,800	14.1	18	18
500	722	700	800 ,1000	17.6	22	30
630	909	900	1000 ,1250	22.0	30	30
800	1155	1100	1250 ,1600	18.7	25	25
1000	1443	1400	1600 ,2000	23.2	30	30
1250	1804	1800	2000 ,2500	28.8	42	42
1600	2309	2300	2500 ,3200	36.4	42	50
2000	2887	2800	3200 ,4000	44.8	65	65
2500	3608	3600	4000 ,5000	55.1	65	80

ตาราง S – 2

กระแสลัดวงจรสมมาตรสามเฟส ที่ 400 V ใน หน่วย kA

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ขนาดสาย (mm²)	ระยะห่างจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร (เมตร)					
		0	10	25	50	75	100
315	16	11.2	8.4	5.5	3.4	2.4	1.8
	25	11.2	9.3	6.9	4.6	3.4	2.7
	35	11.2	9.7	7.8	5.6	4.3	3.5
	50	11.2	10.1	8.5	6.6	5.3	4.4
	70	11.2	10.3	9.0	7.4	6.2	5.3
	95	11.2	10.4	9.3	7.9	6.8	5.9
	120	11.2	10.5	9.5	8.2	7.2	6.4
	150	11.2	10.5	9.7	8.5	7.5	6.7
	185	11.2	10.6	9.8	8.6	7.7	7.0
	240	11.2	10.6	9.9	8.8	8.0	7.2
	300	11.2	10.6	9.9	8.9	8.1	7.4
	400	11.2	10.7	10.0	9.0	8.2	7.4
	2 x 95	11.2	10.8	10.2	9.3	8.6	7.9
	2 x 120	11.2	10.8	10.3	9.5	8.8	8.2
	2 x 150	11.2	10.9	10.4	9.7	9.0	8.5
	2 x 185	11.2	10.9	10.4	9.8	9.2	8.6
	2 x 240	11.2	10.9	10.5	9.9	9.3	8.8
	2 x 300	11.2	10.9	10.5	9.9	9.4	8.9

ตาราง S – 2 (ต่อ)

กระแสลัดวงจรสมมาตรสามเฟส ที่ 400 V ใน หน่วย kA

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ขนาดสาย (mm²)	ระยะห่างจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร (เมตร)					
		0	10	25	50	75	100
400	16	14.1	9.9	6.0	3.5	2.4	1.9
	25	14.1	11.2	7.8	5.0	3.6	2.8
	35	14.1	11.9	9.0	6.2	4.6	3.7
	50	14.1	12.4	10.1	7.4	5.8	4.7
	70	14.1	12.7	10.8	8.5	6.9	5.8
	95	14.1	12.9	11.3	9.3	7.7	6.6
	120	14.1	13.0	11.6	9.7	8.3	7.2
	150	14.1	13.1	11.8	10.1	8.7	7.7
	185	14.1	13.2	12.0	10.3	9.0	8.0
	240	14.1	13.3	12.1	10.6	9.3	8.4
	300	14.1	13.3	12.2	10.7	9.5	8.6
	400	14.1	13.3	12.3	10.8	9.7	8.8
	2 x 95	14.1	13.5	12.6	11.3	10.2	9.3
	2 x 120	14.1	13.6	12.8	11.6	10.6	9.7
	2 x 150	14.1	13.6	12.9	11.8	10.9	10.1
	2 x 185	14.1	13.6	13.0	12.0	11.1	10.3
	2 x 240	14.1	13.7	13.0	12.1	11.3	10.6
	2 x 300	14.1	13.7	13.1	12.2	11.4	10.7
	3 x 185	14.1	13.8	13.3	12.6	12.0	11.4
	3 x 240	14.1	13.8	13.4	12.7	12.1	11.5
	3 x 300	14.1	13.8	13.4	12.8	12.2	11.7

ตาราง S – 2 (ต่อ)

กระแสลัดวงจรสมมาตรสามเฟส ที่ 400 V ใน หน่วย kA

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ขนาดสาย (mm²)	ระยะห่างจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร (เมตร)					
		0	10	25	50	75	100
500	16	17.6	11.3	6.4	3.6	2.5	1.9
	25	17.6	13.2	8.6	5.2	3.7	2.9
	35	17.6	14.2	10.2	6.6	4.8	3.8
	50	17.6	14.9	11.6	8.2	6.2	5.0
	70	17.6	15.4	12.7	9.5	7.5	6.2
	95	17.6	15.7	13.4	10.5	8.6	7.2
	120	17.6	15.9	13.8	11.2	9.3	8.0
	150	17.6	16.0	14.1	11.7	9.9	8.5
	185	17.6	16.1	14.3	12.0	10.3	9.0
	240	17.6	16.2	14.5	12.4	10.7	9.5
	300	17.6	16.3	14.7	12.6	11.0	9.8
	400	17.6	16.3	14.8	12.8	11.2	10.0
	2 x 95	17.6	16.6	15.3	13.4	11.8	10.5
	2 x 120	17.6	16.7	15.5	13.8	12.4	11.2
	2 x 150	17.6	16.8	15.7	14.1	12.8	11.7
	2 x 185	17.6	16.8	15.8	14.3	13.1	12.0
	2 x 240	17.6	16.9	15.9	14.5	13.4	12.4
	2 x 300	17.6	16.9	16.0	14.7	13.6	12.6
	3 x 185	17.6	17.1	16.4	15.3	14.3	13.5
	3 x 240	17.6	17.1	16.4	15.4	14.5	13.7
	3 x 300	17.6	17.1	16.5	15.5	14.7	13.9

ตาราง S – 2 (ต่อ)

กระแสลัดวงจรสมมาตรสามเฟส ที่ 400 V ใน หน่วย kA

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ขนาดสาย (mm²)	ระยะห่างจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร (เมตร)					
		0	10	25	50	75	100
630	16	22.0	12.7	6.8	3.7	2.5	1.9
	25	22.0	15.3	9.3	5.4	3.8	2.9
	35	22.0	16.8	11.3	7.0	5.0	3.9
	50	22.0	18.0	13.3	8.9	6.6	5.2
	70	22.0	18.7	14.8	10.6	8.1	6.6
	95	22.0	19.2	15.8	11.9	9.5	7.8
	120	22.0	19.5	16.4	12.8	10.4	8.7
	150	22.0	19.7	16.8	13.4	11.1	9.4
	185	22.0	19.8	17.1	13.9	11.7	10.0
	240	22.0	19.9	17.5	14.4	12.2	10.6
	300	22.0	20.0	17.7	14.7	12.6	11.0
	400	22.0	20.1	17.8	14.9	12.9	11.3
	2 x 95	22.0	20.5	18.6	15.8	13.6	11.9
	2 x 120	22.0	20.7	18.9	16.4	14.4	12.8
	2 x 150	22.0	20.8	19.1	16.8	15.0	13.4
	2 x 185	22.0	20.8	19.3	17.1	15.4	13.9
	2 x 240	22.0	20.9	19.5	17.5	15.8	14.4
	2 x 300	22.0	21.0	19.6	17.7	16.1	14.7
	2 x 400	22.0	21.0	19.7	17.8	16.2	14.9
	3 x 185	22.0	21.2	20.1	18.5	17.1	15.9
	3 x 240	22.0	21.3	20.3	18.8	17.5	16.3
	3 x 300	22.0	21.3	20.3	18.9	17.7	16.6

ตาราง S – 2 (ต่อ)

กระแสลัดวงจรสมมาตรสามเฟส ที่ 400 V ใน หน่วย kA

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ขนาดสาย (mm²)	ระยะห่างจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร (เมตร)					
		0	10	25	50	75	100
800	16	18.7	11.9	6.6	3.7	2.5	1.9
	25	18.7	13.9	8.9	5.3	3.8	2.9
	35	18.7	15.0	10.7	6.8	4.9	3.9
	50	18.7	15.9	12.2	8.5	6.4	5.2
	70	18.7	16.4	13.4	9.9	7.8	6.6
	95	18.7	16.7	14.2	11.0	8.9	7.8
	120	18.7	16.9	14.6	11.7	9.7	8.7
	150	18.7	17.0	14.9	12.2	10.3	9.4
	185	18.7	17.1	15.1	12.6	10.7	10.0
	240	18.7	17.2	15.4	13.0	11.2	10.6
	300	18.7	17.3	15.5	13.2	11.5	11.0
	400	18.7	17.3	15.6	13.4	11.7	11.3
	2 x 95	18.7	17.7	16.3	14.2	12.4	11.9
	2 x 120	18.7	17.8	16.5	14.6	13.0	12.8
	2 x 150	18.7	17.8	16.6	14.9	13.5	13.4
	2 x 185	18.7	17.9	16.8	15.1	13.8	13.9
	2 x 240	18.7	17.9	16.9	15.4	14.1	14.4
	2 x 300	18.7	18.0	17.0	15.5	14.3	14.7
	2 x 400	18.7	18.0	17.0	15.6	14.4	14.9
	3 x 185	18.7	18.2	17.4	16.2	15.1	15.9
	3 x 240	18.7	18.2	17.5	16.3	15.4	16.3
	3 x 300	18.7	18.2	17.5	16.4	15.5	16.6

ตาราง S – 2 (ต่อ)

กระแสลัดวงจรสมมาตรสามเฟส ที่ 400 V ใน หน่วย kA

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ขนาดสาย (mm²)	ระยะห่างจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร (เมตร)					
		0	10	25	50	75	100
1000	16	23.2	13.2	6.9	3.7	2.5	1.9
	25	23.2	16.0	9.6	5.5	3.8	2.9
	35	23.2	17.7	11.7	7.2	5.1	3.9
	50	23.2	18.9	13.8	9.1	6.7	5.3
	70	23.2	19.7	15.4	10.9	8.3	6.7
	95	23.2	20.2	16.5	12.3	9.7	8.0
	120	23.2	20.5	17.1	13.2	10.7	8.9
	150	23.2	20.5	17.6	13.9	11.4	9.7
	185	23.2	20.7	17.9	14.5	12.0	10.3
	240	23.2	20.8	18.3	15.0	12.6	10.9
	300	23.2	21.0	18.5	15.3	13.0	11.3
	400	23.2	21.1	18.6	15.5	13.3	11.6
	2 x 95	23.2	21.7	19.5	16.5	14.2	12.3
	2 x 120	23.2	21.8	19.9	17.1	15.0	13.2
	2 x 150	23.2	21.9	20.1	17.6	15.6	13.9
	2 x 185	23.2	22.0	20.3	17.9	16.0	14.5
	2 x 240	23.2	22.0	20.5	18.3	16.5	15.0
	2 x 300	23.2	22.1	20.6	18.5	16.7	15.3
	2 x 400	23.2	22.1	20.7	18.6	16.9	15.5
	3 x 185	23.2	22.4	21.2	19.5	17.9	16.6
	3 x 240	23.2	22.4	21.3	19.7	18.3	17.0
	3 x 300	23.2	22.5	21.5	19.8	18.5	17.3
	3 x 400	23.2	22.5	21.5	20.0	18.6	17.5

ตาราง S – 2 (ต่อ)

กระแสลัดวงจรสมมาตรสามเฟส ที่ 400 V ใน หน่วย kA

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ขนาดสาย (mm²)	ระยะห่างจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร (เมตร)					
		0	10	25	50	75	100
1250	16	28.8	14.4	7.1	3.8	2.6	1.9
	25	28.8	18.1	10.1	5.7	3.9	3.0
	35	28.8	20.4	12.7	7.5	5.2	4.0
	50	28.8	22.3	15.3	9.6	7.0	5.4
	70	28.8	23.5	17.5	11.8	8.8	7.0
	95	28.8	24.2	19.0	13.6	10.4	8.4
	120	28.8	24.7	19.9	14.7	11.6	9.5
	150	28.8	25.0	20.6	15.7	12.6	10.4
	185	28.8	25.2	21.1	16.4	13.3	11.2
	240	28.8	25.4	21.5	17.1	14.1	12.0
	300	28.8	25.5	21.8	17.5	14.6	12.5
	400	28.8	25.7	22.0	17.8	14.9	12.8
	2 x 95	28.8	26.4	23.2	19.0	15.9	13.6
	2 x 120	28.8	26.6	23.8	19.9	17.0	14.7
	2 x 150	28.8	26.8	24.1	20.6	17.8	15.7
	2 x 185	28.8	26.9	24.4	21.1	18.4	16.4
	2 x 240	28.8	27.0	24.7	21.5	19.0	17.1
	2 x 300	28.8	27.1	24.8	21.8	19.4	17.5
	2 x 400	28.8	27.1	25.0	22.0	19.7	17.8
	3 x 185	28.8	27.5	25.7	23.2	21.1	19.3
	3 x 240	28.8	27.6	25.9	23.5	21.5	19.8
	3 x 300	28.8	27.6	26.0	23.8	21.8	20.2
	3 x 400	28.8	27.7	26.1	23.9	22.0	20.4

