มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

บทที่ 5

ลือชัย ทองนิล

กรรมการสภาวิศวกร &

ประธานสาขาไฟฟ้า วสท.

พ.ศ. 2554-2556

1

ประวัติวิทยากร...นายลือชัย ทองนิล

- ผู้อำนวยการไฟฟ้าเขตมีนบุรี
- การศึกษา **Master of Engineering (Electrical), Texas, U.S.A.**
- ดูงานด้านระบบไฟฟ้าในหลายประเทศ ทั้งในสหรัฐอเมริการ ยุโรป ออสเตรเลีย ฯลฯ
- อดีตประธานสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วสท.
- กรรมการสภาวิศวกร
- คณะอนุกรรมการทดสอบความรู้ความชำนาญการประกอบวิชาชีพ ระดับวุฒิวิศวกร สามัญวิศวกร และภาคีวิศวกรพิเศษ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สภาวิศวกร
- ผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐานการติดตั้งสายภายใน ภายนอก และความปลอดภัย การไฟฟ้านครหลวง
- ที่ปรึกษาสมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย

การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า โดย...ลือชัย ทองนิล

2

ผลงานวิชาการ

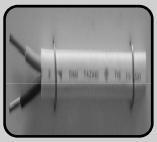
- *แต่งหนังสือ การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า ตามมาตรฐานการไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 31 ได้รับรางวัลหนังสือยอดนิยม จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)*
- *แต่งหนังสือ คู่มือช่างชาวบ้าน ฉบับช่างไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 13 (อัมรินทร์พริ้นติ้ง))*
- *แต่งหนังสือ คู่มือวิศวกรไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 16 ได้รับรางวัลหนังสือยอดนิยม จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)*
- *แต่งหนังสือ การตรวจความปลอดภัยระบบไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 11 ได้รับรางวัลหนังสือยอดนิยม จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)*
- *แต่งหนังสือ การออกแบบและติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ พิมพ์ครั้งที่ 4 (วสท.)*
- *แต่งหนังสือ คู่มือความปลอดภัยทางไฟฟ้าในสถานประกอบการ พิมพ์ครั้งที่ 3*
- *เขียนบทความ ในวารสารต่างๆ หลายเรื่อง*

3

ขอบเขต *ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการเดินสายทั้งหมด*
ยกเว้น การเดินสายที่เป็นส่วนประกอบภายในของบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น มอเตอร์ แผงควบคุม ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 4

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**

5

มอก 11-2553

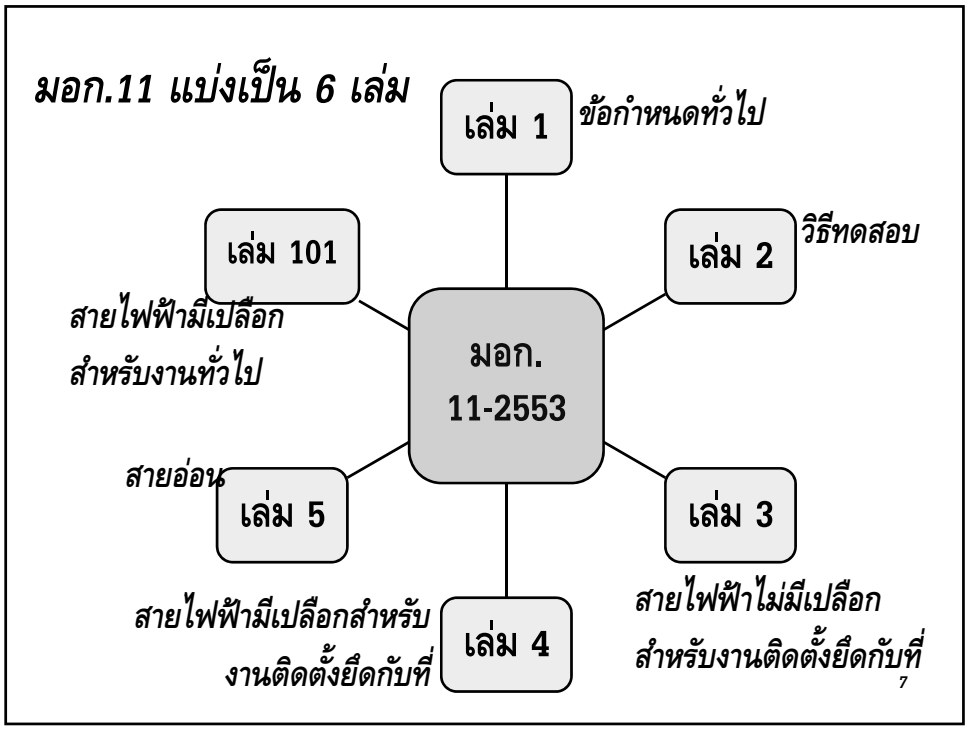
เป็นสายทองแดงหุ้มฉนวน PVC

อ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 60227 แต่ยังคงสายตามมาตรฐานเดิมอยู่บ้าง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

แรงดันไฟฟ้าใช้งานเป็นค่า U_0/U ไม่เกิน 450/750 โวลต์

อุณหภูมิใช้งานของสายไว้ 2 ค่าคือ 70°C และ 90°C

6



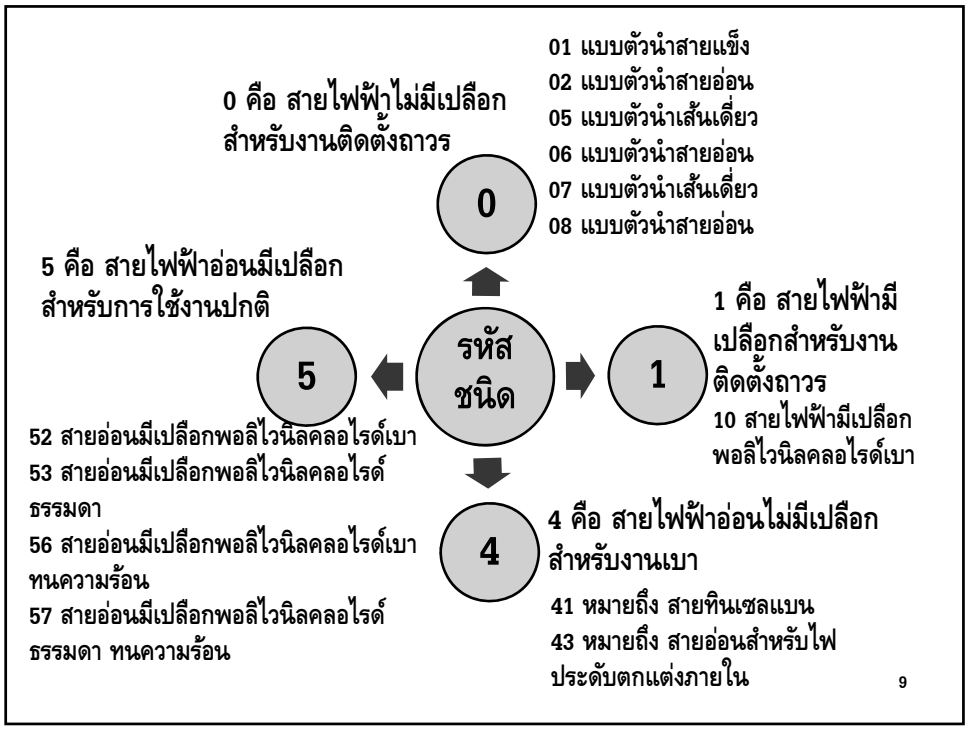
การเรียกชื่อสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

- เล่มที่ 1-5 เรียกสายไฟฟ้าแต่ละชนิดเป็นรหัสชนิด การกำหนดรหัสชนิดจะใช้หมายเลข 2 ตัว ตามหลังมาตรฐานอ้างอิง IEC

เช่น รหัสชนิด 60227 IEC 01

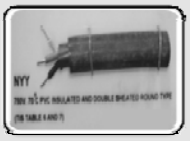
เลขตัวแรก เป็นการระบุชั้นพื้นฐานของสายไฟฟ้า ดังนี้

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



มอก.11-2553 เล่ม 101 (เล่มที่ 6)

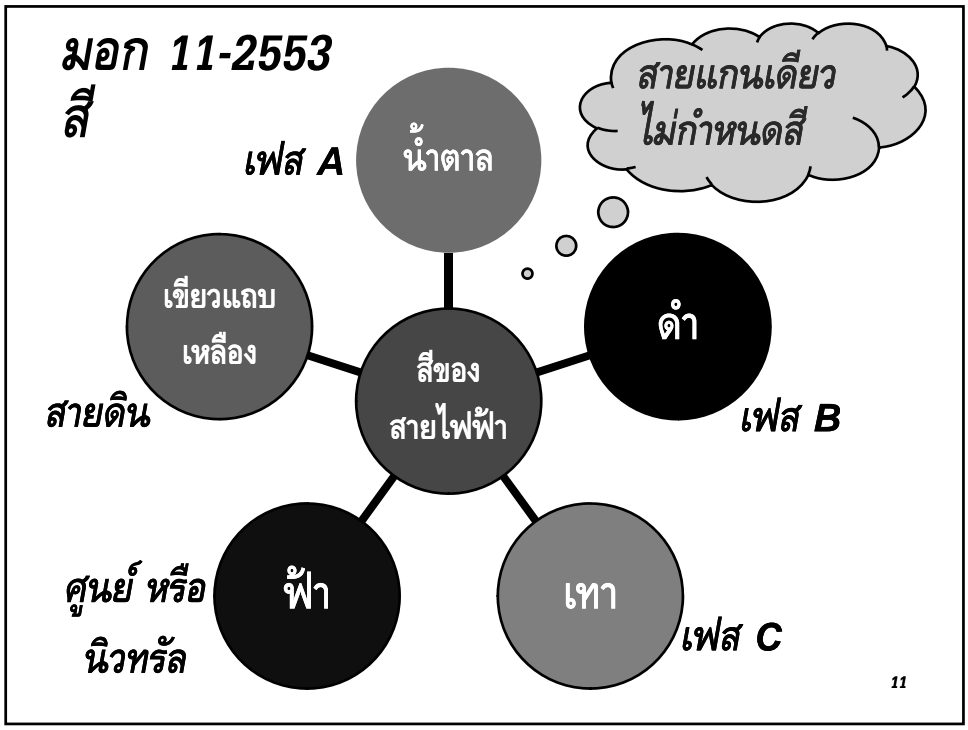
VAF
- อุณหภูมิของตัวนำ 70°C แรงดันใช้งาน 300/500 โวลต์
- มีทั้งชนิด 2 แกน และ 2 แกนมีสายดิน
- ขนาด 1.0-16 ตร.มม. สายดินมีขนาดเท่ากับสายเส้นไฟ



NYY
- อุณหภูมิของตัวนำ 70°C แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์
- มีชนิดแกนเดี่ยว 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน และหลายแกนมีสายดิน
- สายแกนเดี่ยวขนาด 1.0-500 ตร.มม. หลายแกนขนาด 50-300 ตร.มม. หลายแกนมีสายดินขนาด 25-300 ตร.มม.

VCT
- อุณหภูมิของตัวนำ 70°C แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์
- มีชนิดแกนเดี่ยว 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน และหลายแกนมีสายดิน
- มีขนาด 4-35 ตร.มม.

