มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าฉบับใหม่ สายไฟฟ้าและการเดินสาย

ลือชัย ทองนิล

ประธานสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วสท.

กรรมการสภาวิศวกร สมัยปัจจุบัน

ลือชัย ทองนิล 1

โครงสร้างของมาตรฐานฯ

- บทที่ 1 นิยามและข้อกำหนดทั่วไป
- บทที่ 2 มาตรฐานสายไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้า
- บทที่ 3 ตัวนำประธาน สายป้อน วงจรย่อย
- บทที่ 4 การต่อลงดิน
- บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ
- บทที่ 6 บริภัณฑ์ไฟฟ้า
- บทที่ 7 บริเวณอันตราย

ลือชัย ทองนิล 2

โครงสร้างของมาตรฐานฯ (ต่อ)

- บทที่ 8 สถานที่เฉพาะ
- บทที่ 9 อาคารชุด อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ
- บทที่ 10 บริภัณฑ์เฉพาะงาน
- บทที่ 11 มาตรฐาน~~อัตราลำดับ~~การทนไฟของสายไฟฟ้า
- บทที่ 12 วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต
- บทที่ 13 อาคารเพื่อการสาธารณะใต้ผิวดิน
- บทที่ 14 การติดตั้งไฟฟ้าชั่วคราว

ลือชัย ทองนิล

3

ข้อกำหนดทั่วไปในการเดินสายไฟฟ้า

การเดินสายฝังดิน	การเดินสายทั่วไป
▪ความลึกในการติดตั้ง ▪การป้องกันน้ำ การผุกร่อน และความชื้น	▪การป้องกันสายชำรุด ▪การป้องกันความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำ ▪กำหนดสีของสายไฟฟ้า ▪การป้องกันไฟลุกลาม ▪การป้องกันอากาศไหลเวียน ▪การเดินสายควบ

ลือชัย ทองนิล

4

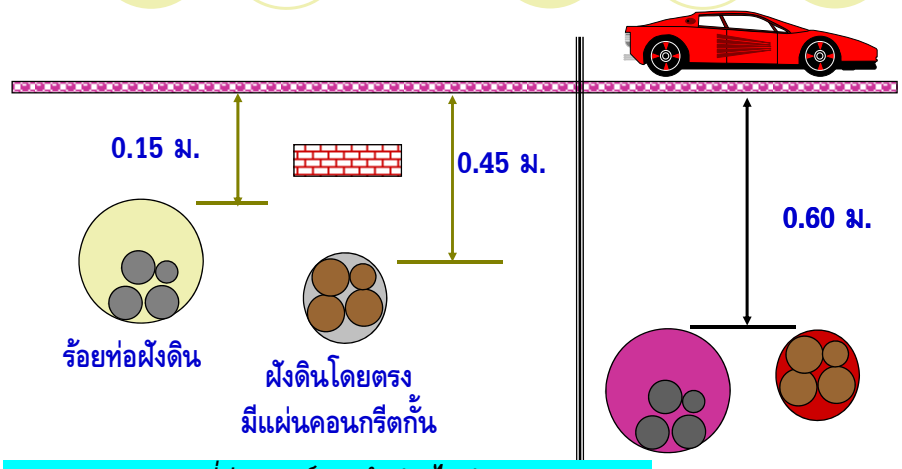
ตารางที่ 5-1 ความลึกในการติดตั้งสายใต้ดิน

วิธีที่	วิธีการเดินสาย	ความลึกต่ำสุด (เมตร)
1	เคเบิลฝังดินโดยตรง	0.60
2	เคเบิลฝังดินโดยตรงและมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มม. วางอยู่เหนือสาย	0.45
3	ท่อโลหะหนาและหนาปานกลาง	0.15
4	ท่ออโลหะซึ่งได้รับการรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้โดยไม่ต้องมีคอนกรีตหุ้ม (เช่น HDPE และ PVC)	0.45

<u>หมายเหตุ</u> บริเวณที่มีรถยนต์ผ่านลึกต้องไม่น้อยกว่า 0.60 ม.
ระบบแรงสูงต้องลึกไม่น้อยกว่า 0.90 ม. ทุกกรณี

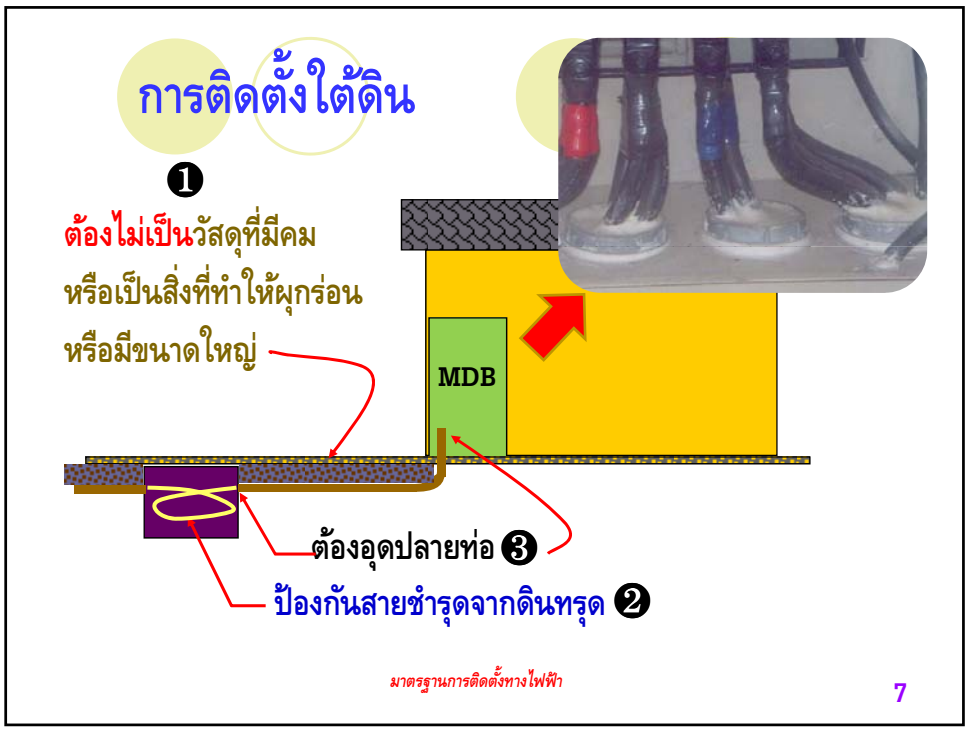
5

ความลึกในการติดตั้งใต้ดิน (ตารางที่ 5-1)