ตาราง S – 2 (ต่อ)

กระแสลัดวงจรสมมาตรสามเฟส ที่ 400 V ใน หน่วย kA

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ขนาดสาย (mm²)	ระยะห่างจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร (เมตร)					
		0	10	25	50	75	100
1600	16	36.4	15.6	7.3	3.8	3.0	2.0
	25	36.4	20.4	10.7	5.8	4.0	3.0
	35	36.4	23.6	13.6	7.7	5.3	4.1
	50	36.4	26.3	16.9	10.2	7.2	5.6
	70	36.4	28.2	19.7	12.7	9.2	7.2
	95	36.4	29.4	21.9	14.9	11.1	8.9
	120	36.4	30.0	23.1	16.4	12.5	10.1
	150	36.4	30.5	24.1	17.6	13.7	11.2
	185	36.4	30.9	24.8	18.5	14.7	12.1
	240	36.4	31.2	25.5	19.4	15.6	13.1
	300	36.4	31.4	25.9	20.0	16.3	13.7
	400	36.4	31.5	26.3	20.5	16.7	14.2
	2 x 95	36.4	32.7	27.9	21.9	17.8	14.9
	2 x 120	36.4	33.0	28.7	23.1	19.2	16.4
	2 x 150	36.4	33.3	29.3	24.1	20.4	17.6
	2 x 185	36.4	33.4	29.7	24.8	21.2	18.5
	2 x 240	36.4	33.6	30.1	25.5	22.1	19.4
	2 x 300	36.4	33.7	30.3	25.9	22.6	20.0
	2 x 400	36.4	33.8	30.5	26.3	23.0	20.5
	3 x 185	36.4	34.4	31.7	27.9	24.8	22.3
	3 x 240	36.4	34.5	31.9	28.4	25.5	23.1
	3 x 300	36.4	34.6	32.1	28.7	25.9	23.6
	3 x 400	36.4	34.6	32.3	29.0	26.3	24.0

ตาราง S – 2 (ต่อ)

กระแสลัดวงจรสมมาตรสามเฟส ที่ 400 V ใน หน่วย kA

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ขนาดสาย (mm²)	ระยะห่างจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร (เมตร)					
		0	10	25	50	75	100
2000	16	44.8	16.5	7.5	3.9	2.6	2.0
	25	44.8	22.2	11.0	5.9	4.0	3.0
	35	44.8	26.4	14.3	7.9	5.4	4.1
	50	44.8	30.2	18.1	10.5	7.4	5.7
	70	44.8	32.8	21.7	13.3	9.5	7.4
	95	44.8	34.5	24.4	15.9	11.7	9.2
	120	44.8	35.5	26.1	17.7	13.3	10.6
	150	44.8	36.2	27.4	19.2	14.7	11.8
	185	44.8	36.7	28.4	20.4	15.8	12.9
	240	44.8	37.2	29.4	21.6	17.0	14.0
	300	44.8	37.5	30.0	22.3	17.8	14.7
	400	44.8	37.7	30.4	22.9	18.3	15.3
	2 x 95	44.8	39.4	32.4	24.4	19.3	15.9
	2 x 120	44.8	39.8	33.6	26.1	21.2	17.7
	2 x 150	44.8	40.2	34.4	27.4	22.6	19.2
	2 x 185	44.8	40.5	35.1	28.4	23.8	20.4
	2 x 240	44.8	40.7	35.6	29.4	24.9	21.6
	2 x 300	44.8	40.9	36.0	30.0	25.6	22.3
	2 x 400	44.8	41.0	36.3	30.4	26.1	22.9
	3 x 185	44.8	41.8	37.9	32.6	28.4	25.2
	3 x 240	44.8	42.0	38.3	33.3	29.4	26.2
	3 x 300	44.8	42.1	38.6	33.7	30.0	26.9
	3 x 400	44.8	42.2	38.8	34.1	30.4	27.4

ตาราง S – 2 (ต่อ)

กระแสลัดวงจรสมมาตรสามเฟส ที่ 400 V ใน หน่วย kA

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ขนาดสาย (mm²)	ระยะห่างจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร (เมตร)					
		0	10	25	50	75	100
2500	16	55.1	17.3	7.6	3.9	2.6	2.0
	25	55.1	24.0	11.3	5.9	4.0	3.0
	35	55.1	29.2	14.9	8.1	5.5	4.2
	50	55.1	34.1	19.3	10.9	7.5	5.7
	70	55.1	37.8	23.5	13.9	9.8	7.6
	95	55.1	40.3	26.9	16.8	12.1	9.5
	120	55.1	41.6	29.2	18.9	13.9	11.0
	150	55.1	42.6	30.9	20.7	15.5	12.4
	185	55.1	43.3	32.2	22.2	16.8	13.6
	240	55.1	44.0	33.4	23.6	18.2	14.8
	300	55.1	44.5	34.2	24.6	19.2	15.7
	400	55.1	44.8	34.8	25.3	19.8	16.3
	2 x 95	55.1	47.1	37.4	26.9	20.8	16.38
	2 x 120	55.1	47.8	39.0	29.2	23.0	18.9
	2 x 150	55.1	48.3	40.2	30.9	24.9	20.7
	2 x 185	55.1	48.7	41.1	32.2	26.3	22.2
	2 x 240	55.1	49.0	41.9	33.4	27.7	23.6
	2 x 300	55.1	49.3	42.4	34.2	28.6	24.6
	2 x 400	55.1	49.4	42.8	34.8	29.3	25.3
	3 x 185	55.1	50.7	45.0	37.7	32.2	28.0
	3 x 240	55.1	50.9	45.6	38.7	33.4	29.4
	3 x 300	55.1	51.1	46.0	39.3	34.2	30.3
	3 x 400	55.1	51.2	46.2	39.7	34.8	30.9

ภาคผนวก T

สายเมนหม้อแปลง LV 230 / 400V , 240 / 416 V

<u>หลักการและข้อกำหนด</u>

- สายเมนทางด้าน LV ของหม้อแปลง เป็นสายประธานที่สำคัญที่สุดและใหญ่ที่สุด เนื่องจากกระแสสูงมากการเดินสายเมนหม้อแปลงจึงนิยมทำใน
    1) รางเคเบิล การติดตั้งกลุ่มที่ 7
    2) ท่อร้อยสาย การติดตั้งกลุ่มที่ 2 , 5
- ตาม ข้อ 6.4.3 การป้องกันกระแสเกินหม้อแปลง ที่มี % U ไม่เกิน 6 % ขนาดปรับตั้งของ CB ต้องไม่เกิน 100 % กระแสพิกัดหม้อแปลงตามข้อ 9.1.10 ตัวนำประธานแรงต่ำของหม้อแปลง ตัวนำประธานแรงต่ำของหม้อแปลง ต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าเครื่องป้องกันกระแสเกิน
- ขนาดสายเมนในที่นี้ให้คิดไม่น้อยกว่า 100 % ของกระแสพิกัดหม้อแปลง
- ขนาดสาย Neutral ให้ทำตาม ข้อ 3.4
- สำหรับตารางขนาดสาย Neutral ให้คิดไม่น้อยกว่า 50 % ของสาย Phase แต่ถ้าผู้ใช้งานอยากใช้แบบ Full Neutral คือขนาดสาย Neutral เท่ากับ สาย Phase ก็สามารถทำได้เลย ขนาดรางเคเบิล ท่อร้อยสายยังใช้ขนาดเท่าเดิม เพราะได้เผื่อไว้แล้ว
- ขนาด Tray W $\geq$ 1.25 $\sum$ D

<u>ตัวอย่างที่T.1</u> สายเมนแรงต่ำจากหม้อแปลงเดินบนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ
หม้อแปลง 1000 kVA , 22 kV / 230 - 400 VAmbient Temperature 40 °C
ใช้ สาย XLPE แกนเดียว 0.6 / 1 kV
ใช้สายควบ 4 ชุดวางชิดกันในแนวนอน

<u>วิธีทำ</u>

หม้อแปลง 1000 kVA , 230 / 400 V

I_n = (1000 x 1000) / (1.732 x 400)

= 1443 A

การติดตั้ง รางเคเบิลระบายอากาศ

ใช้สาย XLPE แกนเดียว 0.6 / 1 kV ควบ 4 ชุด
เลือกลักษณะการติดตั้ง กลุ่มที่ 7
เดินบน รางเคเบิลวางชิดกันในแนวนอน

หา ตัวคูณปรับค่า
Ambient Temperature 40 °C ตารางที่ 5 - 43
สาย XLPE C_a = 1.00
สายควบ ตารางที่ 5 -40ควบ 4 ชุด C_g = 0.82
I_t = 1443 / (4 x 0.82) = 440 A
สาย XLPE 1/C
4 (3 x 185 , 1 x 95 mm²) 485 A

<u>ตัวอย่างที่ T.2</u> สายเมนแรงต่ำจากหม้อแปลงเดินบนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิด แบบ ด้านล่างทึบ หม้อแปลง 500 kVA , 22 kV / 230 - 400 V Ambient Temperature 40 °C ใช้ สาย XLPE แกนเดียว 0.6 / 1 kV ใช้ควบ 2

<u>วิธีทำ</u>

หม้อแปลง 500 kVA , 230 / 400 V
I_n = (500 x 1000) / (1.732 x 400)
= 722 A
เลือกลักษณะการติดตั้ง กลุ่มที่ 7 เดินบน รางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบ ด้านล่างทึบ

หา ตัวคูณปรับค่า
Ambient Temperature 40 °C ตารางที่ 5 - 43
สาย XLPE C_a = 1.00
ควบ 2 ตาราง 5 -40 (ก) C_g = 0.85
I_t = 722 / (2 x 0.85) = 425 A
สาย XLPE 1/C
2 (3 x 185 , 1 x 95 mm²) 455 A

<u>ตัวอย่างที่ T.3</u> หม้อแปลง 500 kVA , 22 kV / 230 – 400V

ให้หาสายเมนแรงต่ำจากหม้อแปลงการติดตั้ง กลุ่มที่ 2 และ 5

ใช้ สาย XLPE แกนเดียว 0.6 / 1 kVใช้สายควบ 3 ชุด

<u>วิธีทำ</u>

หม้อแปลง 500 kVA , 230 / 400 V

I_n = (500 x 1000) / (1.732 x 400)

= 722 A

การติดตั้ง กลุ่มที่ 2 ใช้ สาย XLPE แกนเดียว 0.6 /1 kV ใช้สายควบ 3 ชุด

I_t = 722 / 3 = 241 A

ตารางที่ 5 – 27

สาย XLPE 1/C

3 (3 x 95 , 1 x 50 mm²) 245 A

การติดตั้ง กลุ่มที่ 5 ใช้ สาย XLPE แกนเดียว 0.6 / 1 kVใช้สายควบ 3 ชุด

การติดตั้ง กลุ่มที่ 5 เมื่อมีท่อสายตั้งแต่ 2 ท่อขึ้นไป **ต้องมีตัวคูณปรับค่า**

ท่อวางชิดกัน ตารางที่ 5 – 46 Cg = 0.75

I_t = 722 / (3 x 0.75) = 321 A

ตารางที่ 5 – 29

สาย XLPE 1/C

3 (3 x 185 , 1 x 90 mm²) 356 A

ตาราง T-1 TR LV 230 / 400 V 1.00 In

สาย NYY 1/C บนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	455	3 x 300 , 1 x 150	300
		2 (3 x 120 , 1 x 70)	300
400	577	2 (3 x 150 , 1 x 95)	300
		3 (3 x 95 , 1 x 50)	400
500	722	2 (3 x 240 , 1 x 120)	400
		3 (3 x 120 , 1 x 70)	400
630	909	2 (3 x 300 , 1 x 150)	400
		3 (3 x 185 , 1 x 95)	400
800	1155	3 (3 x 300 , 1 x 150)	700
		4 (3 x 185 , 1 x 95)	600
1000	1443	4 (3 x 300 , 1 x 150)	700
		5 (3 x 240 , 1 x 120)	800
1250	1804	5 (3 x 300 , 1 x 150)	900
		6 (3 x 240 , 1 x 120)	900
1600	2309	6 (3 x 300 , 1 x 150)	1000
		7 (3 x 240 , 1 x 120)	1000
2000	2887	8 (3 x 300 , 1 x 150)	1200
		9 (3 x 240 , 1 x 120)	1200