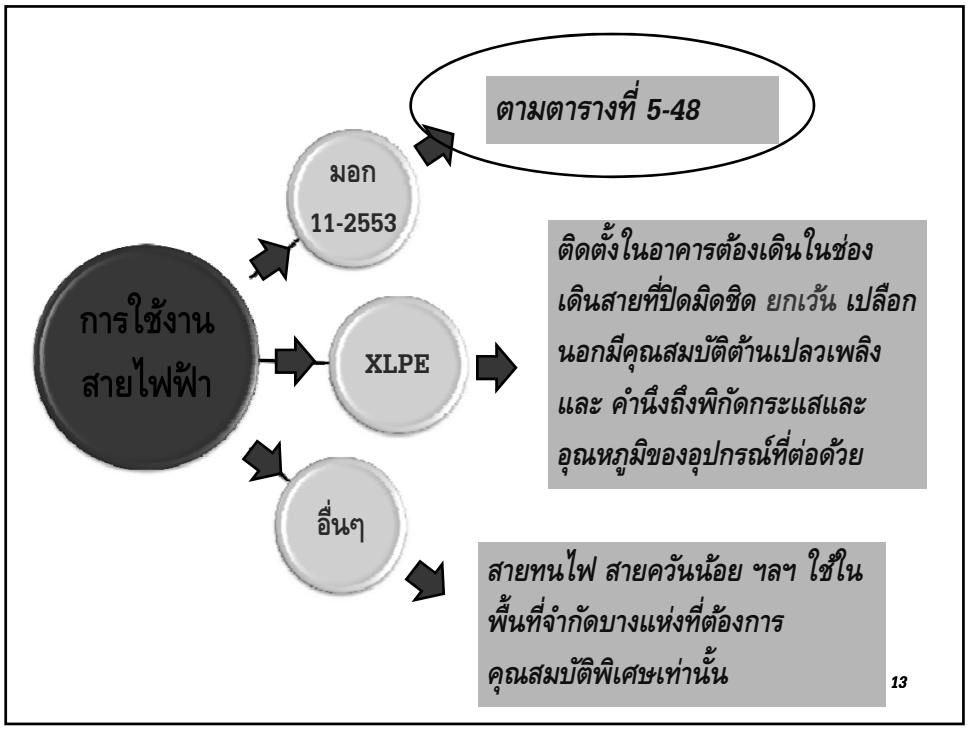
10



เปรียบเทียบสีของสายไฟฟ้า

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

12



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

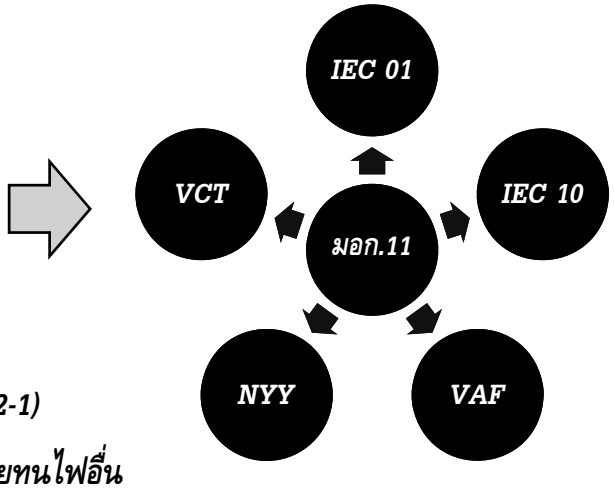
รหัสชนิดเคเบิล/ชื่อเรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	จำนวนแกน	อุณหภูมิตัวนำ	เปลือกนอก	แรงดันไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 01	1.5-400	เดี่ยวแข็ง (Solid) หรือตีเกลียว (Stranded)	แกนเดียว	70°C	ไม่มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
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 14

สายที่มีการใช้งานทั่วไป

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



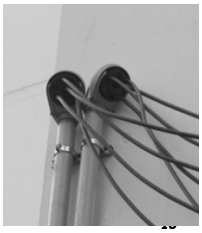
15

สาย มอก.11-2553, 60227 IEC 01

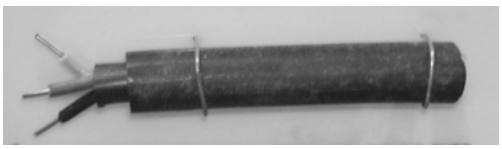
- **โครงสร้างเหมือนสาย THW**
- **เป็นสายชนิดแกนเดียว กลม**
- **แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์**
- **ขนาด 1.5 ถึง 400 ตร.มม.**

การใช้งาน

- **ใช้งานทั่วไป**
- **เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย**
- **ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง**



สาย มอก.11-2553, 60227 IEC 10



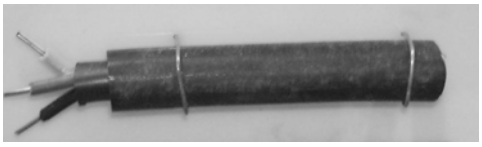
- โครงสร้างเหมือนสาย NYY
- เป็นสายชนิดหลายแกน มี/ไม่มีสายดิน
- แรงดันใช้งาน 300/500 โวลต์
- ขนาด 1.5 ถึง 35 ตร.มม.

การใช้งาน

- *ใช้งานทั่วไป*
- *เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย*
- *วางบนรางเคเบิล*
- *ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง*

17

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*

18

สาย มอก.11-2553, VAF

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

การใช้งาน

- **เดินเกาะผนัง**
- **เดินในช่องเดินสาย ห้ามร้อยท่อ**
- **ห้ามฝังดิน**

19

สาย มอก.11-2553, VCT

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

การใช้งาน

- ***ใช้งานทั่วไป***
- ***ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า***
- ***วางบนรางเคเบิล***
- ***ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง***

20

สายไฟฟ้าตามมาตรฐานอื่น, XLPE

- ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502
- หุ้มฉนวน XLPE แรงดัน 0.6/1 kV.
- อุณหภูมิใช้งาน 90 °C
- มีทั้งชนิดแกนเดียวและหลายแกน

21

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- วางบนรางเคเบิล เดินร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
- การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้น เปลือกนอกของสายมีคุณสมบัติต้านทานเปลวเพลิง ตามมาตรฐาน IEC 60332-3 category C
- ระวัง อุณหภูมิของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อกับสายด้วย

22

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า และ รูปแบบการติดตั้ง

ตารางที่ 5-8	ตัวคูณปรับค่าฯ กรณีสายมากกว่า 1 วงจร
ตารางที่ 5-20 ถึง 5-26	ขนาดกระแสของสาย มอก.11
ตารางที่ 5-21, 5-27 ถึง 5-29	ขนาดกระแสของสาย XLPE
ตารางที่ 5-30 ถึง 5-33	ขนาดกระแสของสายบนรางเคเบิล
ตารางที่ 5-34 ถึง 5-35	MI Cable
ตารางที่ 5-36 ถึง 5-38	สายแรงสูง
ตารางที่ 5-39	สายเครื่องเชื่อม
ตารางที่ 5-40 ถึง 5-41	ตัวคูณปรับค่า รางเคเบิล
ตารางที่ 5-42	สายอะลูมิเนียม
ตารางที่ 5-43 ถึง 5-44	ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิ
ตารางที่ 5-45 ถึง 5-46	ตัวคูณปรับค่ามากกว่า 1 วงจร (ฝังดิน)
ตารางที่ 5-47	รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง
ตารางที่ 5-48	ข้อกำหนดการใช้งานสายไฟฟ้า

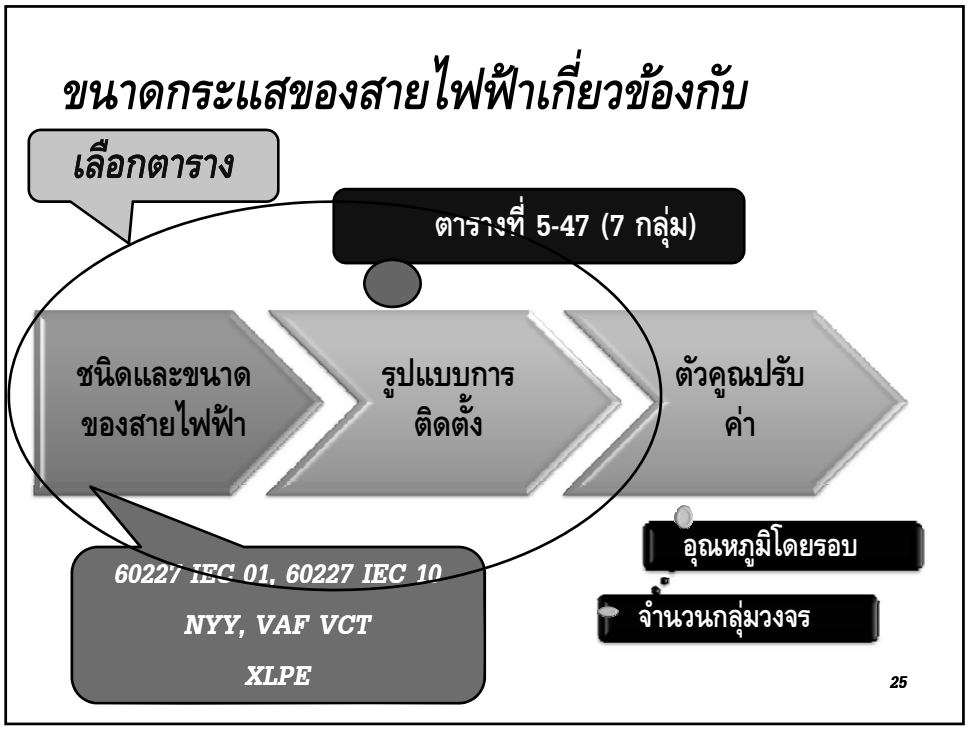
23

หมายเหตุ

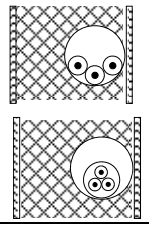
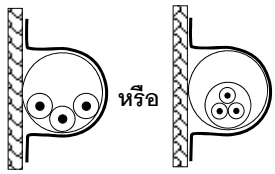
1. การติดตั้งที่ออกแบบโดยใช้สายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐาน มอก.11-2531 แต่สายไฟฟ้าที่นำมาใช้งานเป็นสายที่ผลิตตาม มอก.11-2553 อนุญาตให้ใช้ขนาดกระแสของสายตามตารางในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2551) ได้

2. การออกแบบที่ใช้สายไฟฟ้าผลิตตาม มอก.11-2553 แต่ในการติดตั้งอาจมีสายที่ผลิตตาม มอก.11-2531 <u>รวมอยู่ด้วย</u> อนุญาตให้ใช้ขนาดกระแสของสายตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้

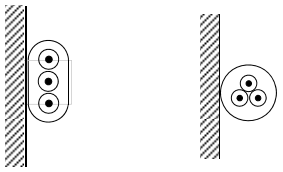
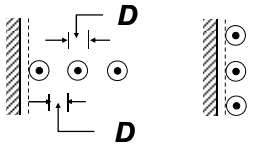
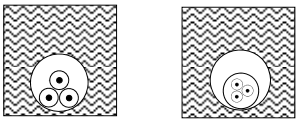
บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 24



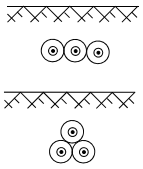
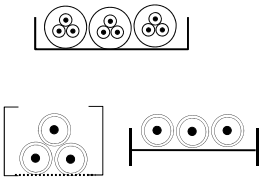
การติดตั้งสายไฟฟ้า แบ่งเป็น 7 กลุ่ม (ตารางที่ 5-47)

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะ ภายในฝ้าเพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ	 หรือ	กลุ่มที่ 1
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน	 หรือ	กลุ่มที่ 2

26

สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินเกาะผนัง หรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน		**กลุ่มที่ 3**
สายเคเบิลแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่าง เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ		**กลุ่มที่ 4**
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน		**กลุ่มที่ 5**

27

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

28

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 ....

29

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

30

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-20)

1. อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 องศาเซลเซียส ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43

2. ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8

3. ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

4. ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48

31

ตัวอย่าง

วงจร 1 เฟส ใช้สาย IEC 01 ขนาด 2.5 ตร.มม. (1 กลุ่มวงจร) เดินร้อยท่อ<u>เกาะผนัง</u> อุณหภูมิโดยรอบ 40°C ต้องการหาขนาดกระแสของสาย

วิธีทำ

1. ชนิดและขนาด (IEC 01 ขนาด 2.5 ตร.มม.)