<u>หมายเหตุ</u> บริเวณที่มีรถยนต์ผ่านลึกต้องไม่น้อยกว่า 0.60 ม.
ระบบแรงสูงต้องลึกไม่น้อยกว่า 0.90 ม. ทุกกรณี

6


การติดตั้งใต้ดิน
❶
ต้องไม่เป็นวัสดุที่มีคม
หรือเป็นสิ่งที่ทำให้ผุกร่อน
หรือมีขนาดใหญ่
MDB
ต้องอุดปลายท่อ ❸
ป้องกันสายชำรุดจากดินทรุด ❷
มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า
7

ต้องมีการป้องกันน้ำเข้าแผงสวิตช์
หัวงูเห่า ป้องกันได้
น้ำอาจไหลเข้าตามสายไฟฟ้า
เมื่อฝนสาด น้ำอาจเข้าได้
8

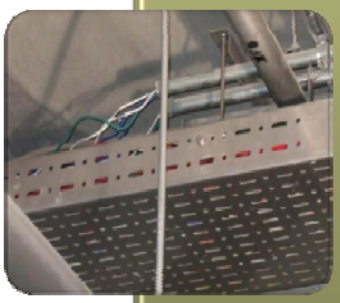
หัวงูเห่า ?

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า 9

ข้อกำหนดทั่วไป (ต่อ)

- อุปกรณ์การเดินสายทุกชนิด ต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพการติดตั้ง และมีการป้องกันการผุกร่อนที่เหมาะสม
- ช่องเดินสายและอุปกรณ์ ต้องมีการจับยึดอย่างมั่นคง และมีความต่อเนื่องทั้งทางกลและทางไฟฟ้า

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 10



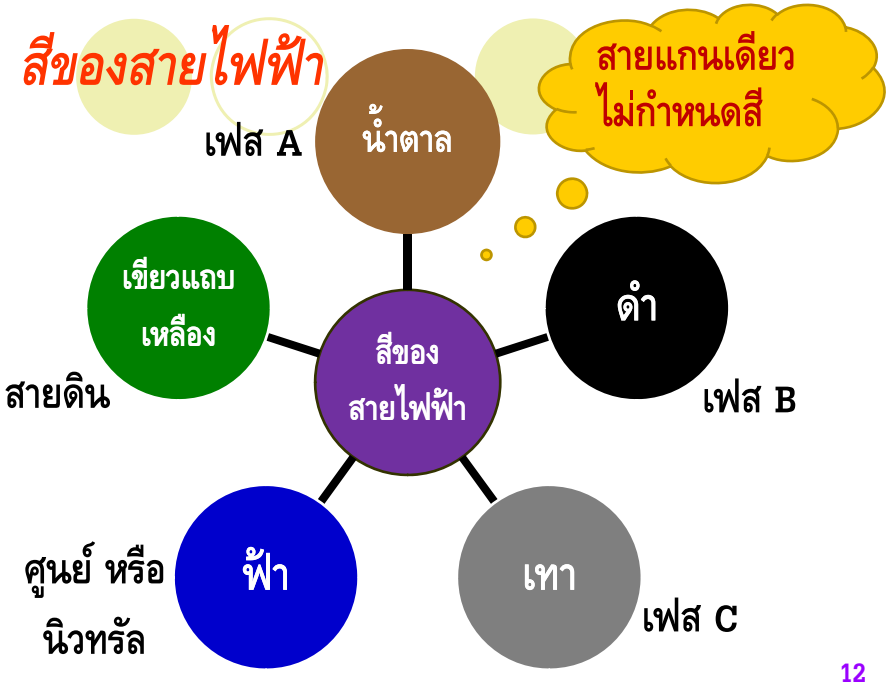
จุดเปลี่ยนวิธีการเดินสาย..ข้อกำหนดทั่วไป

- เมื่อเปลี่ยนจากเดินสายจากร้อยท่อเป็นวิธีอื่น ที่จุดเปลี่ยนการเดินสายต้องใช้เครื่องประกอบการเดินท่อเช่น กล่อง บุชชิ่ง หัวงูเห่า
- เมื่อปลายท่อเดินล้ำเข้าในแผงสวิตช์แบบเปิดได้ ให้ใช้บุชชิ่งแทนกล่องต่อสายได้

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล

11

สีของสายไฟฟ้า



12

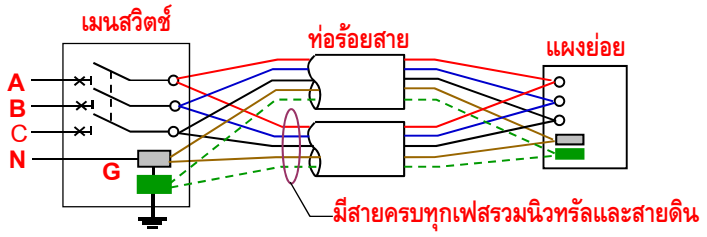
เปรียบเทียบสีของสายไฟฟ้า

มอก.11-2531		มอก.11-2553
เทาอ่อน	ขาว	ฟ้า
ดำ		น้ำตาล
แดง		ดำ
น้ำเงิน		เทา
เขียวแถบเหลือง	เขียว	เขียวแถบเหลือง