ตาราง T-2 TR LV 230 / 400 V 1.00 In
สาย NYY 1/C บนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบบันได

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	455	3 x 300 , 1 x 150	300
		2 (3 x 95 , 1 x 50)	300
400	577	2 (3 x 150 , 1 x 95)	300
		3 (3 x 95 , 1 x 50)	400
500	722	2 (3 x 240 , 1 x 120)	400
		3 (3 x 120 , 1 x 70)	400
630	909	2 (3 x 300 , 1 x 150)	400
		3 (3 x 150 , 1 x 95)	400
800	1155	3 (3 x 240 , 1 x 120)	500
		4 (3 x 150 , 1 x 95)	500
1000	1443	3 (3 x 300 , 1 x 150)	700
		4 (3 x 240 , 1 x 120)	700
1250	1804	4 (3 x 300 , 1 x 150)	700
		5 (3 x 240 , 1 x 120)	800
1600	2309	5 (3 x300 , 1 x 150)	900
		6 (3 x 240 , 1 x 120)	900
2000	2887	7 (3 x 300 , 1 x 150)	1000
		8 (3 x 240 , 1 x 120)	1200

ตาราง T-3 TR LV 230 / 400 V 1.00 In

สาย NYY 1/C บนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	455	3 x 300 , 1 x 150 2 (3 x 150 , 1 x 95)	300 300
400	577	2 (3 x 185 , 1 x 95) 3 (3 x 120 , 1 x 70)	300 400
500	722	2 (3 x 300 , 1 x 150) 3 (3 x 185 , 1 x 95)	400 400
630	909	3 (3 x 240 , 1 x 120) 4 (3 x 150 , 1 x 95)	500 500
800	1155	4 (3 x 240 , 1 x 120) 5 (3 x 185 , 1 x 95)	500 700
1000	1443	5 (3 x 240 , 1 x 120) 6 (3 x 185 , 1 x 95)	800 700
1250	1804	6 (3 x 300 , 1 x 150) 7 (3 x 240 , 1 x 120)	1000 1000
1600	2309	6 (3 x 400 , 1 x 240) 7 (3 x 300 , 1 x 150)	1000 1000
2000	2887	8 (3 x 400 , 1 x 240) 9 (3 x 300 , 1 x 150)	1300 1300

ตาราง T-4 TR LV 230 / 400 V1.00 In

สาย XLPE 1/C บนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	455	3 x 185 , 1 x 95	300
		2 (3 x 70 , 1 x 35)	300
400	577	3 x 300 , 1 x 150	300
		2 (3 x 120 , 1 x 70)	300
500	722	2 (3 x 150 , 1 x 95)	300
		3 (3 x 95 , 1 x 50)	400
630	909	2 (3 x 240 , 1 x 120)	300
		3 (3 x 120 , 1 x 70)	300
800	1155	2 (3 x 300 , 1 x 150)	300
		3 (3 x 185 , 1 x 95)	400
1000	1443	3 (3 x 240 , 1 x 120)	400
		4 (3 x 185 , 1 x 95)	500
1250	1804	4 (3 x 240 , 1 x 120)	500
		5 (3 x 185 , 1 x 95)	600
1600	2309	5 (3 x 300 , 1 x 150)	700
		6 (3 x 240 , 1 x 120)	800
2000	2887	6 (3 x 300 , 1 x 150)	900
		7 (3 x 240 , 1 x 120)	900

ตาราง T-5 TR LV 230 / 400 V 1.00 In
สาย XLPE 1/C บนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบบันได

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	455	3 x 185 , 1 x 95 2 (3 x 70 , 1 x 35)	300 300
400	577	3 x 300 , 1 x 150 2 (3 x 95 , 1 x 50)	300 300
500	722	2 (3 x 150 , 1 x 95) 3 (3 x 70 , 1 x 35)	300 300
630	909	2 (3 x 185 , 1 x 95) 3 (3 x 120 , 1 x 70)	300 300
800	1155	2 (3 x 300 , 1 x 150) 3 (3 x 150 , 1 x 95)	300 400
1000	1443	3 (3 x 240 , 1 x 120) 4 (3 x 150 , 1 x 95)	400 400
1250	1804	3 (3 x 300 , 1 x 150) 4 (3 x 240 , 1 x 120)	500 500
1600	2309	4 (3 x 300 , 1 x 150) 5 (3 x 240 , 1 x 120)	600 700
2000	2887	5 (3 x 300 , 1 x 150) 6 (3 x 240 , 1 x 120)	700 800

ตาราง T-6 TR LV 230 / 400 V 1.00 In

สาย XLPE 1/C บนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	455	3 x 240 , 1 x 120 2 (3 x 95 , 1 x 50)	300 300
400	577	3 x 300 , 1 x 150 2 (3 x 120 , 1 x 70)	300 300
500	722	2 (3 x 185 , 1 x 95) 3 (3 x120 , 1 x 70)	300 300
630	909	2 (3 x 240 , 1 x 120) 3 (3 x 150 , 1 x 95)	300 400
800	1155	3 (3 x 240 , 1 x 120) 4 (3 x 150 , 1 x 95)	400 500
1000	1443	3 (3 x 300 , 1 x 150) 4 (3 x 240 , 1 x 120)	500 500
1250	1804	4 (3 x 300 , 1 x 150) 5 (3 x 240 , 1 x 120)	600 700
1600	2309	5 (3 x 400 , 1 x 240) 6 (3 x 240 , 1 x 120)	800 800
2000	2887	6 (3 x 400 , 1 x 240) 8 (3 x 240 , 1 x 120)	900 900

ตาราง T-7 TR LV 230 / 400 V 1.00 In
สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ (n x mm)
315	455	2 (3 x 150 , 1 x 95) 3 (3 x 95 , 1 x 50)	2 x 80 3 x 65
400	577	2 (3 x 240 , 1 x 120) 3 (3 x 120 , 1 x 70)	2 x 90 3 x 65
500	722	2 (3 x 400 , 1 x 240) 3 (3 x 185 , 1 x 95)	2 x 12 3 x 80
630	909	3 (3 x 300 , 1 x 150) 4 (3 x 150 , 1 x 95)	3 x 100 4 x 80
800	1155	4 (3 x 240 , 1 x 120) 5 (3 x 185 , 1 x 95)	4 x 90 5 x 80
1000	1443	4 (3 x 400 , 1 x 240) 5 (3 x 240 , 1 x 120)	4 x 125 5 x 90
1250	1804	5 (3 x 400 , 1 x 240) 6 (3 x 300 , 1 x 150)	5 x 125 6 x 100
1600	2309	6 (3 x 400 , 1 x 240) 7 (3 x 300 , 1 x 150)	6 x 125 7 x 100
2000	2887	8 (3 x 400 , 1 x 240) 9 (3 x 240 , 1 x 120)	8 x 125 9 x 90

ตาราง T-8 TR LV 230 / 400 V 1.00 In
สาย NYY 1/C การติดตั้งกลุ่มที่ 2

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ (n x mm)
315	455	2 (3 x 150 , 1 x 95)	2 x 90
		3 (3 x 95 , 1 x 50)	3 x 80
400	577	2 (3 x 240 , 1 x 120)	2 x 100
		3 (3 x 120 , 1 x 70)	3 x 80
500	722	2 (3 x 400 , 1 x 240)	2 x 125
		3 (3 x 185 , 1 x 95)	3 x 90
630	909	3 (3 x 300 , 1 x 150)	3 x 125
		4 (3 x 150 , 1 x 95)	4 x 90
800	1155	4 (3 x 240 , 1 x 120)	4 x 100
		5 (3 x 185 , 1 x 95)	5 x 90
1000	1443	4 (3 x 400 , 1 x 240)	4 x 125
		5 (3 x 240 , 1 x 120)	5 x 100
1250	1804	5 (3 x 400 , 1 x 240)	5 x 125
		6 (3 x 300 , 1 x 150)	6 x 125
1600	2309	6 (3 x 400 , 1 x 240)	6 x 125
		7 (3 x 300 , 1 x 150)	7 x 125
2000	2887	8 (3 x 400 , 1 x 240)	8 x 125
		9 (3 x 240 , 1 x 120)	9 x 100

ตาราง T-9 TR LV 230 / 400 V 1.00 In
สาย XLPE 1/Cการติดตั้งกลุ่มที่ 2

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ (n x mm)
315	455	3 x 300 , 1 x 150 3 (3 x 95 , 1 x 50)	100 2 x 65
400	577	2 (3 x150 , 1 x 95) 3 (3 x 95 , 1 x 50)	2 x 80 3 x 65
500	722	2 (3 x 240 , 1 x 120) 3 (3 x 95 , 1 x 50)	2 x 90 3 x 65
630	909	2 (3 x 300 , 1 x 150) 3 (3 x 150 , 1 x 95)	2 x 100 3 x 80
800	1155	3 (3 x 240 , 1 x 120) 4 (3 x 150 , 1 x 95)	3 x 90 4 x 80
1000	1443	3 (3 x 400 , 1 x 240) 4 (3 x 300 , 1 x 150)	3 x 125 3 x 100
1250	1804	4 (3 x 300 , 1 x 150) 5 (3 x 240 , 1 x 120)	4 x 100 5 x 90
1600	2309	5 (3 x 300 , 1 x 150) 6 (3 x 240 , 1 x 120)	5 x 100 6 x 90
2000	2887	6 (3 x 400 , 1 x 240) 7 (3 x 300 , 1 x 150)	6 x 125 7 x 100

ตาราง T-10 TR LV 230 / 400 V 1.00 In
สาย NYY 1/C การติดตั้งกลุ่มที่ 5

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ (n x mm)
315	455	3 x 400 , 1 x 240 2 (3 x 185 , 1 x 95)	125 2 x 90
400	577	2 (3 x 240 , 1 x 120) 3 (3 x 150 , 1 x 95)	2 x 100 3 x 90
500	722	2 (3 x 400 , 1 x 240) 3 (3 x 240 , 1 x 120)	2 x 125 3 x 100
630	909	3 (3 x 400 , 1 x 240) 4 (3 x 240 , 1 x 120)	3 x 125 4 x 100
800	1155	4 (3 x 400 , 1 x 240) 5 (3 x 240 , 1 x 120)	4 x 125 5 x 100
1000	1443	5 (3 x 400 , 1 x 240) 6 (3 x 300 , 1 x 150)	5 x 125 6 x 125
1250	1804	7 (3 x 400 , 1 x 240) 8 (3 x 300 , 1 x 150)	7 x 125 8 x 125
1600	2309	9 (3 x 400 , 1 x 240) 10 (3 x 300 , 1 x 150)	9 x 125 10 x 125
2000	2887	11 (3 x 400 , 1 x 240) 12 (3 x 300 , 1 x 150)	11 x 125 12 x 125