2. รูปแบบการติดตั้ง(เดินร้อยท่อ) กลุ่มที่ 2 (ตารางที่ 5-47)

ใช้ ตารางที่ 5-20 (ตัวนำกระแส 2)

3. ตัวคูณปรับค่า

อุณหภูมิโดยรอบ = 1 (ตามที่กำหนดในตาราง)

จำนวนกลุ่มวงจร = 1 (ไม่ต้องปรับค่า) ได้ขนาดกระแส = 21 A_{32}

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

การปรับค่าขนาดกระแสของสาย และเงื่อนไขการใช้ตาราง

การปรับค่า

เนื่องจากจำนวนกลุ่มวงจร (Cg)

- *ตารางที่ 5-8 เดินในช่องเดินสาย*
- *ตารางที่ 5-40 & 5-41 วางบนรางเคเบิล*
- *ตารางที่ 5-45 & 5-46 เดินฝังดิน*

เนื่องอุณหภูมิโดยรอบ (Ca)

- *ตารางที่ 5-43 เดินในอากาศ*
- *ตารางที่ 5-44 เดินฝังดิน*

34

ตารางที่ 5-8

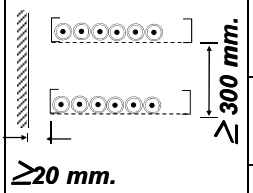
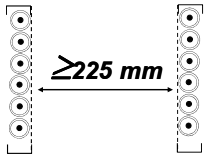
ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสเนื่องจากจำนวนสาย
ที่นำกระแสในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร

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

35

ตารางที่ 5-40

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว วางบนรางเคเบิล เป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

วิธีการติดตั้ง		จำนวนรางเคเบิล	จำนวนวงจร					
			1	2	3	4	5-6	7-9
รางเคเบิลแบบระบายอากาศ (perforated trays)		1	1	0.91	0.87	0.82	0.78	0.77
		2	0.96	0.87	0.81	0.78	0.74	0.69
		3	0.95	0.85	0.78	0.75	0.70	0.65
รางเคเบิลแบบระบายอากาศวางแนวตั้ง		1	1	0.86	0.80	0.75	0.71	0.70
		2	0.95	0.84	0.77	0.72	0.67	0.66

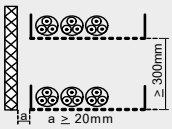
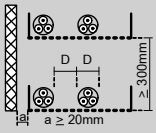
36

หมายเหตุ สำหรับตารางที่ 5-40

- *ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการวางสายไฟฟ้าชั้นเดียวเท่านั้น*
- *ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการติดตั้งรางเคเบิลในแนวนอนที่มีระยะห่างระหว่างรางเคเบิลในแนวดิ่งไม่น้อยกว่า 300 มม. และติดตั้งรางเคเบิลห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 20 มม.เท่านั้น*
- *ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการติดตั้งรางเคเบิลในแนวดิ่งที่มีระยะห่างระหว่างรางเคเบิลในแนวราบไม่น้อยกว่า 225 มม.เท่านั้น*
- *ในกรณีที่จำนวนรางเคเบิลมากกว่าหนึ่งราง ตัวคูณปรับค่าให้คิดจากรางเคเบิลที่มีกลุ่มวงจรมากที่สุด*

37

ตารางที่ 5-41 ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลหลายแกน วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศ แบบด้านล่างทึบ หรือแบบบันได เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

วิธีการติดตั้ง		จำนวนรางเคเบิล	จำนวนเคเบิลต่อรางเคเบิล					
			1	2	3	4	5-6	7-9
รางเคเบิลแบบระบายอากาศ (หมายเหตุ 2))		1	1.0	0.88	0.82	0.77	0.73	0.72
		2	1.0	0.87	0.80	0.77	0.73	0.68
		3	1.0	0.86	0.79	0.76	0.71	0.66
		4-6	1.0	0.84	0.77	0.73	0.68	0.64
		1	1.0	1.0	0.98	0.95	0.91	-
		2	1.0	0.99	0.96	0.92	0.87	-
		3	1.0	0.98	0.95	0.91	0.85	-

38

ตารางที่ 5-45

ตัวคูณปรับค่าสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว หรือหลายแกน ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV 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

39

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

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล *40*

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 41

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 42

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 43

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

ข้อยกเว้น...การใช้ตัวคูณปรับค่า

ข้อยกเว้นที่ 1 สายไฟฟ้าที่มีระบบแรงดันไฟฟ้าต่างกัน ซึ่งวางสายไว้ในช่องเดินสายเดียวกันให้ใช้ตัวคูณเพื่อลดขนาดกระแสเฉพาะสายสำหรับวงจรกำลัง วงจรแสงสว่างและวงจรควบคุมที่มีโหลดต่อเนื่อง

ข้อยกเว้นที่ 2 สำหรับสายที่ติดตั้งในรางเคเบิลให้ปฏิบัติตามข้อ 5.15

ข้อยกเว้นที่ 3 สำหรับสายส่วนที่อยู่ในนิปเพิล (nipple) และนิปเพิลมีความยาวไม่เกิน 0.60 เมตร ไม่ต้องใช้ตัวคูณลดขนาดกระแส

45

ข้อยกเว้น...การใช้ตัวคูณปรับค่า (ต่อ)

ข้อยกเว้นที่ 4 สำหรับสายใต้ดินส่วนที่เข้าหรือออกจากช่องรางเดินสาย (cable trench) ซึ่งอยู่ภายนอกอาคาร และมีจำนวนสายหรือแกนไม่เกิน 1 กลุ่มวงจร และมีการป้องกันทางกายภาพด้วยท่อร้อยสายชนิดโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลางหรือท่ออโลหะซึ่งท่อส่วนที่อยู่เหนือผิวดินมีความยาวไม่เกิน 3 เมตรไม่ต้องใช้ตัวคูณลดขนาดกระแส

46

หมายเหตุ

- *ถ้ากลุ่มเคเบิลประกอบด้วยตัวนำที่มีอุณหภูมิการใช้งานแตกต่างกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน พิกัดกระแสของกลุ่มให้คำนวณตามเคเบิลที่มีพิกัดของอุณหภูมิการใช้งานต่ำที่สุด*
- *ไม่ต้องนับจำนวนกลุ่มวงจรในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันที่รู้แน่นอนแล้วว่ามีกระแสโหลดไม่เกินร้อยละ 30 (สามสิบ) ของพิกัดกระแส เมื่อคิดตัวคูณปรับค่าที่ได้นับรวมจำนวนกลุ่มวงจรนั้นด้วยแล้ว*

47

ตัวอย่าง *(กรณีสายบางวงจรมีโหลดน้อย)*

ในช่องเดินสายเกาะผนัง เป็นวงจร 1 เฟส มีสายไฟฟ้ารวม 6 กลุ่ม คือ สาย IEC 01 ขนาด 6 ตร.มม. จำนวน 3 กลุ่ม และสาย ขนาด 4 ตร.มม. จำนวน 3 กลุ่ม ต้องการหาขนาดกระแสของสายไฟฟ้าแต่ละขนาด

วิธีทำ

ขนาดกระแสของสาย (ตารางที่ 5-20) สาย IEC 01 ขนาด 6 ตร.มม.ได้ = 36 A และขนาด 4 ตร.มม. ได้ = 28 A

ตัวคูณปรับค่า (ตารางที่ 5-8) ตัวนำกระแส 6 กลุ่ม = 0.57

สายขนาด 6 ตร.มม. = 36 × 0.57 = 20.52 A

สายขนาด 4 ตร.มม. = 28 × 0.57 = 15.96 A

48

ตัวอย่าง (ต่อ)

กำหนดให้

- *สายขนาด 4 ตร.มม. จำนวน 2 กลุ่ม มีกระแสไหลทราบแน่นอนแล้ว = 3 A (ไม่เกิน 30% ของ 15.96 A คือ 4.8 A)*
- *ตัวคูณปรับค่าใหม่จึงคิดที่ 4 กลุ่มวงจรคือ 0.65*

กระแสเมื่อปรับค่าใหม่ เป็นดังนี้

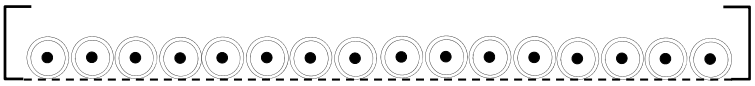
สายขนาด 6 ตร.มม. = 36 × 0.65 = 23.4 A

สายขนาด 4 ตร.มม. = 28 × 0.65 = 18.2 A

49

ตัวอย่าง

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



วิธีทำ

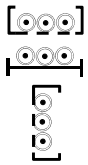
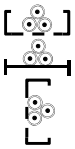
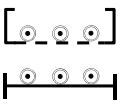
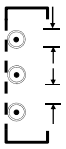
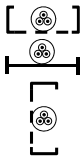
ตารางที่ 5-30 ได้ขนาดกระแส = 279 A

ตารางที่ 5-40 ตัวคูณ = 0.94

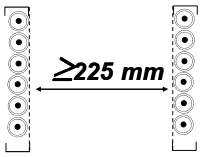
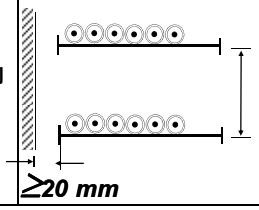
ขนาดกระแส = 279 x 0.94 = 262 A

50

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

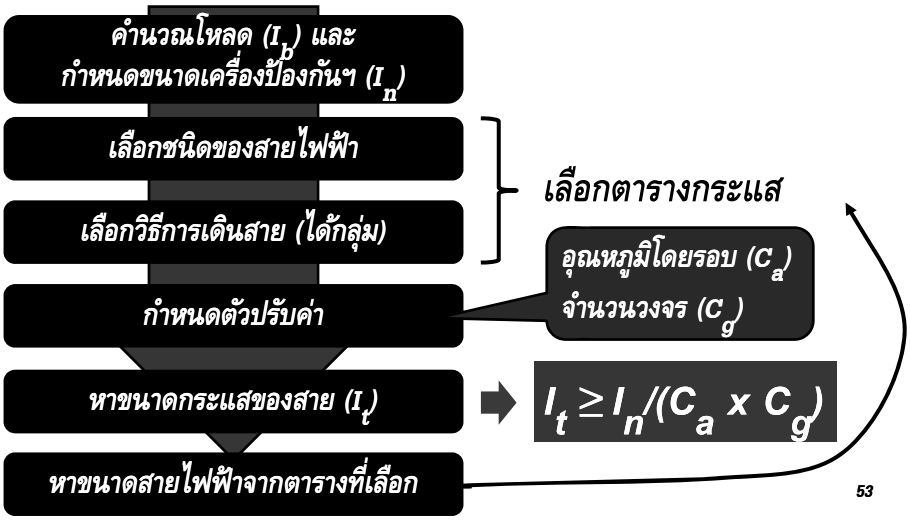
ลักษณะการติดตั้ง	สายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิล (กลุ่มที่ 7)				
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิล	60227 IEC 10, NYY และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน และ สายควันน้อย เป็นต้น				
ขนาดสาย (ตร.มม.)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

ตารางที่ 5-40 (ต่อ)
ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยว 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

ในการใช้งานจริง จะต้องหาขนาดสายไฟฟ้าจากโหลด

ขั้นตอนการหาขนาดสายไฟฟ้า (โหลดทั่วไป)



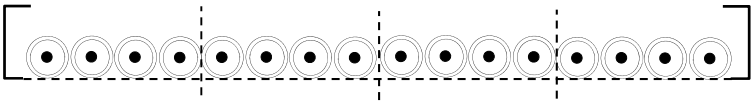
53

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



54

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

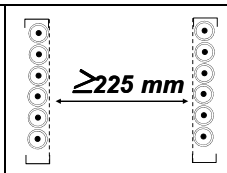
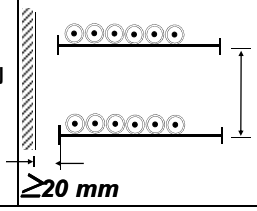
55

ตารางที่ 5-43
ตัวคูณค่าอุณหภูมิโดยรอบแตกต่างจาก 40°C ใช้กับค่าขนาดกระแสของเคเบิล เมื่อเดินในอากาศ

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ฉนวน		
	PVC	XLPE หรือ EPR	เอ็มไอ
21-25	1.22	1.14	1.26
26-30	1.15	1.10	1.18
31-35	1.08	1.02	1.09
36-40	1.0	1.0	1.0
41-45	0.91	0.96	0.91
46-50	0.82	0.90	0.79
51-55	0.70	0.84	0.67

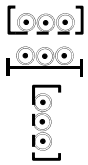
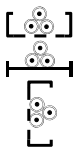
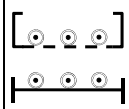
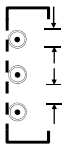
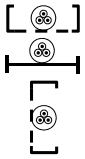
56

ตารางที่ 5-40 (ต่อ)
ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว วางบนรางเคเบิล เป็นกลุ่มมากกว่า 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

57

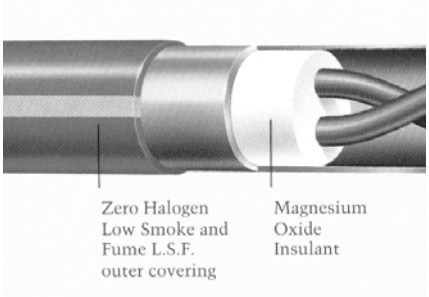
ตารางที่ *5-30* ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV. อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบบันได

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	-

58

สายเคเบิลชนิด เอ็มไอ

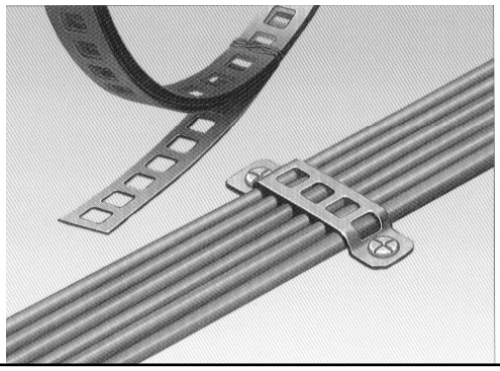
- *เป็นสายเคเบิลเปลือกโลหะ*
- *ตัวนำเป็นฉนวนแร่อัดแน่นที่ผลิตสำเร็จจากโรงงาน*
- *หุ้มด้วยปลอกทองแดง อาจหุ้มอีกชั้นด้วยพีวีซีก็ได้*