13

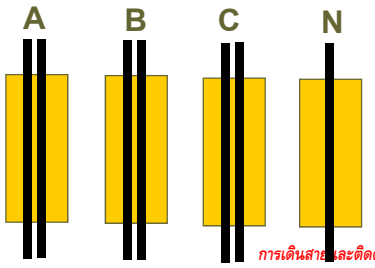
ความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำ

- เมื่อติดตั้งสายไฟฟ้ากระแสสลับในเครื่องห่อหุ้มโลหะ ต้องจัดทำไม่ให้เกิดความร้อนเนื่องจากการเหนี่ยวนำ...ดังนี้
  - รวมสายทุกเส้นของวงจรเดียวกันและสายดิน ในเครื่องห่อหุ้มเดียวกัน
  - การเดินสายควบ ในแต่ละท่อต้องมีสายครบทุกเส้น รวมทั้งสายดิน

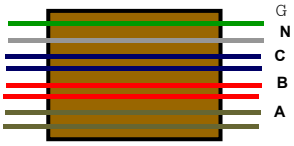


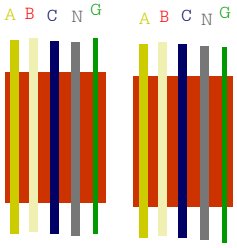
14

ความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำในท่อโลหะ



การป้องกัน





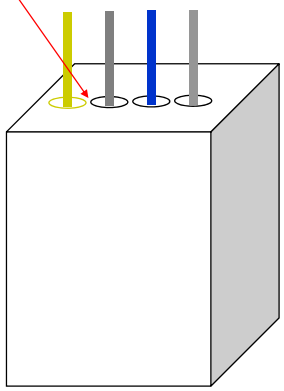
ท่อโลหะ

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า...ลือชัย ทองนิล

15

ความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำ

ป้องกันได้ด้วยการ
ผ่าให้แต่ละรูทะลุถึงกัน



มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า

16

ข้อกำหนดทั่วไป...การจัดกลุ่มสายและต่อลงดิน

- สายแกนเดียวของวงจรเดียวกันทุกเส้นรวมทั้งสายดิน หากร้อยท่อต้องอยู่ในท่อเดียวกัน ในรางเดียวกัน หรือวางบนรางเคเบิลต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกัน
- ช่องเดินสาย กล่อง ตู้ เครื่องประกอบและเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ ต้องต่อลงดิน

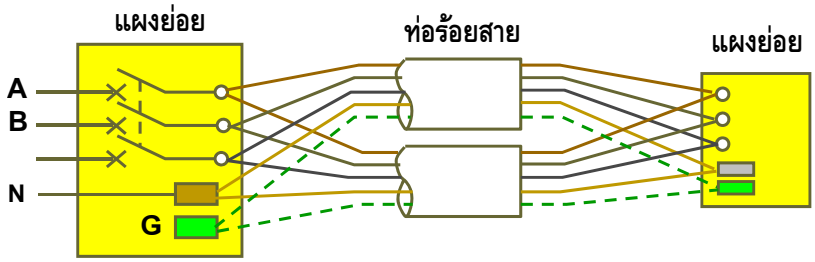
บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล

17

การเดินสายควบ

- ต้องใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม. และ
- ใช้สายชนิดเดียวกัน และ ขนาดเดียวกัน และ
- มีความยาวเท่ากัน และ วิธีการต่อสายเหมือนกัน

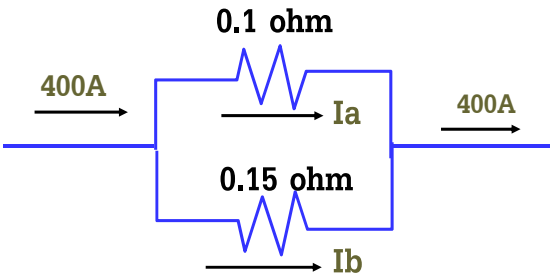
ป้องกันกระแสไหลในสายที่ควบกัน ไม่เท่ากัน



การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล

18

ตัวอย่างการแบ่งไหลของกระแสไฟฟ้า



Ia = 240 A

Ib = 160 A

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล

19

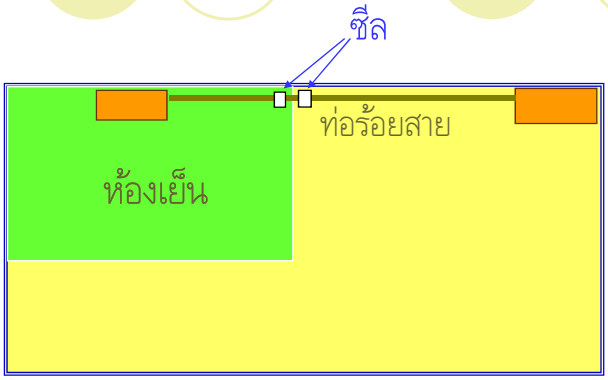
การป้องกันไฟลุกลาม

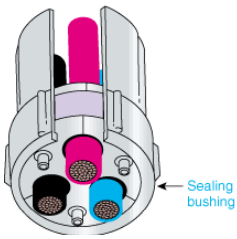
การเดินสายผ่านผนัง ฉากกั้น หรือพื้น ต้องมีการป้องกันไฟลุกลาม

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล

20

การป้องกันการไหลเวียนของอากาศ





- เมื่อเดินผ่านที่ที่มีอุณหภูมิต่างกัน ต้องมีการป้องกันการไหลเวียนของอากาศในท่อ

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล

21

วิธีเดินสาย.....การเดินสายในช่องเดินสาย

ช่องเดินสาย อาจเป็น	จุดสำคัญ
ท่อร้อยสาย ช่องเดินสายโลหะ และอโลหะบนพื้นผิว รางเดินสาย ยกเว้น รางเคเบิลไม่ถือเป็นช่องเดินสาย	ชนิดและจำนวนสายไฟฟ้าที่เดินได้ ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า ข้อกำหนดและข้อจำกัดบางประการ