ตาราง T-11 TR LV 230 / 400 V 1.00 In
สาย XLPE 1/C การติดตั้งกลุ่มที่ 5

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ (n x mm)
315	455	3 x 300 , 1 x 150 2 (3 x 120 , 1 x 70)	100 2 x 65
400	577	2 (3 x 185 , 1 x 95) 3 (3 x 120 , 1 x 70)	2 x 80 3 x 65
500	722	2 (3 x 300 , 1 x 150) 3 (3 x 185 , 1 x 95)	2 x 100 3 x 80
630	909	2 (3 x 400 , 1 x 240) 3 (3 x 240 , 1 x 120)	2 x 125 3 x 90
800	1155	3 (3 x 400 , 1 x 240) 4 (3 x 240 , 1 x 120)	3 x 125 4 x 90
1000	1443	4 (3 x 400 , 1 x 240) 5 (3 x 300 , 1 x 150)	4 x 125 5 x 100
1250	1804	6 (3 x 400 , 1 x 240) 7 (3 x 300 , 1 x 150)	6 x 125 7 x 100
1600	2309	8 (3 x 400 , 1 x 240) 9 (3 x 300 , 1 x 150)	8 x 125 9 x 100
2000	2887	9 (3 x 400 , 1 x 240) 11 (3 x 300 , 1 x 150)	9 x 125 11 x 100

ตาราง T-12 TR LV 240 / 416 V 1.00 In

สาย NYY 1/C บนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	437	3 x 240 , 1 x 120	300
		2 (3 x 120 , 1 x 95)	300
400	555	2 (3 x 150 , 1 x 95)	300
		3 (3 x 95 , 1 x 50)	400
500	694	2 (3 x 240 , 1 x 120)	400
		3 (3 x 120 , 1 x 95)	400
630	874	2 (3 x 300 , 1 x 150)	400
		3 (3 x 185 , 1 x 95)	400
800	1110	3 (3 x 240 , 1 x 120)	500
		4 (3 x 185 , 1 x 95)	600
1000	1388	4 (3 x 240 , 1 x 120)	700
		5 (3 x 185 , 1 x 95)	700
1250	1735	5 (3 x 300 , 1 x 150)	900
		6 (3 x 240 , 1 x 120)	900
1600	2221	6 (3 x 300 , 1 x 150)	1000
		7 (3 x 240 , 1 x 120)	1000
2000	2776	8 (3 x 300 , 1 x 150)	1200
		9 (3 x 240 , 1 x 120)	1200

ตาราง T–13 TR LV 240 / 416 V 1.00 In
สาย NYY1/C บนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิด แบบบันได

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	437	3 x 240 , 1 x 120	300
		2 (3 x 95 , 1 x 50)	300
400	555	2 (3 x 150 , 1 x 95)	300
		3 (3 x 70 , 1 x 35)	400
500	694	2 (3 x 185 , 1 x 95)	400
		3 (3 x 120 , 1 x 95)	400
630	874	2 (3 x 300 , 1 x 150)	400
		3 (3 x 150 , 1 x 95)	400
800	1110	3 (3 x 240 , 1 x 120)	500
		4 (3 x 150 , 1 x 95)	500
1000	1388	3 (3 x 300 , 1 x 150)	700
		4 (3 x 185 , 1 x 95)	600
1250	1735	4 (3 x 300 , 1 x 150)	700
		5 (3 x 240 , 1 x 120)	800
1600	2221	5 (3 x 300 , 1 x 150)	900
		6 (3 x 240 , 1 x 120)	900
2000	2776	6 (3 x 300 , 1 x 150)	1000
		7 (3 x 240 , 1 x 120)	1000

ตาราง T-14 TR LV 240 / 416 V 1.00 In

สาย NYY 1/C บนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	437	3 x 300 , 1 x 150 2 (3 x 120 , 1 x 70)	300 300
400	555	2 (3 x 185 , 1 x 95) 3 (3 x 120 , 1 x 70)	300 400
500	694	2 (3 x 240 , 1 x 120) 3 (3 x 150 , 1 x 95)	300 400
630	874	2 (3 x 400 , 1 x 240) 3 (3 x 240 , 1 x 125)	400 500
800	1110	3 (3 x 300 , 1 x 150) 4 (3 x 240 , 1 x 120)	500 500
1000	1388	4 (3 x 300 , 1 x 150) 5 (3 x 240 , 1 x 120)	700 800
1250	1735	5 (3 x 400 , 1 x 240) 6 (3 x 240 , 1 x 120)	900 900
1600	2221	6 (3 x 400 , 1 x 240) 7 (3 x 300 , 1 x 150)	1000 1000
2000	2776	7(3 x 400 , 1 x 240) 9 (3 x 300 , 1 x 150)	1200 1300

ตาราง T–15 TR LV 240 / 416 V 1.00 In

สาย XLPE 1/C บนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิด แบบระบายอากาศ

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	437	3 x 185 , 1 x 95	300
		2 (3 x 70 , 1 x 35)	300
400	555	3 x 240 , 1 x 120	300
		2 (3 x 95 , 1 x 50)	300
500	694	2 (3 x 150 , 1 x 95)	300
		3 (3 x 95 , 1 x 50)	300
630	874	2 (3 x 185 , 1 x 95)	400
		3 (3 x 120 , 1 x 95)	300
800	1110	2 (3 x 300 , 1 x 150)	300
		3 (3 x 185 , 1 x 95)	400
1000	1388	3 (3 x 240 , 1 x 120)	400
		4 (3 x 185 , 1 x 95)	500
1250	1735	3 (3 x 300 , 1 x 150)	500
		4 (3 x 240 , 1 x 120)	500
1600	2221	5 (3 x 240 , 1 x 120)	700
		6 (3 x 185 , 1 x 95)	700
2000	2776	6 (3 x 300 , 1 x 150)	900
		7 (3 x 240 , 1 x 120)	900

ตาราง T–16 TR LV 240 / 416 V 1.00 In
สาย XLPE 1/C บนรางเคเบิล ไม่มีฝาปิด แบบบันได

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	437	3 x 185 , 1 x 95	300
		2 (3 x 70 , 1 x 35)	300
400	555	3 x 240 , 1 x 120	300
		2 (3 x 95 , 1 x 50)	300
500	694	2 (3 x 120 , 1 x 95)	300
		3 (3 x 70 , 1 x 50)	300
630	874	2 (3 x 185 , 1 x 95)	300
		3 (3 x 95 , 1 x 50)	300
800	1110	2 (3 x 240 , 1 x 120)	300
		3 (3 x 150 , 1 x 95)	400
1000	1388	3 (3 x 185 , 1 x 95)	400
		4 (3 x 150 , 1 x 95)	400
1250	1735	3 (3 x 300 , 1 x 150)	500
		4 (3 x 185 , 1 x 95)	500
1600	2221	4 (3 x 300 , 1 x 150)	600
		5 (3 x 185 , 1 x 95)	600
2000	2776	5 (3 x 300 , 1 x 150)	700
		6 (3 x 240 , 1 x 120)	800

ตาราง T-17 TR LV 240 / 416 V 1.00 In

สาย XLPE 1/C บนรางเคเบิลไม่มีฝาปิด แบบด้านล่างทึบ

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	437	3 x 185 , 1 x 95	300
		2 (3 x 95 , 1 x 50)	300
400	555	3 x 300 , 1 x 150	300
		2 (3 x 120 , 1 x 70)	300
500	694	3 x 400 , 1 x 240	300
		2 (3 x 185 , 1 x 95)	300
630	874	2 (3 x 240 , 1 x 120)	300
		3 (3 x 150 , 1 x 95)	400
800	1110	2 (3 x 400 , 1 x 240)	400
		3 (3 x 240 , 1 x 120)	400
1000	1388	3 (3 x 300 , 1 x 150)	500
		4 (3 x 240 , 1 x 120)	500
1250	1735	4 (3 x 300 , 1 x 150)	600
		5 (3 x 240 , 1 x 120)	700
1600	2221	5 (3 x 300 , 1 x 150)	700
		6 (3 x 240 , 1 x 120)	800
2000	2776	6 (3 x 400 , 1 x 240)	900
		7 (3 x 300 , 1 x 150)	1000

ตาราง T–18 TR LV 240 / 416 V 1.00 In
สาย IEC01 การติดตั้งกลุ่มที่ 2

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ (n x mm)
315	437	2 (3 x 150 , 1 x 95) 3 (3 x 95 , 1 x 50)	2 x 80 3 x 65
400	555	2 (3 x 240 , 1 x 120 3 (3 x 120 , 1 x 70)	2 x 90 3 x 65
500	694	2 (3 x 400 , 1 x 240) 3 (3 x 185 , 1 x 95)	2 x 125 3 x 80
630	874	3 (3 x 240 , 1 x 120) 4 (3 x 150 , 1 x 95)	3 x 90 3 x 80
800	1110	3 (3 x 400 , 1 x 120) 4 (3 x 240 , 1 x 120)	3 x 125 4 x 90
1000	1388	4 (3 x 400 , 1 x 240) 5 (3 x 240 , 1 x 120)	4 x 125 5 x 90
1250	1735	5 (3 x 400 , 1 x 240) 6 (3 x 240 , 1 x 120)	5 x 125 6 x 90
1600	2221	6 (3 x 400 , 1 x 240) 7 (3 x 300 , 1 x 150)	6 x 125 7 x 100
2000	2776	7 (3 x 400 , 1 x 240) 9 (3 x 300 , 1 x 150)	7 x 125 9 x 100

ตาราง T–19 TR LV 240 / 416 V 1.00 In
สาย NYY 1/C การติดตั้งกลุ่มที่ 2

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ (n x mm)
315	437	2 (3 x 150 , 1 x 95) 3 (3 x 95 , 1 x 50)	2 x 90 3 x 80
400	555	2 (3 x 240 , 1 x 120 3 (3 x 120 , 1 x 70)	2 x 100 3 x 80
500	694	2 (3 x 400 , 1 x 240) 3 (3 x 185 , 1 x 95)	2 x 125 3 x 90
630	874	3 (3 x 240 , 1 x 120) 4 (3 x 150 , 1 x 95)	3 x 100 4 x 90
800	1110	3 (3 x 400 , 1 x 120) 4 (3 x 240 , 1 x 120)	3 x 125 4 x 100
1000	1388	4 (3 x 400 , 1 x 240) 5 (3 x 240 , 1 x 120)	4 x 125 5 x 100
1250	1735	5 (3 x 400 , 1 x 240) 6 (3 x 240 , 1 x 120)	5 x 125 6 x 100
1600	2221	6 (3 x 400 , 1 x 240) 7 (3 x 300 , 1 x 150)	6 x 125 7 x 125
2000	2776	7 (3 x 400 , 1 x 240) 9 (3 x 300 , 1 x 150)	7 x 125 9 x 125

ตาราง T–20 TR LV 240 / 416 V 1.00 In
สาย XLPE 1/C การติดตั้งกลุ่มที่ 2

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ความกว้างรางเคเบิล (n x mm)
315	437	3 x 300 , 1 x 150 2 (3 x 95 , 1 x 50)	100 2 x 65
400	555	2 (3 x 120 , 1 x 70) 3 (3 x 95 , 1 x 50)	2 x 65 3 x 65
500	694	2 (3 x 185 , 1 x 95) 3 (3 x 95 , 1 x 50)	2 x 80 3 x 65
630	874	2 (3 x 300 , 1 x 150) 3 (3 x 150 , 1 x 95)	2 x 100 3 x 80
800	1110	3 (3 x 240 , 1 x 120) 4 (3 x 120 , 1 x 70)	3 x 90 4 x 65
1000	1388	3 (3 x 300 , 1 x 150) 4 (3 x 185 , 1 x 95)	3 x 100 4 x 80
1250	1735	4 (3 x 300 , 1 x 150) 5 (3 x 185 , 1 x 95)	4 x 100 5 x 80
1600	2221	5 (3 x 300 , 1 x 150) 6 (3 x 240 , 1 x 120)	5 x 100 6 x 90
2000	2776	6 (3 x 300 , 1 x 150) 7 (3 x 240 , 1 x 120)	6 x 100 7 x 90