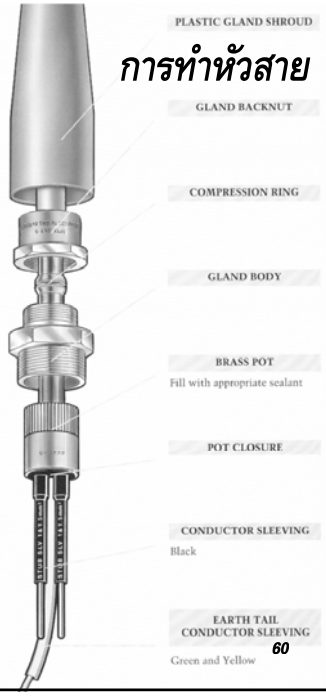
บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 59

การติดตั้ง...MI Cable

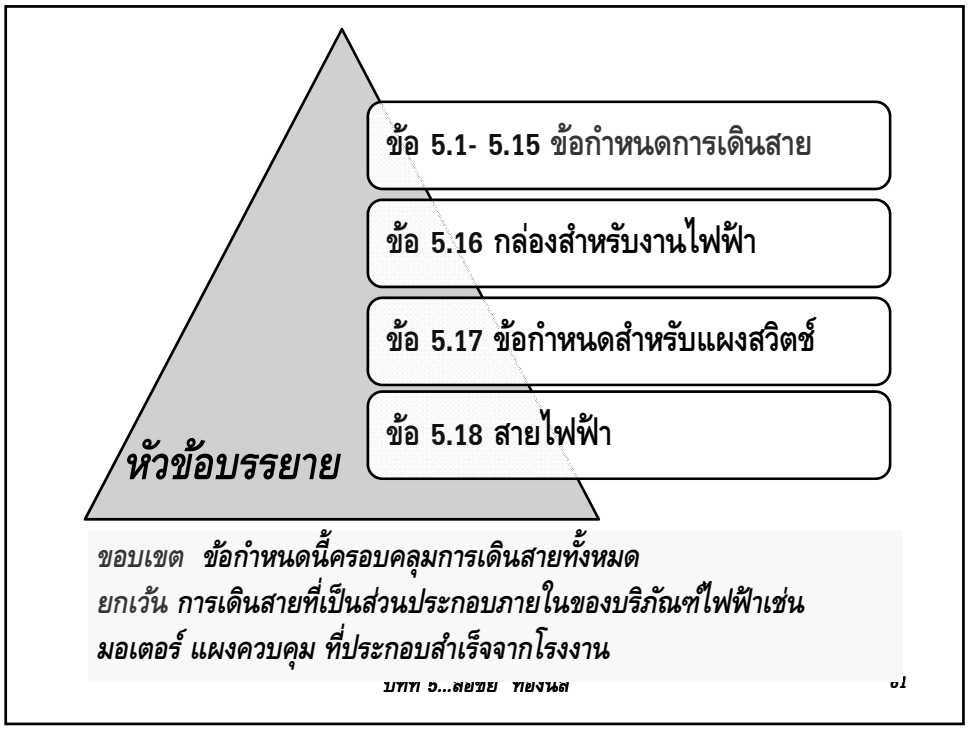
- **ต้องยึดอย่างมั่นคง ทุกระยะไม่เกิน 1.8 ม.**
- **รัศมีความโค้งไม่น้อยกว่า 5 เท่า ของ OD.**
- **ใช้อุปกรณ์การต่อสายที่เหมาะสม**
- **ปลายสายที่ปลอก ต้องมีการปิดผนึก**

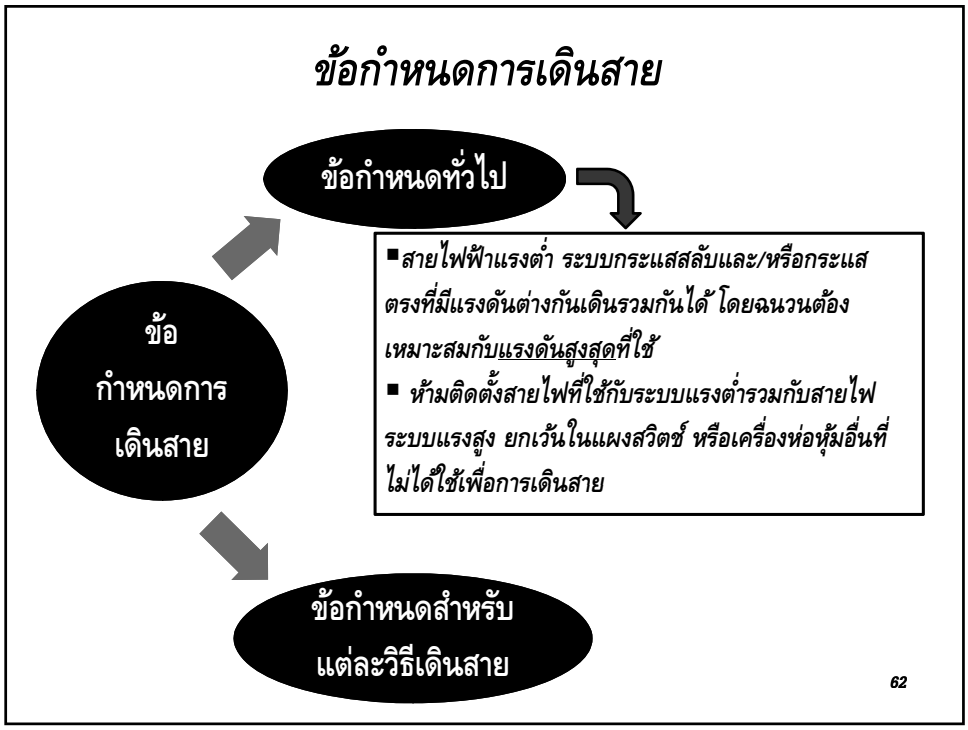


การทำหัวสาย



60


ข้อ 5.1- 5.15 ข้อกำหนดการเดินสาย
ข้อ 5.16 กล่องสำหรับงานไฟฟ้า
ข้อ 5.17 ข้อกำหนดสำหรับแผงสวิตช์
ข้อ 5.18 สายไฟฟ้า
หัวข้อบรรยาย
ขอบเขต ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการเดินสายทั้งหมด
ยกเว้น การเดินสายที่เป็นส่วนประกอบภายในของบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น
มอเตอร์ แผงควบคุม ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน
บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล
61


ข้อกำหนดการเดินสาย
ข้อกำหนดทั่วไป
ข้อ
กำหนดการ
เดินสาย
■สายไฟฟ้าแรงต่ำ ระบบกระแสสลับและ/หรือกระแส
ตรงที่มีแรงดันต่างกันเดินรวมกันได้ โดยฉนวนต้อง
เหมาะสมกับแรงดันสูงสุดที่ใช้
■ ห้ามติดตั้งสายไฟที่ใช้กับระบบแรงต่ำรวมกับสายไฟ
ระบบแรงสูง ยกเว้นในแผงสวิตช์ หรือเครื่องห่อหุ้มอื่นที่
ไม่ได้ใช้เพื่อการเดินสาย
ข้อกำหนดสำหรับ
แต่ละวิธีเดินสาย
62

การเดินสาย
ใต้ดิน

ข้อกำหนดทั่วไป...

ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรงก็ได้

ต้องเลือกชนิดของสายให้เหมาะสม

ระวังความเสียหายภายหลังการติดตั้ง

- *จากการกลบสายด้วยวัตถุแหลมคม หรือ*
- *จากการกดทับ*
- *ความลึกเป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อป้องกันสายหรือท่อร้อยสายชำรุด*

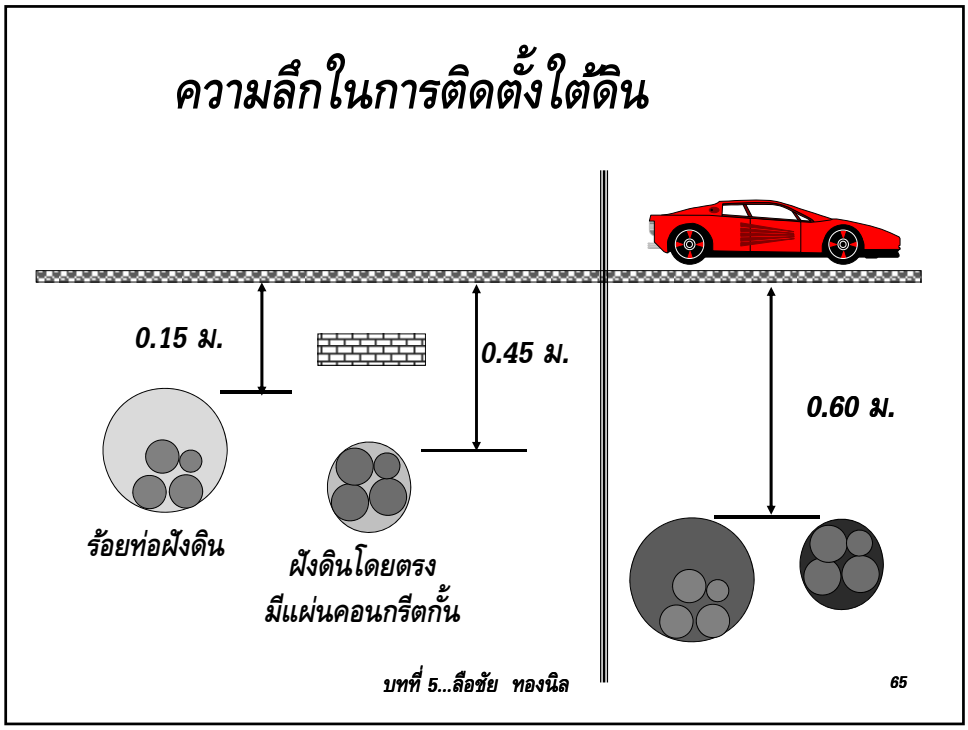
มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า 63

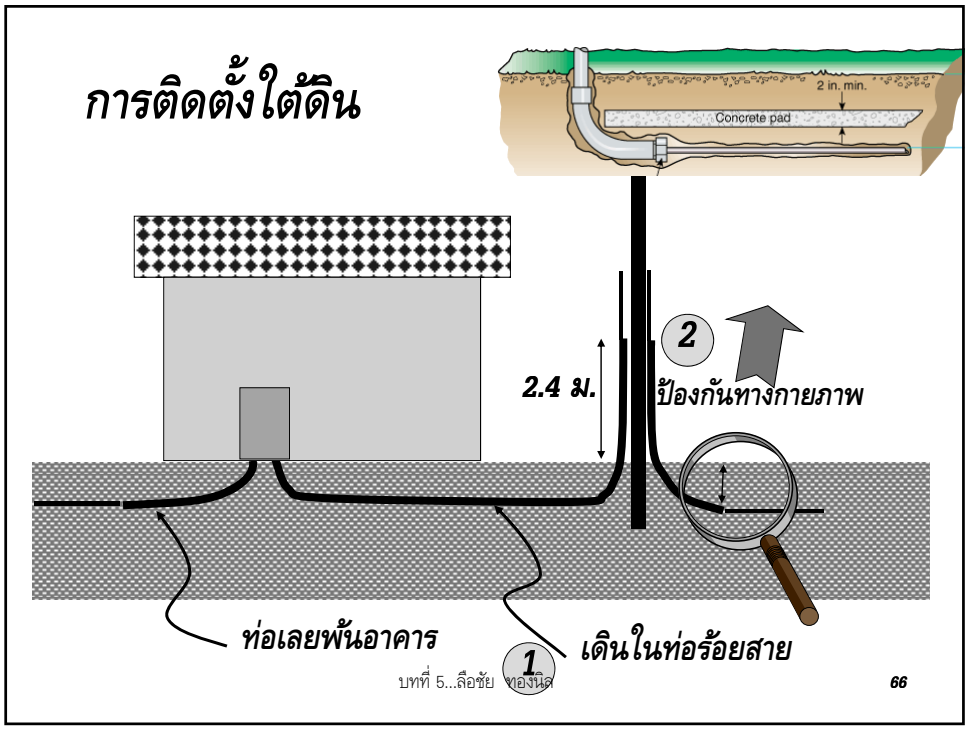
ตารางที่ 5-1 ความลึกในการติดตั้งสายใต้ดิน