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล

22

ท่อร้อยสาย

- ท่อ RSC IMC และ EMT
- ท่อโลหะอ่อน
- ท่อโลหะอ่อนกันของเหลว
- ท่ออโลหะอ่อน
- ท่ออโลหะอ่อน
- ท่ออโลหะแข็ง
- ท่ออโลหะอ่อนกันของเหลว
- ช่องเดินสายอื่น

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล

23

สาระสำคัญ	ท่อร้อยสาย	รางเดินสาย	รางเคเบิล
ชนิดและขนาดของสายไฟฟ้า	ทุกชนิด (ยกเว้น VAF) ทุกขนาด	ทุกชนิด ทุกขนาด	เฉพาะสายเปลือกนอก และสายเดี่ยวไม่เล็กกว่า 25 มม.^{2}
จำนวนสาย	พื้นที่หน้าตัดไม่เกินร้อยละตามรางที่ 5-3 (53, 31, 40%)	พื้นที่หน้าตัดไม่เกิน 20% ถ้าจำนวนไม่เกิน 30 เส้น ไม่ต้องคูณลด	วางได้ตามที่กำหนดในตาราง ที่ 5-30 ถึง 5-33
ขนาดกระแส	ตารางที่ 5-20, 5-23, 5-27, 5-29	ใช้ตารางการเดินสายร้อยท่อโลหะ	ตารางที่ 5-30 ถึง 5-33
ข้อจำกัดการใช้งาน	ท่อที่ใช้เหนือดิน ต้องต้านเปลวเพลิง	ห้ามเดินบนฝ้าเพดาน ห้ามใช้ในอาคารบางประเภท ขนาดรางไม่เกิน 150x300 มม	การเดินในอาคาร สายไฟฟ้าต้องต้านเปลวเพลิง ห้ามใช้ในอาคารบางประเภท เช่นอาคารสูงฯ

ลือชัย ทองนิล

24

รางเดินสาย...ข้อกำหนดที่สำคัญ

- อนุญาตให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่งซึ่งสามารถเข้าถึงเพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ตลอดความยาวของรางเดินสาย ห้ามเดินในฝ้าเพดาน
- ขนาดกระแสของสายในรางเดินสายให้ใช้ค่ากระแสตามตารางที่ 5-20 หรือ 5-27 กรณีตัวนำกระแส 3 เส้น โดยไม่ต้องใช้ตัวคูณลดกระแสเรื่องจำนวนสายตามตารางที่ 5-8 หากตัวนำที่มีกระแสไหลรวมกันไม่เกิน 30 เส้น
- สายไฟแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน ต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกันแล้วมัดรวมเข้าด้วยกัน

ลือชัย ทองนิล

25

การเดินสายในรางเคเบิล (Cable Trays)

ข้อ 5.15.1.1 วิธีการเดินสาย

สายและอุปกรณ์ต่อไปนี้ อนุญาตให้ติดตั้งในรางเคเบิลได้แต่ต้องเป็นไปตามวิธีการที่กำหนดของการเดินสายหรือของอุปกรณ์นั้นๆ

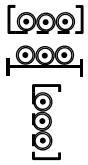
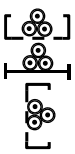
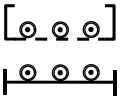
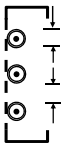
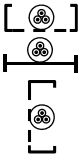
- สายเคเบิลชนิดเอ็มไอ, ชนิด MC และ ชนิด AC
- สายเคเบิลแกนเดียวชนิดมีเปลือกนอกและขนาดไม่เล็กกว่า 25 ตร.มม. รวมทั้งสายเคเบิลหลายแกนในระบบ แรงสูงและระบบแรงต่ำทุกขนาด
- สายดิน สายชนิดหลายแกนสำหรับควบคุมสัญญาณและไฟฟ้ากำลัง
- ท่อร้อยสายชนิดต่างๆ

26

จำนวนสายเคเบิลระบบแรงต่ำในรางเคเบิล...ใหม่

27

ตารางที่ 5-30 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV. อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	สายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิล (กลุ่มที่ 7)				
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิล	60227 IEC 10, NYY และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน และ สายควันน้อย เป็นต้น				
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
95	239	230	297	271	207
120	279	268	345	315	240

28

ตามตารางที่ 5-48
มอก
11-2553
สายไฟฟ้า
& การใช้งาน
XLPE
ติดตั้งในอาคารต้องเดินในช่อง
เดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้น เปลือก
นอกมีคุณสมบัติต้านเปลวเพลิง
และ คำนึงถึงพิกัดกระแสและ
อุณหภูมิของอุปกรณ์ที่ต่อด้วย
อื่นๆ
MI Cable สายทนไฟ สายควันน้อย
ฯลฯ ใช้ในพื้นที่จำกัดบางแห่งที่
ต้องการคุณสมบัติพิเศษเท่านั้น
29

มาทำความรู้จักกับ
มอก.11-2553
ลือชัย ทองนิล
30

ชนิดของสายไฟฟ้าแรงต่ำ...แบ่งได้หลายวิธี

ชนิดของตัวนำ
- ทองแดง
- อะลูมิเนียม

ฉนวน
- PVC (อุณหภูมิใช้งาน 70°C และ 90°C)
- XLPE (อุณหภูมิใช้งาน 90°C)

มาตรฐานการผลิต
- มอก 11-2553
- สากลอื่น เช่น IEC 60502, BS หรือ AS

ลือชัย ทองนิล

31

มอก 11-2553

เป็นสายทองแดงหุ้มฉนวน PVC

อ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 60227 แต่ยังคงสายตามมาตรฐานเดิมอยู่บ้าง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

แรงดันไฟฟ้าใช้งานเป็นค่า U_0/U ไม่เกิน 450/750 โวลต์

อุณหภูมิใช้งานของสายไว้ 2 ค่าคือ 70°C และ 90°C

ลือชัย ทองนิล

32

มอก.11 แบ่งเป็น 6 เล่ม

มอก. 11-2553

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

ลือชัย ทองนิล

33

การเรียกชื่อสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

- เล่มที่ 1-5 เรียกสายไฟฟ้าแต่ละชนิดเป็นรหัสชนิด การกำหนดรหัสชนิดจะใช้หมายเลข 2 ตัว ตามหลังมาตรฐานอ้างอิง IEC