ตาราง T–21 TR LV 240 / 416 V 1.00 In
สาย NYY 1/C การติดตั้งกลุ่มที่ 5

พิกัด หม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm²)	ขนาดท่อ (mm)
315	437	3 x 400 , 1 x 240 2 (3 x 150 , 1 x 95)	125 2 x 90
400	555	2 (3 x 240 , 1 x 120) 3 (3 x 150 , 1 x 95)	2 x 100 2 x 90
500	694	2 (3 x 400 , 1 x 240) 3 (3 x 240 , 1 x 120)	2 x 125 3 x 100
630	874	3 (3 x 300 , 1 x 150) 4 (3 x 240 , 1 x 120)	3 x 125 4 x 100
800	1110	4 (3 x 300 , 1 x 150) 5 (3 x 240 , 1 x 120)	4 x 125 5 x 100
1000	1388	5 (3 x 400 , 1 x 240) 6 (3 x 300 , 1 x 150)	5 x 125 6 x 125
1250	1735	7 (3 x 400 , 1 x 240) 8 (3 x 300 , 1 x 150)	7 x 125 8 x 125
1600	2221	9 (3 x 400 , 1 x 240) 10 (3 x 300 , 1 x 150)	9 x 125 10 x 125
2000	2776	11 (3 x 400 , 1 x 240) 12 (3 x 300 , 1 x 150)	11 x 125 12 x 125

ตาราง T–22 TR LV 240 / 416 V 1.00 In
สาย XLPE 1/C การติดตั้งกลุ่มที่ 5

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	กระแสพิกัด In (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ความกว้างรางเคเบิล (mm)
315	437	3 x 300 , 1 x 150 2 (3 x 120 , 1 x 70)	100 2 x 65
400	555	2 (3 x 185 , 1 x 95) 3 (3 x 120 , 1 x 70)	2 x 80 2 x 65
500	694	2 (3 x 240 , 1 x 120) 3 (3 x 150 , 1 x 70)	2 x 90 3 x 80
630	874	2 (3 x 400 , 1 x 240) 3 (3 x 240 , 1 x 120)	2 x 125 3 x 90
800	1110	3 (3 x 400 , 1 x 240) 4 (3 x 240 , 1 x 120)	3 x 125 4 x 90
1000	1388	4 (3 x 400 , 1 x 240) 5 (3 x 300 , 1 x 150)	4 x 125 5 x 100
1250	1735	5 (3 x 400 , 1 x 240) 7 (3 x 240 , 1 x 120)	5 x 125 7 x 90
1600	2221	7 (3 x 400 , 1 x 240) 8 (3 x 300 , 1 x 150)	7 x 125 8 x 100
2000	2776	9 (3 x 400 , 1 x 240) 10 (3 x 300 , 1 x 150)	9 x 125 10 x 100

COPPER CONDUCTOR CABLES

♦ Building Wires And Cable ♦

TIS 11 Part 101-2559 : Sheathed Cables of General Purposes

CONTENTS

		PAGE
NYY	450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED	397
NYY-G	450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED WITH GROUND	401
VAF	30300/500 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED, FLAT TYPE	404
VAF-G	300/500 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND, FLAT TYPE	405
VCT	450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED, ROUND TYPE	406
VCT-G	450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND, ROUND TYPE	410

NYY

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED

CABLE STRUCTURE

Conductor : Soil and Stranded annealed copper
Single-core : Size 1 mm^2 up to 500 mm^2
Multi-core : Size 1 mm^2 up to 300 mm^2

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/C)

Core identification

Single-core	:Black
2 Cores	:Blue and Brown
3 Cores	:Brown, Black and Grey
4 Cores	:Blue, Brown, Black and Grey

Inner sheath :Black polyvinyl chloride (PVC)(Multi-cores only)

Outer sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 3

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm^2)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Outer sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating maximum: Free air at 40° C (A)	Continuous current rating maximum: Under ground at 30° C (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
1	1	1	1.5	1.8	8.6	18.1	0.0207	19	25	80	100/C
	1	2	1.5	1.8	8.8	18.1	0.0200	19	25	80	100/C
	1.5	1	1.5	1.8	9.0	12.1	0.0184	24	31	85	100/C
	1.5	2	1.5	1.8	9.2	12.1	0.0175	24	31	90	100/C
	2.5	1	1.5	1.8	9.4	7.41	0.0157	32	41	100	100/C
	2.5	2	1.5	1.8	9.8	7.41	0.0146	32	41	110	100/C
	4	1	1.5	1.8	10.0	4.61	0.0135	43	53	120	100/C
	4	2	1.5	1.8	10.5	4.61	0.0124	43	53	130	100/C
	6	2	1.5	1.8	11.0	3.08	0.0107	54	68	160	100/C
	10	2	1.5	1.8	12.0	1.83	0.0088	73	79	210	500/D
	16	2	1.5	1.8	13.0	1.15	0.0074	97	118	280	500/D
	25	2	1.5	1.8	14.5	0.727	0.0061	129	153	390	500/D
	35	2	1.5	1.8	16.0	0.524	0.0053	159	185	490	500/D
	50	2	1.5	1.8	17.0	0.387	0.0046	191	220	620	500/D
	70	2	1.5	1.8	19.0	0.268	0.0039	241	271	850	500/D
	95	2	1.7	1.8	21.5	0.193	0.0038	297	326	1,100	500/D
	120	2	1.7	1.8	23.0	0.153	0.0034	345	372	1,400	500/D
	150	2	1.9	2.0	26.0	0.124	0.0034	397	418	1,700	500/D
	185	2	2.1	2.0	28.0	0.0991	0.0034	456	473	2,100	500/D
	240	2	2.3	2.2	31.5	0.0754	0.0033	541	549	2,700	500/D
	300	2	2.5	2.2	35.0	0.0601	0.0032	628	624	3,400	500/D
	400	2	2.7	2.2	38.5	0.0470	0.0030	733	713	4,300	500/D
	500	2	3.1	2.4	43.0	0.0366	0.0031	848	810	5,400	500/D

Class of conductor
1 : Solid
2: Strand

C: Packing in coil
D:Packing in drum

NYY

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED

CABLE STRUCTURE

Conductor : Soil and Stranded annealed copper
- Single-core : Size 1 mm^2 up to 500 mm^2
- Multi-core : Size 1 mm^2 up to 300 mm^2

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/C)

Core identification
- Single-core :Black
- 2 Cores :Blue and Brown
- 3 Cores :Brown, Black and Grey
- 4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey

Inner sheath :Black polyvinyl chloride (PVC)(Multi-cores only)

Outer sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 4

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Inner sheath thickness nominal (mm)	Outer sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating maximum: Free air at 40° C (A)	Continuous current rating maximum: Under ground at 30° C (A)	cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
2	1	1	0.8	0.8	1.8	12.0	18.1	0.0141	13	21	160	100/C
	1	2	0.8	0.8	1.8	12.5	18.1	0.0135	16	26	170	100/C
	1.5	1	0.8	0.8	1.8	12.5	12.1	0.0123	22	35	180	100/C
	1.5	2	0.8	0.8	1.8	13.0	12.1	0.0116	30	45	190	100/C
	2.5	1	0.8	0.8	1.8	13.5	7.41	0.0102	37	57	220	100/C
	2.5	2	0.8	0.8	1.8	14.0	7.41	0.0093	52	76	230	100/C
	4	1	0.9	0.8	1.8	15.0	4.61	0.0094	70	99	280	100/C
	4	2	0.9	0.8	1.8	15.5	4.61	0.0085	88	128	300	100/C
	6	2	0.9	0.8	1.8	17.0	3.08	0.0073	110	154	370	100/C
	10	2	1.1	0.8	1.8	19.5	1.83	0.0069	133	181	540	500/D
	16	2	1.1	0.8	2.0	22.5	1.15	0.0057	171	223	740	500/D
	25	2	1.3	1.2	2.0	27.0	0.727	0.0054	207	267	1,120	500/D
	35	2	1.3	1.2	2.0	29.5	0.524	0.0047	240	304	1,420	500/D
	50	2	1.5	1.2	2.2	33.5	0.387	0.0046	133	181	1,850	500/D
	70	2	1.5	1.5	2.2	38.0	0.268	0.0039	171	223	2,500	500/D
	95	2	1.7	1.5	2.2	42.5	0.193	0.0038	207	267	3,300	500/D
	120	2	1.7	1.5	2.4	46.5	0.153	0.0034	240	304	4,010	500/D
	150	2	1.9	1.8	2.6	52.0	0.124	0.0034	278	342	4,970	300/D
	185	2	2.1	1.8	2.8	57.0	0.0991	0.0034	317	386	6,110	300/D
	240	2	2.3	2.0	3.0	64.0	0.0754	0.0033	374	448	7,900	300/D
	300	2	2.5	2.0	3.2	70.5	0.0601	0.0032	432	507	9,690	200/D

Class of conductor
- 1 : Solid
- 2: Strand

C: Packing in coil
D:Packing in drum

NYY

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED

CABLE STRUCTURE

Conductor : Soil and Stranded annealed copper
- Single-core : Size 1 mm^2 up to 500 mm^2
- Multi-core : Size 1 mm^2 up to 300 mm^2

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/C)

Core identification
- Single-core :Black
- 2 Cores :Blue and Brown
- 3 Cores :Brown, Black and Grey
- 4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey

Inner sheath :Black polyvinyl chloride (PVC)(Multi-cores only)

Outer sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 4

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Inner sheath thickness nominal (mm)	Outer sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating maximum: Free air at 40° C (A)	Continuous current rating maximum: Under ground at 30° C (A)	cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
3	1	1	0.8	0.8	1.8	12.5	18.1	0.0141	13	21	180	100/C
	1	2	0.8	0.8	1.8	13.0	18.1	0.0135	16	26	190	100/C
	1.5	1	0.8	0.8	1.8	13.0	12.1	0.0123	22	35	205	100/C
	1.5	2	0.8	0.8	1.8	13.5	12.1	0.0116	30	45	220	100/C
	2.5	1	0.8	0.8	1.8	14.0	7.41	0.0102	37	57	250	100/C
	2.5	2	0.8	0.8	1.8	15.0	7.41	0.0093	52	76	270	100/C
	4	1	0.9	0.8	1.8	15.5	4.61	0.0094	70	99	335	100/C
	4	2	0.9	0.8	1.8	16.5	4.61	0.0085	88	128	360	100/C
	6	2	0.9	0.8	1.8	18.0	3.08	0.0073	110	154	450	100/C
	10	2	1.1	0.8	1.8	20.5	1.83	0.0069	133	181	660	500/D
	16	2	1.1	1.2	2.0	24.5	1.15	0.0057	171	223	970	500/D
	25	2	1.3	1.2	2.0	28.5	0.727	0.0054	207	267	1,410	500/D
	35	2	1.3	1.2	2.0	31.5	0.524	0.0047	240	304	1,810	500/D
	50	2	1.5	1.5	2.2	36.0	0.387	0.0046	133	181	2,410	500/D
	70	2	1.5	1.5	2.2	40.5	0.268	0.0039	171	223	3,200	500/D
	95	2	1.7	1.5	2.4	46.0	0.193	0.0038	207	267	4,300	500/D
	120	2	1.7	1.8	2.6	50.5	0.153	0.0034	240	304	5,320	300/D
	150	2	1.9	1.8	2.8	56.0	0.124	0.0034	278	342	6,490	300/D
	185	2	2.1	2.0	3.0	61.5	0.0991	0.0034	317	386	8,060	300/D
	240	2	2.3	2.0	3.2	69.0	0.0754	0.0033	374	448	10,360	200/D
	300	2	2.5	2.2	3.4	76.0	0.0601	0.0032	432	507	12,810	200/D

Class of conductor
- 1 : Solid
- 2: Strand

C: Packing in coil
D:Packing in drum

NYY

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED

CABLE STRUCTURE

Conductor : Soil and Stranded annealed copper
- Single-core : Size 1 mm^2 up to 500 mm^2
- Multi-core : Size 1 mm^2 up to 300 mm^2

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/C)

Core identification
- Single-core :Black
- 2 Cores :Blue and Brown
- 3 Cores :Brown, Black and Grey
- 4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey

Inner sheath :Black polyvinyl chloride (PVC)(Multi-cores only)