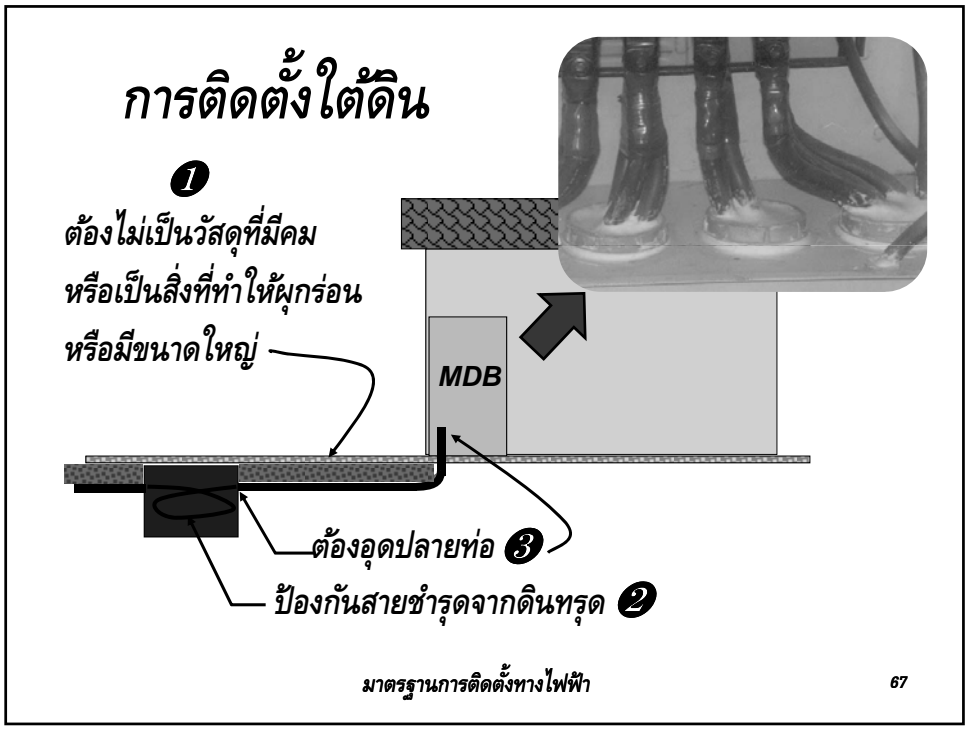
วิธีที่	วิธีการเดินสาย	ความลึกต่ำสุด (เมตร)
1	เคเบิลฝังดินโดยตรง	0.60
2	เคเบิลฝังดินโดยตรงและมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มม. วางอยู่เหนือสาย	0.45
3	ท่อโลหะหนาและหนาปานกลาง	0.15
4	ท่ออโลหะซึ่งได้รับการรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้โดยไม่ต้องมีคอนกรีตหุ้ม (เช่น HDPE และ PVC)	0.45

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

64

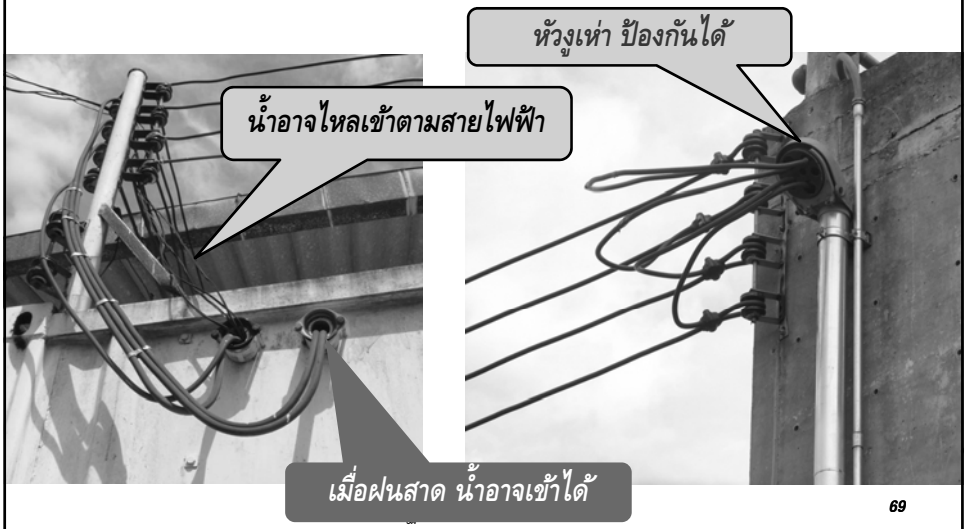

ความลึกในการติดตั้งใต้ดิน
0.15 ม.
0.45 ม.
0.60 ม.
ร้อยท่อฝังดิน
ฝังดินโดยตรง
มีแผ่นคอนกรีตกั้น
บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล
65


การติดตั้งใต้ดิน
2 in. min.
Concrete pad
2
2.4 ม.
ป้องกันทางกายภาพ
ท่อเลยพ้นอาคาร
เดินในท่อร้อยสาย
1
บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล
66


การติดตั้งใต้ดิน
1
ต้องไม่เป็นวัสดุที่มีคม
หรือเป็นสิ่งที่ทำให้ผุกร่อน
หรือมีขนาดใหญ่
MDB
ต้องอุดปลายท่อ 3
ป้องกันสายชำรุดจากดินทรุด 2
มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า
67

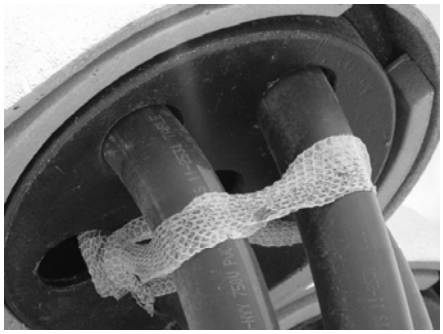
ข้อกำหนดทั่วไป (ต่อ)
■ อุปกรณ์การเดินสายทุกชนิด ต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพการติดตั้ง และมีการป้องกันการผุกร่อนที่เหมาะสม
■ช่องเดินสายและอุปกรณ์ ต้องมีการจับยึดอย่างมั่นคง และมีความต่อเนื่องทั้งทางกลและทางไฟฟ้า
บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล
68

ต้องมีการป้องกันน้ำเข้าแผงสวิตช์



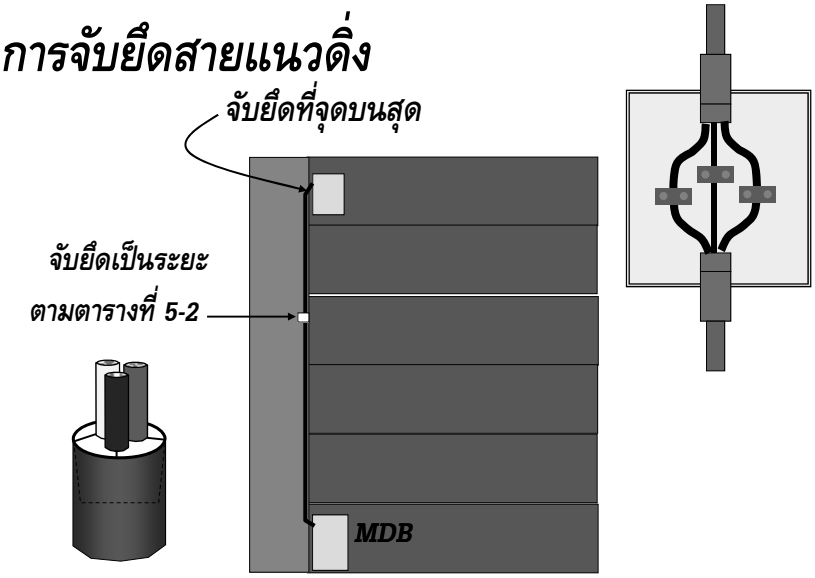
69

หัวงูเห่า ?



มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า 70

การจับยึดสายแนวดิ่ง



บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล

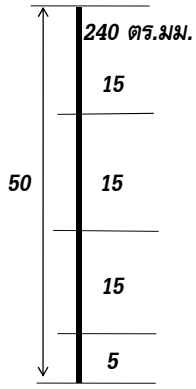
71

ตารางที่ 5-2 ระยะจับยึดสายในแนวดิ่ง

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ระยะจับยึดสูงสุด (ม.)
ไม่เกิน 50	30
70 – 120	24
150 – 185	18
240	15
300	12
เกิน 300	10

ตัวอย่าง

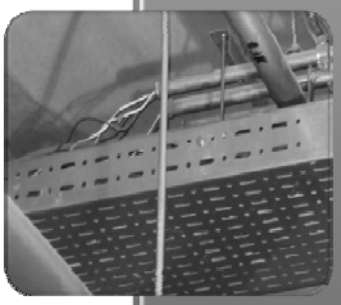
สาย 240 ตร.มม.



สายไฟฟ้าต้องจับยึดที่จุดบนสุด และห่างไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 5-2
ถ้าระยะน้อยกว่า 25% ของค่าในตาราง ไม่ต้องจับยึด

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล

72



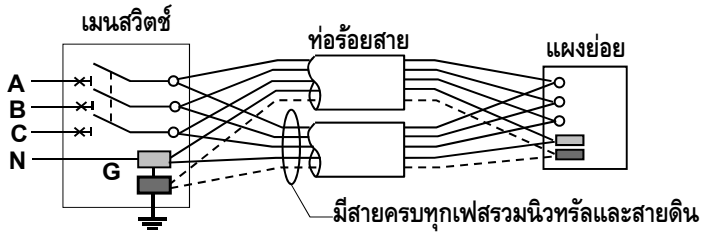
จุดเปลี่ยนวิธีการเดินสาย..ข้อกำหนดทั่วไป

- เมื่อเปลี่ยนจากเดินสายจากร้อยท่อเป็นวิธีอื่น ที่จุดเปลี่ยนการเดินสายต้องใช้เครื่องประกอบการเดินท่อเช่น กล่อง บุชชิ่ง หัวงูเห่า
- เมื่อปลายท่อเดินล้ำเข้าในแผงสวิตช์แบบเปิดได้ ให้ใช้บุชชิ่งแทนกล่องต่อสายได้

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 73

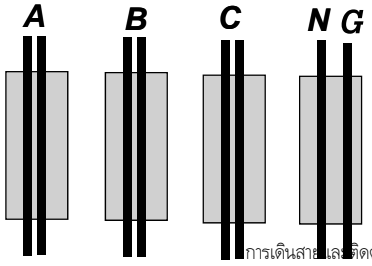
การป้องกันความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำ

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

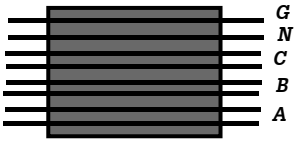


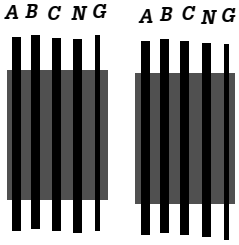
74

ความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำในท่อโลหะ



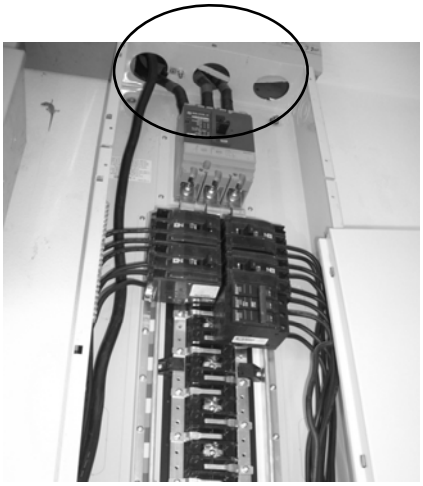
แนวทางการป้องกัน



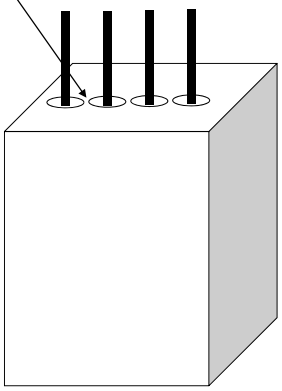


ท่อโลหะ

ความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำ



ป้องกันได้ด้วยการ
ผ่าให้แต่ละรูทะลุถึงกัน



ข้อกำหนดทั่วไป...ต่อ

- สายแกนเดียวของวงจรเดียวกันทุกเส้นรวมทั้งสายดิน หากร้อยท่อต้องอยู่ในท่อเดียวกัน ในรางเดียวกัน หรือวางบนรางเคเบิลต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกัน
- ช่องเดินสาย กล่อง ตู้ เครื่องประกอบและเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ ต้องต่อลงดิน