เช่น รหัสชนิด 60227 IEC 01

เลขตัวแรก เป็นการระบุชั้นพื้นฐานของสายไฟฟ้า ดังนี้

ใช้งานทั่วไป

- 0 หมายถึง สายไฟฟ้าไม่มีเปลือกสำหรับงานติดตั้งถาวร
- 1 หมายถึง สายไฟฟ้ามีเปลือกสำหรับงานติดตั้งถาวร
- 4 หมายถึง สายไฟฟ้าอ่อนไม่มีเปลือกสำหรับงานเบา
- 5 หมายถึง สายไฟฟ้าอ่อนมีเปลือกสำหรับการใช้งานปกติ

ลือชัย ทองนิล

34

มอก.11-2553...รหัสชนิด

รหัสชนิด

0 คือ สายไฟฟ้าไม่มีเปลือก สำหรับงานติดตั้งถาวร

01 แบบตัวนำสายแข็ง
02 แบบตัวนำสายอ่อน
05 แบบตัวนำเส้นเดี่ยว
06 แบบตัวนำสายอ่อน
07 แบบตัวนำเส้นเดี่ยว
08 แบบตัวนำสายอ่อน

1 คือ สายไฟฟ้ามีเปลือกสำหรับงานติดตั้งถาวร

10 สายไฟฟ้ามีเปลือกพอลิไวนิลคลอไรด์เบา

5 คือ สายไฟฟ้าอ่อนมีเปลือก สำหรับการใช้งานปกติ

52 สายอ่อนมีเปลือกพอลิไวนิลคลอไรด์เบา
53 สายอ่อนมีเปลือกพอลิไวนิลคลอไรด์ธรรมดา
56 สายอ่อนมีเปลือกพอลิไวนิลคลอไรด์เบาทนความร้อน
57 สายอ่อนมีเปลือกพอลิไวนิลคลอไรด์ธรรมดา ทนความร้อน

4 คือ สายไฟฟ้าอ่อนไม่มีเปลือก สำหรับงานเบา

41 หมายถึง สายทินเซลแบน
43 หมายถึง สายอ่อนสำหรับไฟประดับตกแต่งภายใน

35

ตารางที่ 5-48 ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553

รหัสชนิดเคเบิล/ชื่อเรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	จำนวนแกน	อุณหภูมิตัวนำ	เปลือกนอก	แรงดันไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 01	1.5-400	เดี่ยวแข็ง (Solid) หรือตีเกลียว (Stranded)	แกนเดียว	70°C	ไม่มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
NYY	1-500	ตีเกลียว (Stranded)	แกนเดียว	70°C	มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • วางบนรางเคเบิล • ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
	50-300		หลายแกน				
NYY-G	25-300		หลายแกนมีสายดิน				

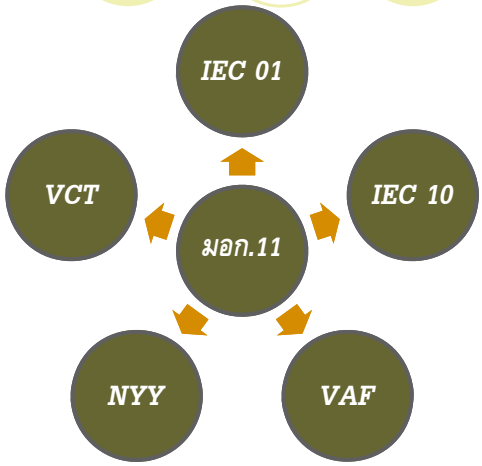
ตัวอย่าง

ลือชัย ทองนิล

36

สายที่มีการใช้งานทั่วไป

- 60227 IEC 01
- 60227 IEC 10
- VAF
- NYY
- VCT
- XLPE (IEC 60502-1)
- MI Cable และสายทนไฟอื่น



ลือชัย ทองนิล

37

สาย มอก.11-2553, 60227 IEC 01

- โครงสร้างเหมือนสาย THW
- เป็นสายชนิดแกนเดียว กลม
- แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์
- ขนาด 1.5 ถึง 400 ตร.มม.

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

ลือชัย ทองนิล

38

สาย มอก.11-2553, 60227 IEC 10

- โครงสร้างเหมือนสาย NYY
- เป็นสายชนิดหลายแกน มี/ไม่มีสายดิน
- แรงดันใช้งาน 300/500 โวลต์
- ขนาด 1.5 ถึง 35 ตร.มม.

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- วางบนรางเคเบิล
- ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

ลือชัย ทองนิล

39

สาย มอก.11-2553, NYY

- เป็นสายชนิดแกนเดียวและหลายแกน
- แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์
- แกนเดียว ขนาด 1.0 ถึง 500 ตร.มม.
- หลายแกน ขนาด 50 ถึง 300 ตร.มม.
- หลายแกนมีสายดิน ขนาด 25 ถึง 300 ตร.มม.

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- วางบนรางเคเบิล
- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

ลือชัย ทองนิล

40

สาย มอก.11-2553, VAF

- เป็นสายแบน 2 แกน และ 2 แกน มีสายดิน
- แรงดันใช้งาน 300/500 โวลต์
- ขนาด 1.5 ถึง 16 ตร.มม.

การใช้งาน

- เดินเกาะผนัง
- เดินในช่องเดินสาย ห้ามร้อยท่อ
- ห้ามฝังดิน

ลือชัย ทองนิล

41

สาย มอก.11-2553, VCT

- ลักษณะเป็นสายฝอย
- เป็นสายชนิดแกนเดียว หลายแกน และหลายแกนมีสายดิน
- แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์
- ขนาด 4 ถึง 35 ตร.มม.