Outer sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 4

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Inner sheath thickness nominal (mm)	Outer sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating maximum: Free air at 40° C (A)	Continuous current rating maximum: Under ground at 30° C (A)	cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
4	1	1	0.8	0.8	1.8	13.5	18.1	0.0141	13	21	210	100/C
	1	2	0.8	0.8	1.8	14.0	18.1	0.0135	16	26	220	100/C
	1.5	1	0.8	0.8	1.8	14.0	12.1	0.0123	22	35	240	100/C
	1.5	2	0.8	0.8	1.8	14.5	12.1	0.0116	30	45	260	100/C
	2.5	1	0.8	0.8	1.8	15.0	7.41	0.0102	37	57	300	100/C
	2.5	2	0.8	0.8	1.8	16.0	7.41	0.0093	52	76	320	100/C
	4	1	0.9	0.8	1.8	17.0	4.61	0.0094	70	99	400	100/C
	4	2	0.9	0.8	1.8	17.5	4.61	0.0085	88	128	440	100/C
	6	2	0.9	0.8	1.8	19.0	3.08	0.0073	110	154	550	100/C
	10	2	1.1	0.8	2.0	23.0	1.83	0.0069	133	181	840	500/D
	16	2	1.1	1.2	2.0	26.5	1.15	0.0057	171	223	1,200	500/D
	25	2	1.3	1.2	2.0	31.0	0.727	0.0054	207	267	1,760	500/D
	35	2	1.3	1.5	2.2	35.0	0.524	0.0047	240	304	2,360	500/D
	50	2	1.5	1.5	2.2	39.5	0.387	0.0046	133	181	3,020	500/D
	70	2	1.5	1.5	2.4	44.5	0.268	0.0039	171	223	4,090	500/D
	95	2	1.7	1.8	2.6	51.5	0.193	0.0038	207	267	5,580	300/D
	120	2	1.7	1.8	2.8	56.0	0.153	0.0034	240	304	6,800	300/D
	150	2	1.9	2.0	3.0	62.0	0.124	0.0034	278	342	8,360	300/D
	185	2	2.1	2.0	3.2	68.0	0.0991	0.0034	317	386	10,310	200/D
	240	2	2.3	2.2	3.4	76.5	0.0754	0.0033	374	448	13,350	200/D
	300	2	2.5	2.2	3.8	85.0	0.0601	0.0032	432	507	16,500	200/D

Class of conductor
- 1 : Solid
- 2: Strand

C: Packing in coil
D:Packing in drum

NYY-G

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED WITH GROUND

CABLE STRUCTURE

Conductor : Stranded annealed copper
: 2 cores up to 4 cores with ground
: Size 1 mm² up to 300 mm²

Ground Wire : Stranded annealed copper
: Size 1 mm² up to 150 mm²

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/C)

Core identification 2 Cores :Blue and Brown
3 Cores :Brown, Black and Grey
4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey
Ground wire :Green/Yellow

Inner sheath :Black polyvinyl chloride (PVC)

Outer sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 5

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Inner sheath thickness nominal (mm)	Outer sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating maximum Free air (A)	Continuous current rating maximum Under ground (A)	cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
2+G	1 1(G)	1 1	0.8 0.8	0.8	1.8	13.0	18.1 18.1	0.0141	13	21	180	100/C
	1 1(G)	2 2	0.8 0.8	0.8	1.8	13.5	18.1 18.1	0.0135	16	26	190	100/C
	1.5 1.5(G)	1 1	0.8 0.8	0.8	1.8	13.5	12.1 12.1	0.0123	22	35	210	100/C
	1.5 1.5(G)	2 2	0.8 0.8	0.8	1.8	14.0	12.1 12.1	0.0116	30	45	220	100/C
	2.5 2.5(G)	1 1	0.8 0.8	0.8	1.8	14.5	7.41 7.41	0.0102	37	57	250	100/C
	2.5 2.5(G)	2 2	0.8 0.8	0.8	1.8	15.0	7.41 7.41	0.0093	52	76	270	100/C
	4 4(G)	1 1	0.9 0.9	0.8	1.8	16.0	4.61 4.61	0.0094	70	99	330	100/C
	4 4(G)	2 2	0.9 0.9	0.8	1.8	16.5	4.61 4.61	0.0085	88	128	360	100/C
	6 6(G)	2 2	0.9 0.9	0.8	1.8	18.0	3.08 3.08	0.0073	110	154	450	100/C
	10 10(G)	2 2	1.1 1.1	0.8	1.8	21.0	1.83 1.83	0.0069	133	181	670	500/D
	16 16(G)	2 2	1.1 1.1	0.8	2.0	23.5	1.15 1.15	0.0057	171	223	930	500/D
	25 16(G)	2 2	1.3 1.1	1.2	2.0	28.0	0.727 1.15	0.0054	88	128	1,280	500/D
	35 16(G)	2 2	1.3 1.1	1.2	2.0	30.0	0.524 1.15	0.0047	110	154	1,550	500/D
	50 25(G)	2 2	1.5 1.3	1.2	2.2	34.0	0.387 0.727	0.0046	133	181	2,080	500/D
	70 35(G)	2 2	1.5 1.3	1.5	2.2	38.5	0.268 0.524	0.0039	171	223	2,810	500/D
	95 50(G)	2 2	1.7 1.5	1.5	2.2	43.5	0.193 0.387	0.0038	207	267	3,710	500/D
	120 70(G)	2 2	1.7 1.5	1.5	2.4	47.5	0.153 0.268	0.0034	240	304	4,620	300/D
	150 95(G)	2 2	1.9 1.7	1.8	2.6	53.0	0.124 0.193	0.0034	278	342	5,840	300/D
	185 95(G)	2 2	2.1 1.7	1.8	2.8	57.5	0.0991 0.193	0.0034	317	386	6,910	300/D
	240 120(G)	2 2	2.3 1.7	2.0	3.0	64.5	0.0754 0.153	0.0033	374	448	8,860	200/D
	300 150(G)	2 2	2.5 1.9	2.0	3.2	71.0	0.0601 0.124	0.0032	432	507	10,880	200/D

Class of conductor
1:Solid
2:Strand

G: Ground conductor

C: Packing in coil
D: Packing in drum

NYY-G

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED WITH GROUND

CABLE STRUCTURE

Conductor : Stranded annealed copper
: 2 cores up to 4 cores with ground
: Size 1 mm^2 up to 300 mm^2

Ground Wire : Stranded annealed copper
: Size 1 mm^2 up to 150 mm^2

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/C)

Core identification 2 Cores :Blue and Brown
3 Cores :Brown, Black and Grey
4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey
Ground wire :Green/Yellow

Inner sheath :Black polyvinyl chloride (PVC)

Outer sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 5

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Inner sheath thickness nominal (mm)	Outer sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ·km)	Continuous current rating maximum Free air (A)	Continuous current rating maximum Under ground (A)	cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
3+G	1 1(G)	1 1	0.8 0.8	0.8	1.8	13.5	18.1 18.1	0.0141	13	21	210	100/C
	1 1(G)	2 2	0.8 0.8	0.8	1.8	14.0	18.1 18.1	0.0135	16	26	220	100/C
	1.5 1.5(G)	1 1	0.8 0.8	0.8	1.8	14.0	12.1 12.1	0.0123	22	35	240	100/C
	1.5 1.5(G)	2 2	0.8 0.8	0.8	1.8	15.0	12.1 12.1	0.0116	30	45	250	100/C
	2.5 2.5(G)	1 1	0.8 0.8	0.8	1.8	15.5	7.41 7.41	0.0102	37	57	300	100/C
	2.5 2.5(G)	2 2	0.8 0.8	0.8	1.8	16.0	7.41 7.41	0.0093	52	76	320	100/C
	4 4(G)	1 1	0.9 0.9	0.8	1.8	17.0	4.61 4.61	0.0094	70	99	400	100/C
	4 4(G)	2 2	0.9 0.9	0.8	1.8	18.0	4.61 4.61	0.0085	88	128	430	100/C
	6 6(G)	2 2	0.9 0.9	0.8	1.8	19.0	3.08 3.08	0.0073	110	154	550	100/C
	10 10(G)	2 2	1.1 1.1	0.8	1.8	22.5	1.83 1.83	0.0069	133	181	820	500/D
	16 16(G)	2 2	1.1 1.1	1.2	2.0	26.5	1.15 1.15	0.0057	171	223	1,200	500/D
	25 16(G)	2 2	1.3 1.1	1.2	2.0	30.5	0.727 1.15	0.0054	88	128	1,620	500/D
	35 16(G)	2 2	1.3 1.1	1.2	2.0	33.0	0.524 1.15	0.0047	110	154	1,990	500/D
	50 25(G)	2 2	1.5 1.3	1.5	2.2	38.5	0.387 0.727	0.0046	133	181	2,730	500/D
	70 35(G)	2 2	1.5 1.3	1.5	2.2	42.5	0.268 0.524	0.0039	171	223	3,630	500/D
	95 50(G)	2 2	1.7 1.5	1.5	2.4	48.5	0.193 0.387	0.0038	207	267	4,870	500/D
	120 70(G)	2 2	1.7 1.5	1.8	2.6	53.5	0.153 0.268	0.0034	240	304	6,120	300/D
	150 95(G)	2 2	1.9 1.7	1.8	2.8	59.0	0.124 0.193	0.0034	278	342	7,610	300/D
	185 95(G)	2 2	2.1 1.7	2.0	3.0	64.5	0.0991 0.193	0.0034	317	386	9,130	300/D
	240 120(G)	2 2	2.3 1.7	2.0	3.2	72.0	0.0754 0.153	0.0033	374	448	11,660	200/D
	300 150(G)	2 2	2.5 1.9	2.2	3.4	79.5	0.0601 0.124	0.0032	432	507	14,410	200/D

Class of conductor
1:Solid
2:Strand

G: Ground conductor

C: Packing in coil
D: Packing in drum

NYY-G

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED WITH GROUND

CABLE STRUCTURE

Conductor : Stranded annealed copper
: 2 cores up to 4 cores with ground
: Size 1 mm² up to 300 mm²

Ground Wire : Stranded annealed copper
: Size 1 mm² up to 150 mm²

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/C)

Core identification
- 2 Cores :Blue and Brown
- 3 Cores :Brown, Black and Grey
- 4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey
- Ground wire :Green/Yellow

Inner sheath :Black polyvinyl chloride (PVC)

Outer sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST4)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 5

APPLICATION

For installation exposed, or in raceway, wet or dry location, or direct burial in ground.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Inner sheath thickness nominal (mm)	Outer sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating maximum: Free air (A)	Continuous current rating maximum: Under ground (A)	cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
4+G	1 1(G)	1 1	0.8 0.8	0.8	1.8	14.5	18.1 18.1	0.0141	13	21	240	100/C
	1 1(G)	2 2	0.8 0.8	0.8	1.8	15.0	18.1 18.1	0.0135	16	26	250	100/C
	1.5 1.5(G)	1 1	0.8 0.8	0.8	1.8	15.0	12.1 12.1	0.0123	22	35	280	100/C
	1.5 1.5(G)	2 2	0.8 0.8	0.8	1.8	16.0	12.1 12.1	0.0116	30	45	290	100/C
	2.5 2.5(G)	1 1	0.8 0.8	0.8	1.8	16.5	7.41 7.41	0.0102	37	57	350	100/C
	2.5 2.5(G)	2 2	0.8 0.8	0.8	1.8	17.0	7.41 7.41	0.0093	52	76	370	100/C
	4 4(G)	1 1	0.9 0.9	0.8	1.8	18.0	4.61 4.61	0.0094	70	99	470	100/C
	4 4(G)	2 2	0.9 0.9	0.8	1.8	19.0	4.61 4.61	0.0085	88	128	500	100/C
	6 6(G)	2 2	0.9 0.9	0.8	1.8	20.5	3.08 3.08	0.0073	110	154	660	500/D
	10 10(G)	2 2	1.1 1.1	0.8	2.0	25.0	1.83 1.83	0.0069	133	181	1,010	500/D
	16 16(G)	2 2	1.1 1.1	1.2	2.0	28.5	1.15 1.15	0.0057	171	223	1,450	500/D
	25 16(G)	2 2	1.3 1.1	1.2	2.0	34.0	0.727 1.15	0.0054	88	128	1,990	500/D
	35 16(G)	2 2	1.3 1.1	1.5	2.2	39.0	0.524 1.15	0.0047	110	154	2,570	500/D
	50 25(G)	2 2	1.5 1.3	1.5	2.2	43.5	0.387 0.727	0.0046	133	181	3,390	500/D
	70 35(G)	2 2	1.5 1.3	1.5	2.4	49.0	0.268 0.524	0.0039	171	223	4,570	500/D
	95 50(G)	2 2	1.7 1.5	1.8	2.6	56.5	0.193 0.387	0.0038	207	267	6,230	300/D
	120 70(G)	2 2	1.7 1.5	1.8	2.8	61.5	0.153 0.268	0.0034	240	304	7,700	300/D
	150 95(G)	2 2	1.9 1.7	2.0	3.0	68.0	0.124 0.193	0.0034	278	342	9,610	300/D
	185 95(G)	2 2	2.1 1.7	2.0	3.2	75.0	0.0991 0.193	0.0034	317	386	11,530	200/D
	240 120(G)	2 2	2.3 1.7	2.2	3.4	84.5	0.0754 0.153	0.0033	374	448	14,840	200/D
	300 150(G)	2 2	2.5 1.9	2.2	3.8	93.5	0.0601 0.124	0.0032	432	507	18,340	150/D