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 77

สีของสายไฟฟ้า ระบบแรงต่ำ

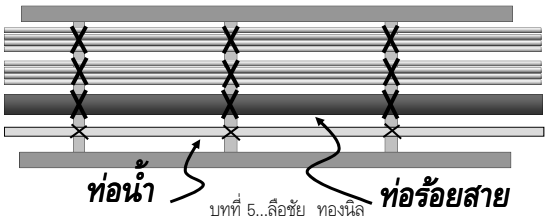
เป็นไปตาม มอก.11-2553

- นิวทรัล ฟ้า
- เส้นเฟส น้ำตาล ดำ เทา
- สายดิน เขียว หรือ เขียวแถบเหลือง หรือเป็นสายเปลือย
- สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ตร.มม. ให้ทำเครื่องหมายที่ปลายสายแทนได้
- ยกเว้น สายที่ออกจากเครื่องวัดไปถึงเมนสวิตช์

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 78

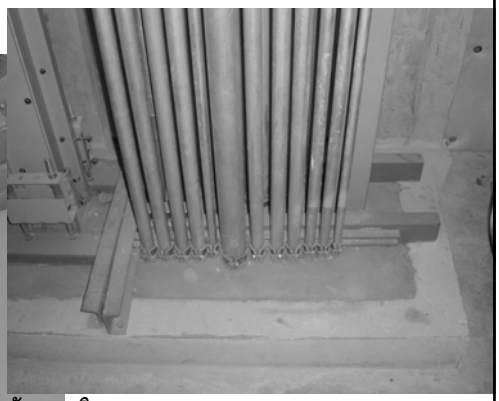
ห้ามมีอุปกรณ์อื่นมารวมด้วย

- ในท่อร้อยสาย รางเคเบิล ช่อง Shaft ห้ามมีท่อสำหรับงานอื่นเดินร่วมอยู่ด้วย



การป้องกันไฟลุกลาม

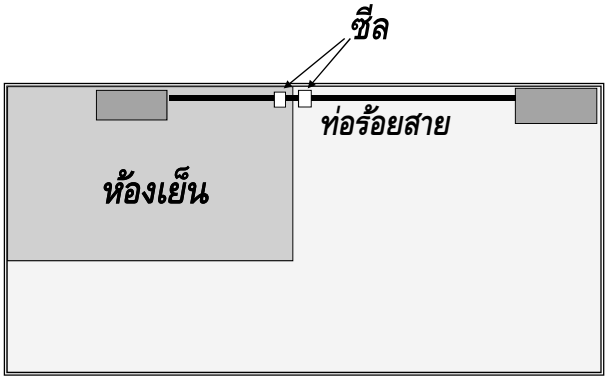
การเดินสายผ่านผนัง ฉากกั้น หรือพื้น ต้องมีการป้องกันไฟลุกลาม

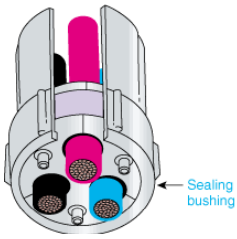


ไม่มีการป้องกันไฟลุกลามที่เหมาะสม

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า 81

การป้องกันการไหลเวียนของอากาศ



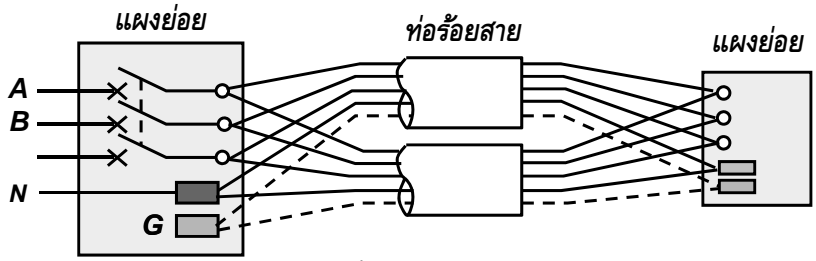


- เมื่อเดินผ่านที่ที่มีอุณหภูมิต่างกัน ต้องมีการป้องกันการไหลเวียนของอากาศในท่อ

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 82

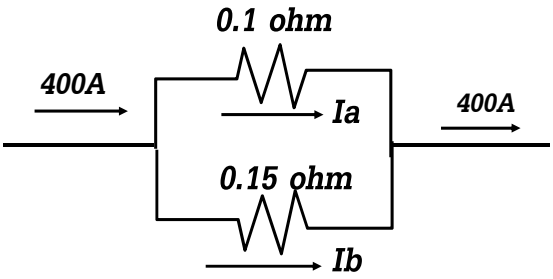
การเดินสายควบ

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



การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 83

ตัวอย่างการแบ่งไหลของกระแสไฟฟ้า



Ia = 240 A

Ib = 160 A

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 84

การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวน

- ต้องใช้สายแกนเดียว ไม่ปิดบังด้วยโครงสร้างอาคาร
- ต้องเดินภายนอกอาคาร
- การเดินภายในอาคารทำได้เฉพาะใน
  - โรงงานอุตสาหกรรม
  - งานเกษตรกรรม และ
  - แสดงสินค้าเท่านั้น

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล *85*

ชนิดของสายไฟฟ้าและระยะห่าง

- *ระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายหุ้มฉนวน*
- *สายภายในอาคาร (หลังเครื่องวัด) ต้องเป็นสายทองแดง*
- *ยกเว้น สายสำหรับปั้นจั่นชนิดเคลื่อนที่ได้บนราง*
- *ระยะห่าง เป็นดังนี้*
  - *เมื่อเดินภายในอาคาร เป็นไปตาม ตารางที่ 5-4*
  - *เมื่อเดินภายนอกอาคาร เป็นดังนี้*
    - *เดินบนตุ้ม เป็นไปตามตารางที่ 5-4*
    - *เดินบนลูกถ้วย เป็นไปตามตารางที่ 5-5*

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล *86*

ตารางที่ 5-4 การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายในอาคาร

การติดตั้ง	ระยะสูงสุดระหว่างจุดจับยึดสาย (ม.)	ระยะห่างต่ำสุดระหว่าง (ม.)		ขนาดสายใหญ่สุด (ตร.มม)
		สายไฟฟ้า	สายไฟฟ้ากับสิ่งปลูกสร้าง	
บนตุ้ม	2.5	0.10	0.025	50
บนลูกถ้วย	5.0	0.15	0.05	ไม่กำหนด

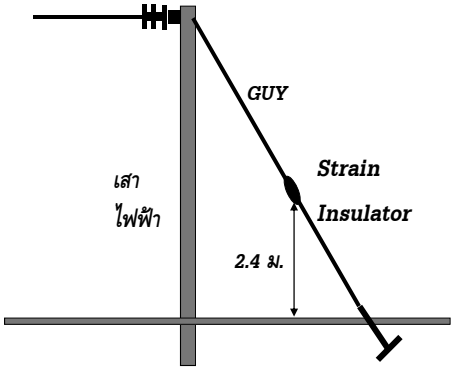
ตารางที่ 5-5 การเดินสายเปิดบนลูกถ้วยภายนอกอาคาร

ระยะสูงสุดระหว่างจุดจับยึดสาย (ม.)	ระยะห่างต่ำสุดระหว่าง (ม.)		ขนาดสายเล็กสุด (ตร.มม.)
	สายไฟฟ้า	สายไฟฟ้ากับสิ่งปลูกสร้าง	
ไม่เกิน 10	0.15	0.05	2.5
11-25	0.20	0.05	4
26-40	0.20	0.05	6

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล *87*

สำหรับระบบแรงสูง

- *ต้องเข้าถึงได้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น*
- *เมื่อมี GUY ต้องติดตั้ง Strain Insulator (ตาม มอก 280) ตรงตำแหน่งที่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.4 ม. ยกเว้น ระบบ 33 kV เป็นไปตามมาตรฐานของ กฟภ.*
- *ระยะห่างเป็นไปตาม ตารางที่ 1-4 และ 1-5*



บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล *88*

การเดินสายในช่องเดินสาย

ช่องเดินสาย อาจเป็น	จุดสำคัญ
▪ ท่อร้อยสาย ▪ ช่องเดินสายโลหะ และอโลหะบนพื้นผิว ▪ รางเดินสาย ▪ ยกเว้น รางเคเบิลไม่ถือเป็นช่องเดินสาย	▪ จำนวนสายไฟฟ้าที่เดินได้ ▪ ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า ▪ ข้อกำหนดและข้อจำกัดบางประการ

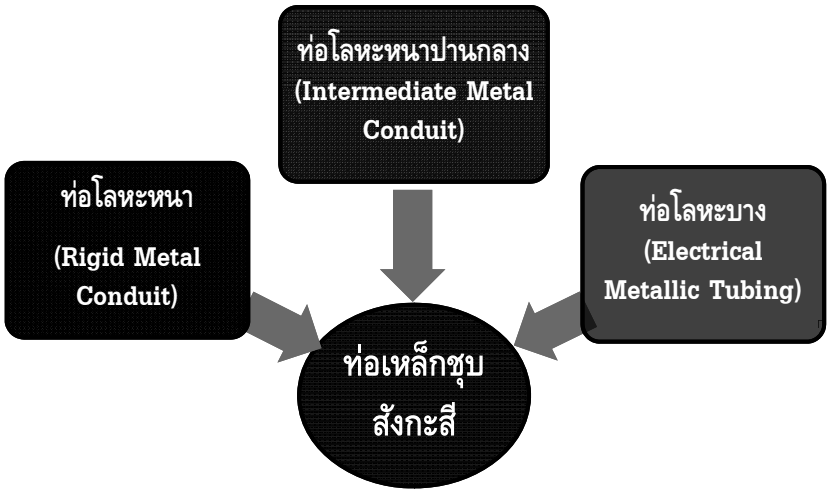
บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 89

ท่อร้อยสาย

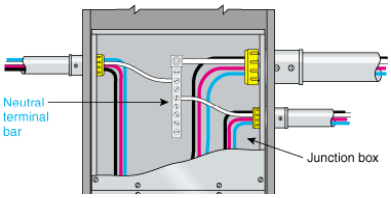
- ท่อ RSC IMC และ EMT
- ท่อโลหะอ่อน
- ท่อโลหะอ่อนกันของเหลว
- ท่ออโลหะอ่อน
- ท่ออโลหะอ่อน
- ท่ออโลหะแข็ง
- ท่ออโลหะอ่อนกันของเหลว
- ช่องเดินสายอื่น

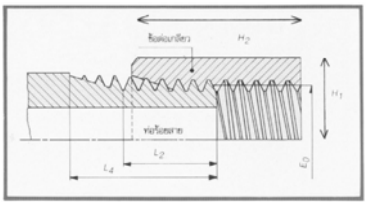
บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 90

ท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง และท่อโลหะบาง



ท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง และท่อโลหะบาง





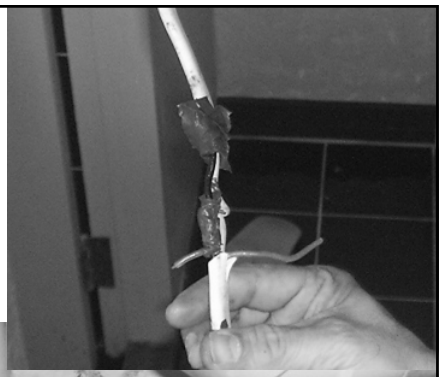
- การใช้งาน
  - ใช้กับงานเดินสายทั่วไป
- การติดตั้ง
  - ปลายท่อที่ตัดออก ต้องลบคม
  - เดินเข้ากล่องต่อสายต้องมีบุชชิง
  - การทำเกลียว ต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียว

การติดตั้ง

- ข้อต่อต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมเช่น เมื่อฝังในคอนกรีต ใช้ชนิดฝังในคอนกรีต
- การต่อสายให้ต่อในกล่องต่อสาย หรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่เปิดออกได้สะดวก

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 93

ห้าม...ต่อสายในท่อ เป็นอันตรายจากไฟดูด



การติดตั้ง ....