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า
- วางบนรางเคเบิล

ลือชัย ทองนิล

42

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า

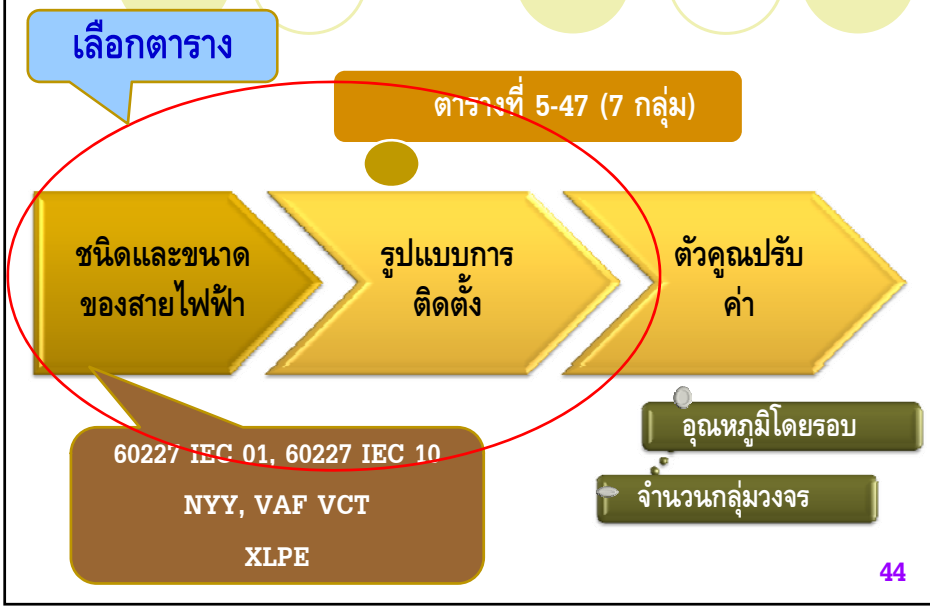
- **ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มอก. 11-2553 ให้เป็นไปตามตารางที่ 5-20 ถึง 5-26 และ 5-30 ถึง 5-31**

หมายเหตุ 1. การติดตั้งที่ออกแบบโดยใช้สายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐาน มอก.11-2531 แต่สายไฟฟ้าที่นำมาใช้งานเป็นสายที่ผลิตตาม มอก.11-2553 อนุญาตให้ใช้ขนาดกระแสของสายตามตารางในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2545 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ.2551) ได้

หมายเหตุ 2. การออกแบบที่ใช้สายไฟฟ้าผลิตตาม มอก.11-2553 แต่ในการติดตั้งอาจมีสายที่ผลิตตาม มอก.11-2531 รวมอยู่ด้วย อนุญาตให้ใช้ขนาดกระแสของสายตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 ได้

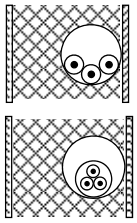
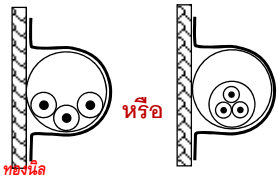
43

การกำหนดขนาดกระแสของสายไฟฟ้า

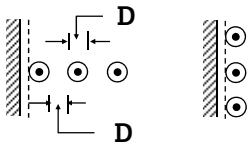
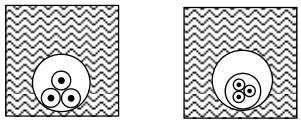


44

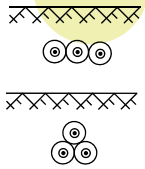
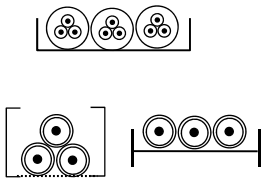
การติดตั้งสายไฟฟ้า แบ่งเป็น 7 กลุ่ม (ตารางที่ 5-47)

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะ ภายในฝ้าเพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ (Thermal coductance ตั้งแต่ 10 W/m²·K)	 หรือ	กลุ่มที่ 1
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน ลือชัย ทองนิล	 หรือ	กลุ่มที่ 2

45

สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินเกาะผนัง หรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 3
สายเคเบิลแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่างเดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ		กลุ่มที่ 4
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน ลือชัย ทองนิล		กลุ่มที่ 5

46

สายแกนเดี่ยว หรือหลายแกน หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฝังดินโดยตรง		กลุ่มที่ 6
สายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ, รางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือรางเคเบิลแบบบันได		กลุ่มที่ 7

ลือชัย ทองนิล

47

ตารางที่ 5-20 (บางส่วน)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวน/ลักษณะตัวนำกระแส	2		3		2		3	
	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, VCT, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติต่างๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น							
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

ตัวอย่าง

48

การปรับค่า

ตามวิธีการเดินสายและอุณหภูมิโดยรอบ

จำนวนกลุ่มวงจร (C_g)		อุณหภูมิโดยรอบ (C_a)
ในช่องเดินสาย	ตารางที่ 5-8	ตารางที่ 5-43
MI Cable	ตารางที่ 5-40	ตารางที่ 5-43
รางเคเบิล	ตารางที่ 5-40, 5-41	ตารางที่ 5-43
ฝังดินโดยตรง	ตารางที่ 5-45	ตารางที่ 5-44
ร้อยท่อฝังดิน	ตารางที่ 5-46	ตารางที่ 5-44

ลือชัย ทองนิล

49

ตารางที่ 5-8
ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสเนื่องจากจำนวนสาย
ที่นำกระแสในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร

จำนวนกลุ่มวงจร	ตัวคูณ
2	0.80
3	0.70
4	0.65
5	0.60
6	0.57
7	0.54
8	0.52
9	0.50
10-12	0.45
13-16	0.41
17-20	0.38

ลือชัย ทองนิล

50

จากชนิดของสายและรูปแบบการติดตั้ง...เลือกตารางได้

รูปแบบการติดตั้ง	สาย มอก.11-2553	สาย XLPE	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1 & 2	ตารางที่ 5-20	ตารางที่ 5-27	ร้อยท่อ
กลุ่มที่ 3	ตารางที่ 5-21	ตารางที่ 5-21	เกาะผนัง
กลุ่มที่ 4	ตารางที่ 5-22	ตารางที่ 5-28	ในอากาศ
กลุ่มที่ 5 & 6	ตารางที่ 5-23	ตารางที่ 5-29	ฝังดิน
กลุ่มที่ 7	ตารางที่ 5-30&31	ตารางที่ 5-32&33	บนรางเคเบิล

MI Cable ตารางที่ 5-34 & 35

สายแรงสูง ตารางที่ 5-36 ....