Class of conductor
1:Solid
2:Strand

G: Ground conductor

C: Packing in coil
D: Packing in drum

VAF

TIS 11 Part 101-2559

300/500 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED,FLAT TYPE

CONDUCTOR

INSULATION

SHEATH

CABLE STRUCTURE

Conductor : Solid and stranded annealed copper, Size 1.0 mm^2 up to 16 mm^2

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/C)

Core identificatior 2 Cores : Blue and Brown

Sheath : White polyvinyl chloride (PVC/ST4)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C

: Circuit voltage not exceeding 300/500Volts

300 Volts between Line-to-Eart

500 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,000 Volts

Reference standarc : TIS 11 Part 101-2559, Table 1

APPLICATION

Building wiring for surface or above ceiling wiring or direct embeded in plaster.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm^2)	Class of Conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter Lower limit (mm)	Overall diameter Upper limit (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 20° C minimum (MΩ/km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
2	1	1	0.6	0.9	4.0 x 6.2	4.7 X 7.4	18.1	0.0110	13	50	100/C
	1.5	1	0.7	0.9	4.4 X 7.0	5.4 X 8.4	12.1	0.0110	17	70	100/C
	2.5	1	0.8	1.0	5.2 X 8.4	6.2 X 9.8	7.41	0.0100	23	100	100/C
	4	2	0.8	1.1	5.6 X9.6	7.2 X 11.5	4.61	0.0077	31	150	100/C
	6	2	0.8	1.1	6.4 X 10.5	8.0 X 13.0	3.08	0.0065	40	200	100/C
	10	2	1.0	1.2	7.8 X 13.0	9.6 X 16.0	1.83	0.0065	55	310	100/C
	16	2	1.0	1.3	9.0 X 15.5	11.0 X 18.5	1.15	0.0052	74	450	100/C

Class of conductor

1:Solid

2:Strand

G:Ground conductor

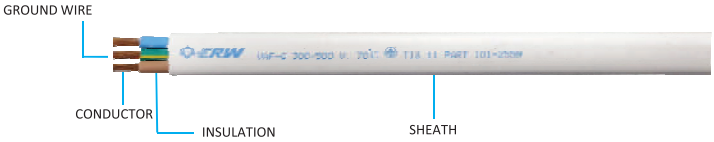
C: Packing in coil

D: Packing in drum

VAF-G

TIS 11 Part 101-2559

300/500 V 70°C SOLID AND STRANDED CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND,FLAT TYPE



CABLE STRUCTURE

Conductor : Solid and stranded annealed copper
Size 1.0 mm^2 up to 16 mm^2

Ground wire : Solid and stranded annealed copper
Size 1.0 mm^2 up to 16 mm^2

Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/C)

Core identification

2 Cores : Blue and Brown
Ground-Cores : Green/Yellow

Sheath : White polyvinyl chloride (PVC/ST4)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 300/500 Volts
300 Volts between Line-to-Eart
500 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,000 Volts

Reference standard : TIS 11 Part 101-2559, Table 1

APPLICATION

Building wiring for surface or above ceiling wiring or direct embeded in plaster.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of Conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter Lower limit (mm)	Overall diameter Upper limit (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ/km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
2+G	1	1	0.6	0.9	4.0 x 8.4	4.7 x 9.8	18.1	0.0110	13	75	100/C
	1(G)	1	0.6	0.9			18.1				
	1.5	1	0.7	0.9	4.4 x 9.8	5.4 x 11.5	12.1	0.0110	17	100	100/C
	1.5(G)	1	0.7	0.9			12.1				
	2.5	1	0.8	1.0	5.2 x 11.5	6.2 x 13.5	7.41	0.0100	23	150	100/C
	2.5(G)	1	0.8	1.0			7.41				
	4	2	0.8	1.1	5.8 x 13.4	7.4 x 16.5	4.61	0.0077	31	220	100/C
	4(G)	2	0.8	1.1			4.61				
	6	2	0.8	1.1	6.4 x 15.0	8.0 x 18.0	3.08	0.0065	40	290	100/C
	6(G)	2	0.8	1.1			3.08				
	10	2	1.0	1.2	7.8 x 19.0	9.6 x 22.5	1.83	0.0065	55	460	100/C
	10(G)	2	1.0	1.2			1.83				
	16	2	1.0	1.3	9.0 x 22.0	11.0 x 26.5	1.15	0.0052	74	650	500/D
	16(G)	2	1.0	1.3			1.15				

Class of conductor
2:Strand

G:Ground conductor

C: Packing in coil
D: Packing in drum

VCT

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED, ROUND TYPE

CABLE STRUCTURE

Conductor :Flexible annealed copper
Single core : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2
Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Insulation :Polyvinyl chloride (PVC/D)

Core identification

Single-core :Black
2 Cores :Blue and Brown
3 Cores :Brown, Black and Grey
4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey

Sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 7

APPLICATION

For mobile - electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ/km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
1	1	5	0.8	1.2	6.2	19.5	0.0127	10	42	100/C
	1.5	5	0.8	1.2	6.6	13.3	0.0111	16	50	100/C
	2.5	5	0.8	1.2	7.4	7.98	0.0092	25	63	100/C
	4	5	0.9	1.4	8.6	4.95	0.0084	30	93	100/C
	6	5	0.9	1.4	9.4	3.30	0.0071	39	120	100/C
	10	5	1.1	1.8	12.0	1.91	0.0068	51	210	500/D
	16	5	1.1	1.8	13.5	1.21	0.0050	73	280	500/D
	25	5	1.3	2.2	16.0	0.780	0.0048	97	420	500/D
	35	5	1.3	2.2	17.5	0.554	0.0041	140	540	500/D

Class of conductor 5 : Flexible

C: Packing in coil
D:Packing in drum

VCT

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED, ROUND TYPE

CONDUCTOR

INSULATION

SHEATH

CABLE STRUCTURE

Conductor :Flexible annealed copper

Single Co : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Multi-core : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Insulation :Polyvinyl chloride (PVC/D)

Core identification

Single-cor :Black

2 Cores :Blue and Brown

3 Cores :Brown, Black and Grey

4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey

Sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C

: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts

450 Volts between Line-to-Earth

750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 7

APPLICATION

For mobile - electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm^2)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ/km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
2	1	5	0.8	1.2	9.6	19.5	0.0127	10	105	100/C
	1.5	5	0.8	1.4	11.0	13.3	0.0111	16	135	100/C
	2.5	5	0.8	1.4	12.5	7.98	0.0092	25	170	100/C
	4	5	0.9	1.6	14.5	4.95	0.0084	30	241	100/C
	6	5	0.9	1.6	16.0	3.30	0.0071	39	375	100/C
	10	5	1.1	1.8	20.0	1.91	0.0068	51	540	500/D
	16	5	1.1	2.2	23.0	1.21	0.0050	73	770	500/D
	25	5	1.3	2.4	27.5	0.780	0.0048	97	1,130	500/D
	35	5	1.3	2.6	31.0	0.554	0.0041	140	1,470	500/D

Class of conductor 5 : Flexible

C: Packing in coil

D:Packing in drum

VCT

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED, ROUND TYPE

CONDUCTOR

INSULATION

SHEATH

CABLE STRUCTURE

Conductor :Flexible annealed copper

Single core : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Insulation :Polyvinyl chloride (PVC/D)

Core identification

Single-core :Black

2 Cores :Blue and Brown

3 Cores :Brown, Black and Grey

4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey

Sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C

: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts

450 Volts between Line-to-Earth

750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 7

APPLICATION

For mobile - electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm^2)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ/km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
3	1	5	0.8	1.4	10.5	19.5	0.0127	10	130	100/C
	1.5	5	0.8	1.4	11.5	13.3	0.0111	16	160	100/C
	2.5	5	0.8	1.4	13.0	7.98	0.0092	20	200	100/C
	4	5	0.9	1.6	15.5	4.95	0.0084	26	291	100/C
	6	5	0.9	1.8	17.5	3.30	0.0071	34	420	100/C
	10	5	1.1	2.0	21.5	1.91	0.0068	47	684	500/D
	16	5	1.1	2.4	25.0	1.21	0.0050	63	960	500/D
	25	5	1.3	2.6	30.0	0.780	0.0048	83	1,420	500/D
	35	5	1.3	2.8	33.5	0.554	0.0041	102	1,860	500/D

Class of conductor 5 : Flexible

C: Packing in coil

D:Packing in drum

VCT

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED, ROUND TYPE

CONDUCTOR

INSULATION

SHEATH

CABLE STRUCTURE

Conductor :Flexible annealed copper

Single core : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Insulation :Polyvinyl chloride (PVC/D)

Core identification

Single-core :Black

2 Cores :Blue and Brown

3 Cores :Brown, Black and Grey

4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey

Sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70^0C

: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts

450 Volts between Line-to-Earth

750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 7

APPLICATION

For mobile - electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ/km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
4	1	5	0.8	1.6	12.0	19.5	0.0127	10	170	100/C
	1.5	5	0.8	1.6	12.5	13.3	0.0111	16	200	100/C
	2.5	5	0.8	1.6	15.0	7.98	0.0092	20	260	100/C
	4	5	0.9	1.8	17.0	4.95	0.0084	26	363	100/C
	6	5	0.9	2.0	19.5	3.30	0.0071	34	540	100/C
	10	5	1.1	2.2	24.0	1.91	0.0068	47	860	500/D
	16	5	1.1	2.6	28.0	1.21	0.0050	63	1,220	500/D
	25	5	1.3	2.8	33.0	0.780	0.0048	83	1,800	500/D
	35	5	1.3	3.1	37.0	0.554	0.0041	102	2,380	500/D

Class of conductor 5 : Flexible

C: Packing in coil

D:Packing in drum

VCT - G

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND, ROUND TYPE

CABLE STRUCTURE

Conductor :Flexible annealed copper
Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Ground wire :Flexible annealed copper
Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 16 mm^2

Insulation :Polyvinyl chloride (PVC/D)

Core identification

2 Cores :Blue and Brown
3 Cores :Brown , Black and Grey
4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey
Ground core :Green/Yellow

Sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification :Maximum conductor temperature 70°C
:Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 8

APPLICATION

For mobile - electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm^2)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ/km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
2+G	1	5	0.8	1.2	10.0	19.5	0.0127	10	120	100/C
	1(G)	5	0.8			19.5				
	1.5	5	0.8	1.4	12.0	13.3	0.0111	16	160	100/C
	1.5(G)	5	0.8			13.3				
	2.5	5	0.8	1.4	13.0	7.98	0.0092	25	200	100/C
	2.5(G)	5	0.8			7.98				
	4	5	0.9	1.6	15.5	4.95	0.0084	30	300	100/C
	4(G)	5	0.9			4.95				
	6	5	0.9	1.8	17.5	3.30	0.0071	39	420	100/C
	6(G)	5	0.9			3.30				
	10	5	1.1	2.0	21.5	1.91	0.0068	51	670	500/D
	10(G)	5	1.1			1.91				
	16	5	1.1	2.4	25.0	1.21	0.0050	73	960	500/D
	16(G)	5	1.1			1.21				
	25	5	1.3	2.6	28.5	0.780	0.0048	97	1,290	500/D
	16(G)	5	1.1			1.21				
	35	5	1.3	2.8	31.5	0.554	0.0041	140	1,610	500/D
	16(G)	5	1.1			1.21				