- *ท่อโลหะบาง ห้ามทำเกลียว*
- *มุมดัดโค้งไม่เกิน 360 องศา*
- *ห้ามใช้ท่อขนาดเล็กกว่า 15 มม.*
- *จำนวนสาย ตามตารางที่ 5-3 หรือ ตามภาคผนวก ฎ*
- *ต้องติดตั้งระบบท่อเสร็จก่อน จึงเดินสาย*
- *ห้าม ใช้ท่อโลหะเป็นตัวนำต่อลงดิน*
- *ขนาดกระแส ใช้ตารางที่ 5-20, 5-23, 5-27, 5-29 และ 5-37*

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 95

จำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย

- *จำนวนสายในท่อร้อยสาย*
- *การคำนวณพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าจะคิด<u>สายทุกเส้น</u>ที่เดินในช่องเดินสาย*

ตารางที่ 5-3

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

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 96

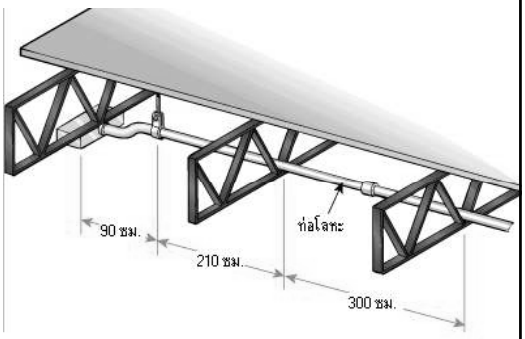
ภาคผนวก ฎ

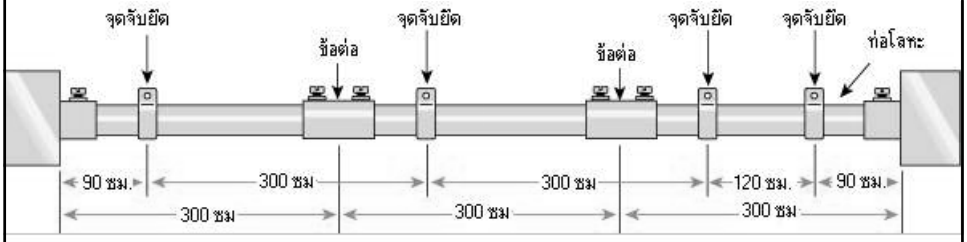
จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน มอก.11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01

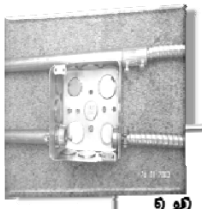
ที่ให้ใช้ในท่อโลหะตาม มอก.770-2533

ขนาดสายไฟ (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้า ในท่อร้อยสาย											
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	1	3	5	9	14	22	37	-	-	-	-	-
16	1	2	4	6	10	16	27	42	-	-	-	-
25	1	1	2	4	6	10	17	27	34	-	-	-
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
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150

ระยะระหว่างจุดจับยึดไม่เกิน 3.0 ม. และห่างจากกล่องไม่เกิน 0.9 ม







การเดินสายในท่อโลหะอ่อน

- ใช้ในสถานที่แห้ง
- ในสถานที่เข้าถึงได้
- ใช้เดินเข้าบริภัณฑ์ไฟฟ้าหรือกล่องต่อสายและความยาวไม่เกิน 2.0 ม.
- ข้อต่อต้องเป็นชนิดที่เหมาะสม

ทุกข้อ

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 99

ห้ามใช้

- *ในปล่องลิฟต์หรือปล่องขนของ*
- *ในห้องแบตเตอรี่*
- *ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น*
- *ฝังดินหรือฝังในคอนกรีต*
- *ในสถานที่เปียก นอกจากจะใช้สายไฟชนิดที่เหมาะสมและป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสายที่ท่อโลหะอ่อนต่ออยู่*
- *ท่อโลหะอ่อนที่มีขนาดเล็กกว่า 15 มม. <u>ยกเว้น</u> ท่อโลหะอ่อนที่ประกอบมากับขั้วหลอดไฟและยาวไม่เกิน 1.80 ม.*

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 100

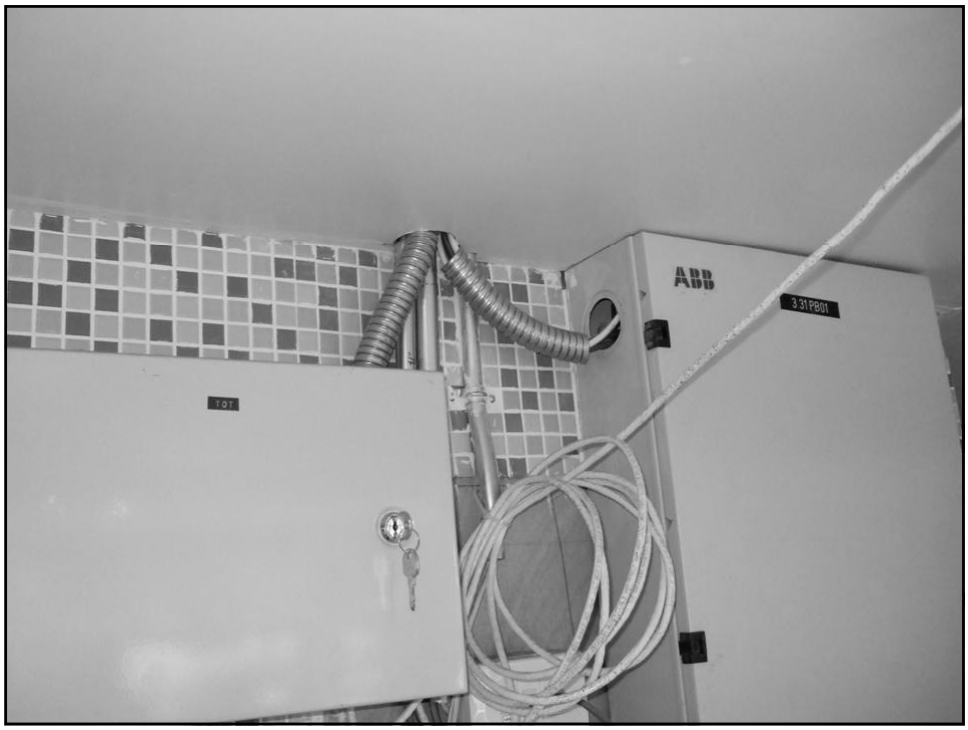
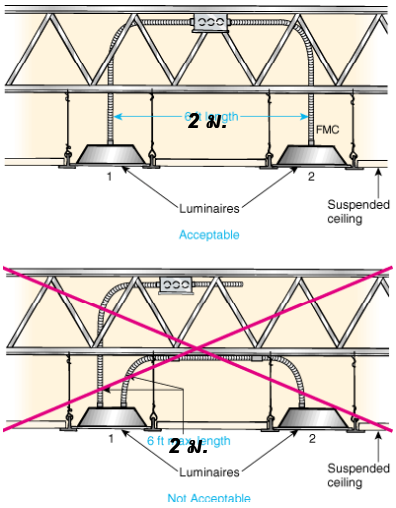


ABB
3-31PB01
T01

การใช้งาน


2 ม.
FMC
1
2
Luminaires
Suspended ceiling
Acceptable
2 ม.
1
2
Luminaires
Suspended ceiling
Not Acceptable

การติดตั้งใช้งาน

- จำนวนสายไฟฟ้า ไม่เกินตารางที่ 5-3
- มุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสาย ไม่เกิน 360 องศา
- ห้ามใช้เป็นสายดิน
- ขนาดกระแส ตารางที่ 5-20, 5-23, 5-27 และ 5-29

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 103

การเดินสายในท่อโลหะอ่อนกันของเหลว

การใช้งาน

- ในสถานที่ต้องการความอ่อนตัว หรือเพื่อป้องกันสายจากของแข็ง ของเหลว

ห้ามใช้

- ในสถานที่อาจเกิดความเสียหาย
- อุณหภูมิสายเกินอุณหภูมิท่อ
- ท่อเล็กกว่า ½ นิ้ว และเป็นสายดิน

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 104

การเดินสายในท่อโลหะอ่อนกันของเหลว

- ***จำนวนสายไฟฟ้า ตามตารางที่ 5-3***
- ***มุมดัดโค้งไม่เกิน 360 องศา***
- ***ติดตั้งระบบท่อเสร็จก่อนการเดินสาย***
- ***ข้อต่อยึด ต้องเป็นชนิดที่ได้รับการรับรอง***

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล **105**

การใช้งาน...ท่ออโลหะแข็ง

ท่อต้องเป็นชนิดที่ทนความชื้น สภาวะอากาศ และสารเคมี

ท่อที่ใช้เหนือดิน ต้องต้านเปลวเพลิง

ไม่เสียสภาพจากการใช้งาน และทนแสงแดด

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล **106**

การเดินสายร้อยท่ออโลหะแข็ง

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 107

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล *108*

ห้ามใช้....

- ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้
- ใช้เป็นเครื่องจับยึดดวงโคม
- อุณหภูมิสายเกินอุณหภูมิใช้งานของท่อ
- ในโรงมหรสพ นอกจากจะรุบุไว้
- ห้ามใช้ท่อขนาดเล็กกว่า 15 มม.

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 109

การติดตั้ง

- ปลายท่อต้องมีบุชชิ่ง หรือใช้วิธีการอื่น
- ข้อต่อยึด ต้องเป็นชนิดที่ได้รับการรับรอง
- มุมดัดโค้งไม่เกิน 360 องศา
- ติดตั้งระบบท่อให้เสร็จก่อนเดินสายไฟ

จำนวนสายในท่อร้อยสาย	1	2	3	4	เกิน 4
สายไฟทุกชนิด *ยกเว้น สายชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม*	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

110

ช่องเดินสายอื่น

ช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิว

รางเดินสาย

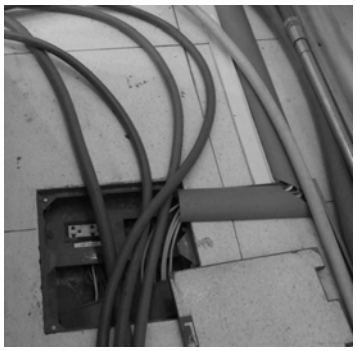
บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 111

ช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิว
(Surface Nonmetallic Raceway)

- ทำด้วยวัสดุทนความชื้น บรรยากาศและสารเคมี ไม่ติดไฟ และบิดเบี้ยวจากสภาวะการใช้งาน
- ให้ใช้สำหรับเดินสายในสถานที่แห้งเท่านั้น

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 112

การใช้งาน...ห้ามใช้



- ในที่ซ่อน
- ที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายทางกายภาพได้ นอกจากเป็นชนิดที่ได้รับการรับรองเพื่อใช้สำหรับงานนั้นแล้ว
- ในระบบแรงสูง
- ในปล่องขนของ
- ในสถานที่อันตราย นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- ในที่อุณหภูมิโดยรอบหรืออุณหภูมิสายเกินอุณหภูมิช่องเดินสายฯ
- ขนาดกระแสใช้ตามตารางที่ 5-20 และต้องใช้ตัวคูณปรับค่าตามตารางที่ 5-8

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 113

รางเดินสาย (Wireways)

- อนุญาตให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่งซึ่งสามารถเข้าถึงเพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ตลอดความยาวของรางเดินสาย
- ห้ามเดินในฝ้าเพดาน
- ถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝน (raintight)
- มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายหลังการติดตั้ง

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า 114

ห้ามใช้
ในบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ
ในบริเวณที่มีไอที่ทำให้ผุกร่อน หรือ ในสถานที่อันตรายนอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล
115

จำนวนสายไฟฟ้าและขนาดกระแส
• จำนวนสาย พื้นที่หน้าตัดรวมฉนวนและเปลือกของสายทุกเส้นรวมกัน ไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดรางเดินสาย
• ขนาดกระแส ให้ใช้ค่ากระแสตามตารางที่ 5-20 หรือ 5-27 กรณีตัวนำกระแส 3 เส้น โดยไม่ต้องใช้ตัวคูณลดกระแสเรื่องจำนวนสายตามตารางที่ 5-8 หากตัวนำที่มีกระแสไหลรวมกันไม่เกิน 30 เส้น
การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล
116

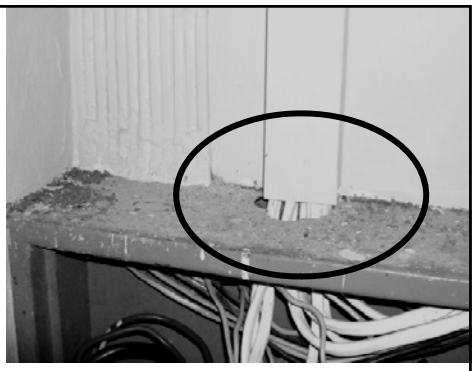
การติดตั้งใช้งาน

- จุดปลายรางต้องปิด
- จับยึดทุกระยะ 1.5 ม. หรือมากกว่าได้ถ้าจำเป็นแต่ไม่เกิน 3 ม.
- ห้ามต่อตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น
- ต่อสายได้เฉพาะส่วนที่เปิดและเข้าถึงได้สะดวกตลอดเวลา
- ห้ามใช้เป็นสายดิน
- สายไฟแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน ต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกันแล้วมัดรวมเข้าด้วยกัน