51

การนับกลุ่มวงจร กรณีสายหลายแกน

ตัวอย่าง ถ้าวงจรไฟฟ้าใช้สาย NYY ประกอบด้วยเคเบิล 2 แกน ขนาด 2x4 ตร.มม.จำนวน 1 เส้น และเคเบิล 4 แกน ขนาด 4x4 ตร.มม. จำนวน 2 เส้น

วิธีทำ นับกลุ่มวงจรได้เป็น 3 กลุ่มวงจร

จากตารางที่ 5-8 ได้ตัวคูณปรับค่าเท่ากับ 0.7

ขนาดกระแส จากตารางที่ 5-20 ได้ขนาดกระแสดังนี้

สาย NYY 2x4 ตร.มม. = 26x0.7 = 18.2 A

สาย NYY 4x4 ตร.มม. = 23x0.7 = 16 A

ลือชัย ทองนิล

52

การนับกลุ่มวงจร กรณีสายแกนเดี่ยว

***ตัวอย่าง** วงจร 3 เฟส จำนวน 2 วงจร และ วงจร 1 เฟส จำนวน 2 วงจร ติดตั้งรวมในช่องเดินสายเดียวกัน ใช้สายไฟฟ้าแกนเดียวขนาด 2.5 ตร.มม.ทั้งหมด ต้องการหาขนาดกระแสของสายไฟฟ้าของสายแต่ละเส้น*

วิธีทำ ตัวนำกระแสของวงจร 1 เฟส จำนวน 2x2 = 4 เส้น
วงจร 3 เฟส จำนวน 3x2 = 6 เส้น รวมเป็น 10 เส้น (n=10)
ตัวคูณปรับค่า (ตารางที่ 5-8)

***<u>หมายเหตุ</u>** การนับกลุ่มวงจร คิดเป็นแบบ 1 เฟส หรือ 3 เฟส ก็ได้ ดังนี้*

ลือชัย ทองนิล

53

วิธีทำ
คิดเป็นวงจร 1 เฟส กลุ่มวงจร = n/2 = 10/2 = 5 ได้ตัวคูณปรับค่า 0.60
คิดเป็นวงจร 3 เฟส กลุ่มวงจร = n/3 = 10/3 = 3.3 ได้ตัวคูณปรับค่า 0.68
(เป็นค่าเฉลี่ยระหว่าง 3 กับ 4 กลุ่มวงจร = 0.68)
ขนาดกระแสของสาย 2.5 ตร.มม. (ตารางที่ 5-20)
วงจร 1 เฟส = 21 A
วงจร 3 เฟส = 18 A
เมื่อคิดตัวคูณปรับค่าแล้วจะได้ขนาดกระแสดังนี้
วงจร 1 เฟส ขนาดกระแส = 21x0.60 = 12.6 A
วงจร 3 เฟส ขนาดกระแส = 18x0.68 = 12.24 A

ลือชัย ทองนิล

54

รางเคเบิล

Cable Tray

ลือชัย ทองนิล 55

จากชนิดของสายและรูปแบบการติดตั้ง...เลือกตารางได้

รูปแบบการติดตั้ง	สาย มอก.11-2553	สาย XLPE	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1 & 2	ตารางที่ 5-20	ตารางที่ 5-27	ร้อยท่อ
กลุ่มที่ 3	ตารางที่ 5-21	ตารางที่ 5-21	เกาะผนัง
กลุ่มที่ 4	ตารางที่ 5-22	ตารางที่ 5-28	ในอากาศ
กลุ่มที่ 5 & 6	ตารางที่ 5-23	ตารางที่ 5-29	ฝังดิน
กลุ่มที่ 7	ตารางที่ 5-30&31	ตารางที่ 5-32&33	บนรางเคเบิล

56

การปรับค่า ตามวิธีการเดินสายและอุณหภูมิโดยรอบ

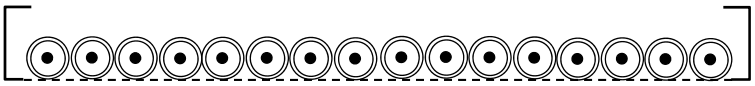
จำนวนกลุ่มวงจร (C_g)		อุณหภูมิโดยรอบ (C_a)
ในช่องเดินสาย	ตารางที่ 5-8	ตารางที่ 5-43
MI Cable	ตารางที่ 5-40	ตารางที่ 5-43
รางเคเบิล	ตารางที่ 5-40, 5-41	ตารางที่ 5-43
ฝังดินโดยตรง	ตารางที่ 5-45	ตารางที่ 5-44
ร้อยท่อฝังดิน	ตารางที่ 5-46	ตารางที่ 5-44

ลือชัย ทองนิล

57

ตัวอย่าง

วงจร 3 เฟส 230/400V ใช้สาย NYY แกนเดียว ขนาด 4x120 ตร.มม. จำนวน 4 วงจร วางบนรางเคเบิลแบบบันได โดยวางชิดติดกัน ต้องการหาขนาดกระแสของสายแต่ละเส้น



วิธีทำ

ตารางที่ 5-30 ได้ขนาดกระแส = 279 A

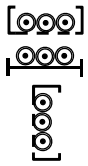
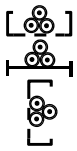
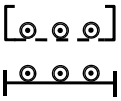
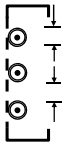
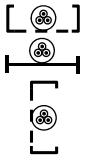
ตารางที่ 5-40 ตัวคูณ = 0.94