Class of conductor 5 : Flexible
G: Ground conductor

C: Packing in coil
D:Packing in drum

VCT - G

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND, ROUND TYPE

CABLE STRUCTURE

Conductor :Flexible annealed copper
Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Ground wire :Flexible annealed copper
Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 16 mm^2

Insulation :Polyvinyl chloride (PVC/D)

Core identification

2 Cores :Blue and Brown
3 Cores :Brown , Black and Grey
4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey
Ground core :Green/Yellow

Sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification :Maximum conductor temperature 70°C
:Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 8

APPLICATION

For mobile - electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm^2)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ/km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
3+G	1	5	0.8	1.4	11.5	19.5	0.0127	10	160	100/C
	1(G)	5	0.8			19.5				
	1.5	5	0.8	1.4	12.5	13.3	0.0111	16	190	100/C
	1.5(G)	5	0.8			13.3				
	2.5	5	0.8	1.4	14.0	7.98	0.0092	25	250	100/C
	2.5(G)	5	0.8			7.98				
	4	5	0.9	1.8	17.0	4.95	0.0084	26	380	100/C
	4(G)	5	0.9			4.95				
	6	5	0.9	2.0	19.5	3.30	0.0071	34	540	100/C
	6(G)	5	0.9			3.30				
	10	5	1.1	2.2	24.0	1.91	0.0068	47	860	500/D
	10(G)	5	1.1			1.91				
	16	5	1.1	2.6	28.0	1.21	0.0050	63	1,220	500/D
	16(G)	5	1.1			1.21				
	25	5	1.3	2.8	33.0	0.780	0.0048	83	1,670	500/D
	16(G)	5	1.1			1.21				
	35	5	1.3	3.1	37.0	0.554	0.0041	102	2,110	500/D
	16(G)	5	1.1			1.21				

Class of conductor 5 : Flexible
G: Ground conductor

C: Packing in coil
D:Packing in drum

VCT - G

TIS 11 Part 101-2559

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND, ROUND TYPE

CABLE STRUCTURE

Conductor :Flexible annealed copper
Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 35 mm^2

Ground wire :Flexible annealed copper
Multi-cores : Size 1 mm^2 up to 16 mm^2

Insulation :Polyvinyl chloride (PVC/D)

Core identification

2 Cores :Blue and Brown
3 Cores :Brown , Black and Grey
4 Cores :Blue, Brown, Black and Grey
Ground core :Green/Yellow

Sheath :Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts

Reference standard :TIS 11 Part 101-2559, Table 8

APPLICATION

For mobile - electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70° C minimum (MΩ/km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
4+G	1	5	0.8	1.6	13.0	19.5	0.0127	10	200	100/C
	1(G)	5	0.8			19.5				
	1.5	5	0.8	1.6	14.0	13.3	0.0111	16	240	100/C
	1.5(G)	5	0.8			13.3				
	2.5	5	0.8	1.6	15.5	7.98	0.0092	20	310	100/C
	2.5(G)	5	0.8			7.98				
	4	5	0.9	1.8	18.5	4.95	0.0084	26	460	100/C
	4(G)	5	0.9			4.95				
	6	5	0.9	2.0	21.5	3.30	0.0071	34	650	100/C
	6(G)	5	0.9			3.30				
	10	5	1.1	2.2	26.5	1.91	0.0068	47	1,030	500/D
	10(G)	5	1.1			1.91				
	16	5	1.1	2.6	30.5	1.21	0.0050	63	1,480	500/D
	16(G)	5	1.1			1.21				
	25	5	1.3	2.8	36.5	0.780	0.0048	83	2,050	500/D
	16(G)	5	1.1			1.21				
	35	5	1.3	3.1	41.5	0.554	0.0041	102	2,630	500/D
	16(G)	5	1.1			1.21				

Class of conductor 5 : Flexible
G: Ground conductor

C: Packing in coil
D:Packing in drum

ALUMINIUM CONDUCTOR CABLES
♦ HIGH VOLTAGE POWER CABLE ♦
TIS 2341-2564 : ICEA S-66-524 | ICEA-93-639

CONTENTS

		PAGE
SAC 25 KV-CC	25 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 1	415
SAC 25 KV-CC	25 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 2	416
SAC 35 KV-CC	35 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 3	417
SAC 33 KV-CC	33 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 4	418

SAC 25 KV-CC

TIS 2341-2564

ICEA S-66-524
ICEA-93-639

25 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 1

CABLE STRUCTURE

Conductor :Compacted round stranded hard drawn aluminium wires
Single Core : Size 35 mm^2 up to 240 mm^2

Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)
Color : Natural

Sheath : Cross-linked polyethylene (XLPE)
Color : Black

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90^0C
: Circuit voltage not exceeding 25,000 Volts

Testing voltage : 38,000 Volts

Reference standard : ICEA S-66-524, ICEA S-93-639
TIS 2341-2564 Table 1

APPLICATION

Aerial distribution cable (installed with pin insulator or spacer)

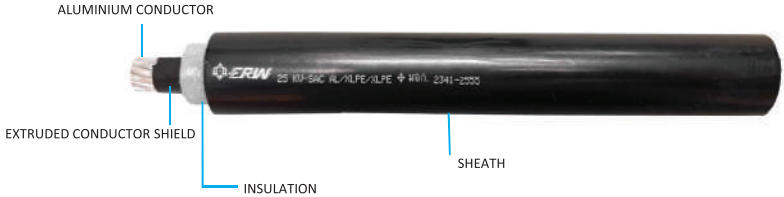
Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Number of stranded (No.)	Diameter of conductor approx. (mm)	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter approx. (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 15.6° C minimum (Ω/km)	Coninuous current rating in free air maximum (A)	Breaking Strength (N)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
1	35	6	7.05	3.18	3.18	21	0.868	2,500	165	5,591	400	500/D
	50	6	8.11	3.18	3.18	23	0.641	2,250	199	7,313	460	500/D
	70	12	9.73	3.18	3.18	25	0.443	2,050	250	10,420	550	500/D
	95	15	11.43	3.18	3.18	26	0.320	1,850	305	14,098	650	500/D
	120	15	13.05	3.18	3.18	28	0.253	1,700	353	18,518	750	500/D
	150	15	14.37	3.18	3.18	29	0.206	1,600	402	22,457	850	500/D
	185	30	16.08	3.18	3.18	31	0.164	1,450	464	28,974	1,000	500/D
	240	30	18.57	3.18	3.18	33	0.125	1,300	553	37,506	1,200	500/D

D: Packing in drum

SAC 25 KV-CC

TIS 2341-2564 ICEA S-66-524 ICEA-93-639

25 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 2



CABLE STRUCTURE

Conductor :Compacted round stranded hard drawn aluminium wires
Single Core : Size 35 mm^2 up to 240 mm^2

Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)
Color : Natural

Sheath : Cross-linked polyethylene (XLPE)
Color : Black

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90^0C
: Circuit voltage not exceeding 25,000 Volts

Testing voltage : 38,000 Volts

Reference standard : ICEA S-66-524, ICEA S-93-639
: TIS 2341-2564 Table 2

APPLICATION

Aerial distribution cable (installed with pin insulator or spacer)

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Number of stranded (No.)	Diameter of conductor approx. (mm)	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter approx. (mm)	Conductor resistance at 20º C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 15.6º C maximum (Ω/km)	Coninuous current rating in free air maximum (A)	Breaking Strength (N)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
1	35	7	7.05	4.85	1.75	21	0.868	2,500	165	5591	400	500/D
	50	7	8.00	4.85	1.75	22	0.641	2,250	199	7,313	460	500/D
	70	19	9.75	4.85	1.75	24	0.443	2,050	250	10,420	550	500/D
	95	19	11.45	4.85	1.75	26	0.320	1,850	305	14,098	650	500/D
	120	19	12.95	4.85	1.75	28	0.253	1,700	353	18,518	750	500/D
	150	19	14.5	4.85	1.75	150	0.206	1,600	420	22,457	850	500/D
	185	37	15.98	4.85	1.75	31	0.164	1,450	464	28,974	1,000	500/D
	240	37	18.5	4.85	1.75	31	0.125	1,300	55	28,974	1,000	500/D

D: Packing in drum

SAC 35 KV-CC

TIS 2341-2564 ICEA S-66-524 ICEA S-93-639

35 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 3

CABLE STRUCTURE

Conductor : Compacted round stranded hard drawn aluminium wires
Single Core : Size 50 mm^2 up to 240 mm^2

Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)
Color : Natural

Sheath : Cross-linked polyethylene (XLPE)
Color : Black

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90^0C
: Circuit voltage not exceeding 35,000 Volts

Testing voltage : 49,000 Volts

Reference standard : ICEA S-66-524, ICEA S-93-639
TIS 2341-2564 Table 3

APPLICATION

Aerial distribution cable (installed with pin insulator or spacer)

Number of core	Nominal cross sectional area (mm^2)	Number of stranded (No.)	Diameter of conductor approx. (mm)	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Approx. Overall diameter (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 15.6° C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Breaking Strength (N)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
1	50	7	8.11	4.45	3.18	26	0.641	2,500	200	7,313	550	500/D
	70	19	9.73	4.45	3.18	27	0.443	2,300	251	10,420	650	500/D
	95	19	11.43	4.45	3.18	29	0.320	2,100	306	14,098	750	500/D
	120	19	13.05	4.45	3.18	31	0.253	1,950	355	18,518	900	500/D
	150	19	14.37	4.45	3.18	32	0.206	1,800	403	22,457	1,000	500/D
	185	37	16.08	4.45	3.18	34	0.164	1,690	464	28,974	1,100	500/D
	240	37	18.57	4.45	3.18	36	0.125	1,500	552	37,506	1,400	500/D

D: Packing in drum

SAC 33 KV-CC

TIS 2341-2564 | ICEA S-66-524 | ICEA S-93-639

33 kV ALL ALUMINIUM CONDUCTOR SPACED AERIAL CABLE TIS 2341-2564 Table 4

CABLE STRUCTURE

Conductor : Compacted round stranded hard drawn aluminium wires
Single Core : Size 50 mm^2 up to 185 mm^2

Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)
Color : Natural

Sheath : Cross-linked polyethylene (XLPE)
Color : Black

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90^0C
: Circuit voltage not exceeding 35,000 Volts

Testing voltage : 49,000 Volts

Reference standard : ICEA S-66-524, ICEA S-93-639
: TIS 2341-2564 Table 4

APPLICATION

Aerial distribution cable (installed with pin insulator or spacer)

Number of core	Nominal cross sectional area (mm^2)	Number of stranded (No.)	Diameter of conductor approx. (mm)	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Approx. Overall diameter (mm)	Conductor resistance at 20° C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 15.6° C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Breaking Strength (N)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
1	50	7	8.11	7.18	1.75	27	0.641	2,500	200	7,313	550	500/D
	70	19	9.73	7.18	1.75	29	0.443	2,300	251	10,420	650	500/D
	95	19	11.43	7.18	1.75	31	0.320	2,100	306	14,098	750	500/D
	120	19	13.05	7.18	1.75	32	0.253	1,950	355	18,518	900	500/D
	150	19	14.37	7.18	1.75	34	0.206	1,800	403	22,457	1,000	500/D
	185	37	16.08	7.18	1.75	35	0.164	1,690	464	28,974	1,100	500/D
	240	37	18.57	7.18	1.75	38	0.125	1,500	552	37,506	1,400	500/D

D: Packing in drum

เอกสารอ้างอิง

ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์	“การออกแบบระบบไฟฟ้า” ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 5 ตามมาตรฐาน วสท. 2556
กระทรวงอุตสาหกรรม	มอก 11 – 2553 และ มอก 11 เล่ม 101 – 2559
วสท.	มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564

Erawan Electric Wire & Cable

“WE BEYOND”

Erawan Electric Wire & Cable Co.,Ltd.

57 Moo 8 Soi Wirunrat , Setthakit 1 Rd. ,
Thamai , Katumband Samutsakron 74110

Tel: + 66 (0) 2810 0621-3
Email: sale.erw@gmail.com

Website: https://www.erawan-cable.com/
Facebook: Erawan Electric Wire & Cable

LINE

LINE Official

Application