ขนาดกระแส = 279 x 0.94 = 262 A

ลือชัย ทองนิล

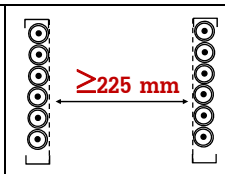
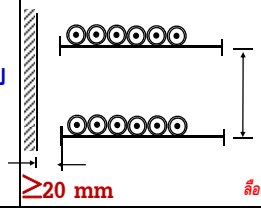
58

ตารางที่ 5-30 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV. อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	สายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิล (กลุ่มที่ 7)				
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิล	60227 IEC 10, NYY และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน และ สายควันน้อย เป็นต้น				
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
95	239	230	297	271	207
120	279	268	345	315	240

59

ตารางที่ 5-40 (ต่อ)
ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว วางบนรางเคเบิลเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

วิธีการติดตั้ง		จำนวนรางเคเบิล	จำนวนวงจร					
			1	2	3	4	5-6	7-9
รางเคเบิลแบบระบายอากาศวางแนวตั้ง		1	1.0	0.86	0.80	0.75	0.71	0.70
		2	0.95	0.84	0.77	0.72	0.67	0.66
รางเคเบิลแบบบันได		1	1.00	0.97	0.96	0.94	0.93	0.92
		2	0.98	0.93	0.89	0.88	0.86	0.83
		3	0.97	0.90	0.86	0.83	0.80	0.77

ลือชัย ทองนิล

60

ในการใช้งานจริง จะต้องหาขนาดสายไฟฟ้าจากโหลด

ขั้นตอนการหาขนาดสายไฟฟ้า (โหลดทั่วไป)

- คำนวณโหลด (I_b) และ กำหนดขนาดเครื่องป้องกันฯ (I_n)
- เลือกชนิดของสายไฟฟ้า
- เลือกวิธีการเดินสาย (ได้กลุ่ม)
- กำหนดตัวปรับค่า
- หาขนาดกระแสของสาย (I_t)
- หาขนาดสายไฟฟ้าจากตารางที่เลือก

เลือกตารางกระแส

อุณหภูมิโดยรอบ (C_a)
จำนวนวงจร (C_g)

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

ลือชัย ทองนิล

61

ตัวอย่าง วงจรไฟฟ้า 1 เฟส คำนวณโหลดได้วงจรละ 12 A, 3 วงจร กำหนดให้ใช้สาย IEC 01 เดินรวมกันในท่อโลหะเกาะผนัง ต้องการกำหนดขนาดสายไฟฟ้า

คำนวณโหลด และ กำหนดขนาดเครื่องป้องกันฯ (I_n)	I_b = 12A	I_n = 16A
เลือกชนิดของสายไฟฟ้า	IEC 01	ตารางที่ 5-20
เลือกวิธีการเดินสาย (ได้กลุ่ม)	กลุ่ม 2	
กำหนดตัวคูณปรับค่า (3 กลุ่ม)	C_a = 1	C_g = 0.7
หาขนาดกระแสของสาย (I_t)	I_t = 16 /(1 x 0.7) = 22.8A	
หาขนาดสายไฟฟ้าจากตาราง	ตารางที่ 5-20	สาย 4 mm^2 (28A)

ลือชัย ทองนิล

62

ตารางที่ 5-20 (บางส่วน)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวน/ลักษณะตัวนำกระแส	2		3		2		3	
	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, VCT, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติต่างๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น ตัวอย่าง							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
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

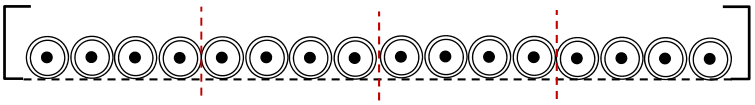
63

ตัวอย่าง หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1,000 kVA, 24kV/230-400V กำหนดให้ใช้สาย NYY แกนเดียวเดินควบ 4 เส้น/เฟส เดินบนรางเคเบิลแบบบันได วางสายเรียงชิดติดกัน ต้องการกำหนดขนาดสายไฟฟ้า (คิดอุณหภูมิโดยรอบที่ 45°C)

วิธีทำ

หากระแสหม้อแปลง $= \dfrac{1{,}000 \times 1000}{\sqrt{3} \times 400} = 1{,}443$ A

ขนาด CB (I_b) $= 1.25 \times 1{,}443 = 1{,}804$ A ใช้ 1,800A



ลือชัย ทองนิล

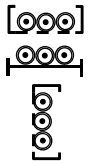
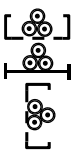
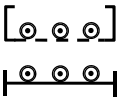
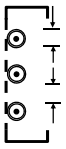
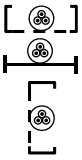
64

คำนวณโหลด (I_b) และ กำหนดขนาดเครื่องป้องกันฯ (I_n)	I_n = 1,800A	
เลือกชนิดของสายไฟฟ้า	NYY	ตารางที่ 5-30
เลือกวิธีการเดินสาย (ได้กลุ่ม)	กลุ่ม 7	
ตัวคูณปรับค่า (ตารางที่ 5-43,5-40)	C_a = 0.91	C_g = 0.94
หาขนาดกระแสของสาย (I_t)	I_t = (1,800/4) /(0.91 x 0.94) = 526A	
หาขนาดสายไฟฟ้าจากตาราง	ตารางที่ 5-30	สาย 400 mm^2 (599A)

ลือชัย ทองนิล

65

ตารางที่ 5-30 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV. อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	สายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิล (กลุ่มที่ 7)				
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิล	60227 IEC 10, NYY และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน และ สายควันน้อย เป็นต้น				
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
300	511	488	617	573	432
400	599	571	741	692	-

ลือชัย ทองนิล

66

THE END

ด้วยความปรารถนาดี

ลือชัย ทองนิล

67