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 117

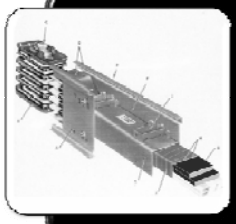
การต่อลงดินของรางเดินสาย

- *รางเดินสายต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า*
- *ต้องมีการต่อฝากระหว่างรางเดินสายกับแผงสวิตช์*



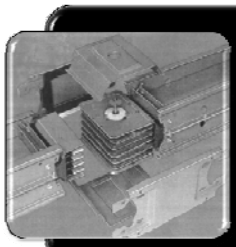
Electrical safety inspecti

บัสเวย์หรือบัสดัก



ชนิด

- มีช่องระบายอากาศ
- ชนิดปิดมิดชิด



การใช้งาน....ห้ามใช้

- ในบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ หรือมีไอทำให้ผุกร่อน
- ในปล่องขนของ หรือปล่องลิฟต์
- ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้
- กลางแจ้ง สถานที่เปียกชื้น นอกจากจะเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้ได้

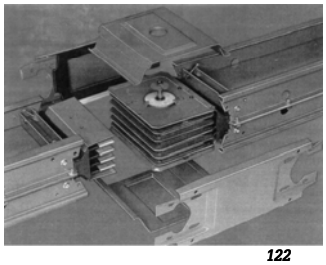
การติดตั้งใช้งาน

- ต้องติดตั้งในที่เปิดเผย มองเห็นได้ และเข้าถึงเพื่อบำรุงรักษาได้ ตลอดความยาว
- ยกเว้น ยอมให้อยู่ในที่กำบังได้ ถ้า..ทุกข้อ
  - ไม่มีเครื่องป้องกันกระแสเกินที่บัสเวย์
  - ช่องที่เข้าถึงได้ต้องไม่ใช้เป็นช่องลมปรับอากาศ
  - เป็นชนิดปิดมิดชิด
  - จุดต่อและเครื่องประกอบ ต้องเข้าถึงได้เพื่อบำรุงรักษา

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 121

การติดตั้งใช้งาน

- ต้องยึดอย่างมั่นคง ระยะห่างระหว่างจุดจับยึดไม่เกิน 1.5 ม. หรือตามการออกแบบของผู้ผลิต
- การต่อแยก ต้องใช้เครื่องประกอบที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ
- การลดขนาด ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน ยกเว้น..ในงานอุตสาหกรรมที่บัสเวย์ที่ลดมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 1/3 ของพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินต้นทาง และยาวไม่เกิน 15 ม.



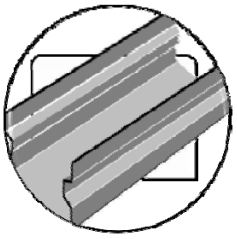
บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 122

การติดตั้งใช้งาน

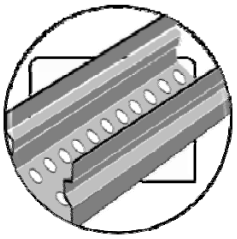
- การต่อแยกต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทุกจุด
- เปลือกโลหะต้องต่อลงดิน และใช้เป็นสายดินได้ ถ้าได้ออกแบบไว้แล้ว
- ขนาดกระแส ใช้ตามผู้ผลิต

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 123

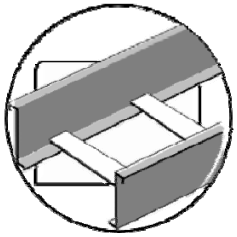
รางเคเบิล (Cable Trays)



แบบด้านล่างทึบ

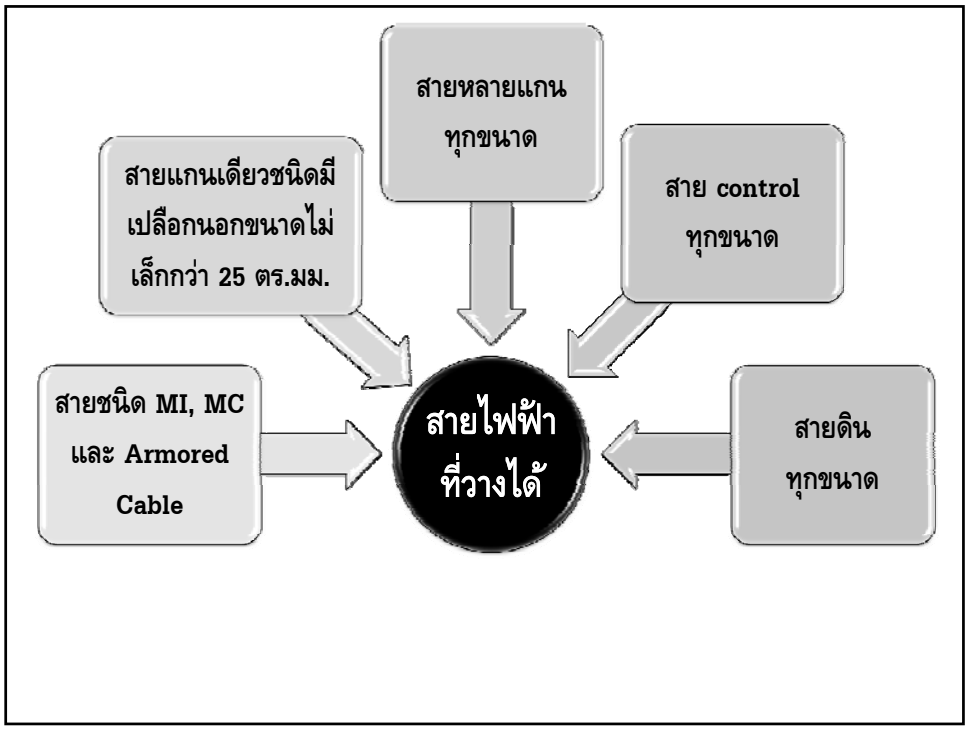


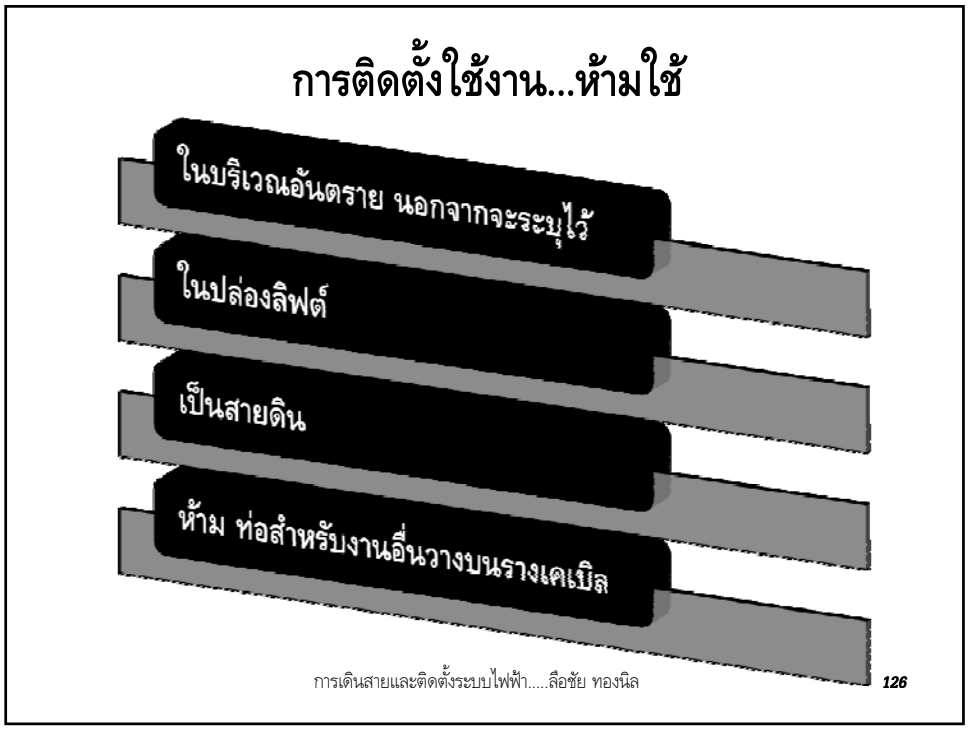
แบบรางมีช่องระบายอากาศ

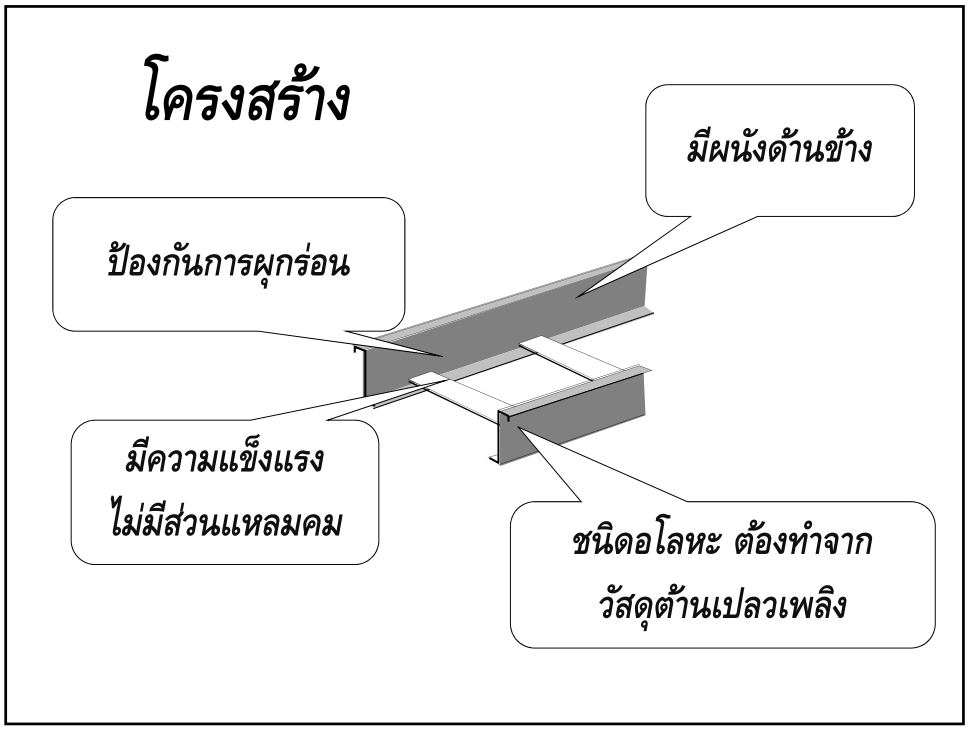


แบบบันได

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 124


สายหลายแกน
ทุกขนาด
สายแกนเดียวชนิดมี
เปลือกนอกขนาดไม่
เล็กกว่า 25 ตร.มม.
สาย control
ทุกขนาด
สายชนิด MI, MC
และ Armored
Cable
สายไฟฟ้า
ที่วางได้
สายดิน
ทุกขนาด


การติดตั้งใช้งาน...ห้ามใช้
ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้
ในปล่องลิฟต์
เป็นสายดิน
ห้าม ท่อสำหรับงานอื่นวางบนรางเคเบิล
การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล
126


โครงสร้าง
มีผนังด้านข้าง
ป้องกันการผุกร่อน
มีความแข็งแรง
ไม่มีส่วนแหลมคม
ชนิดอโลหะ ต้องทำจาก
วัสดุต้านเปลวเพลิง

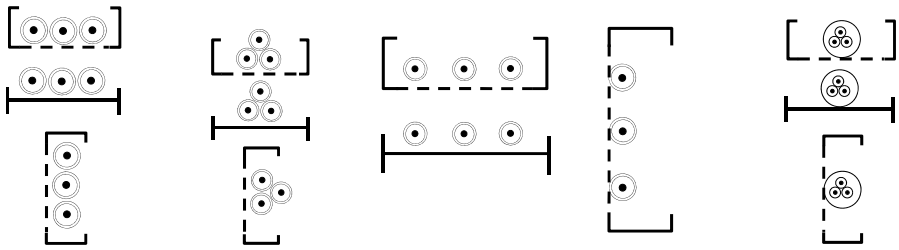
ไม่มีผนังด้านข้าง...ไม่ถูกต้อง

การติดตั้งรางเคเบิล

- ต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า
- เมื่อเดินสายแยกเข้าช่องเดินสายอื่น ต้องจับยึดให้มั่นคงด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสม
- ห้าม ติดตั้งสายเคเบิลแรงต่ำรวมกับแรงสูง นอกจากจะกั้นด้วยแผนกั้นที่แข็งแรงและไม่ติดไฟ
- ต้องติดตั้งในที่เปิดเผยและเข้าถึงได้ และมีที่ว่างพอเพียงที่จะปฏิบัติงานบำรุงรักษาสายเคเบิลได้สะดวก

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 129

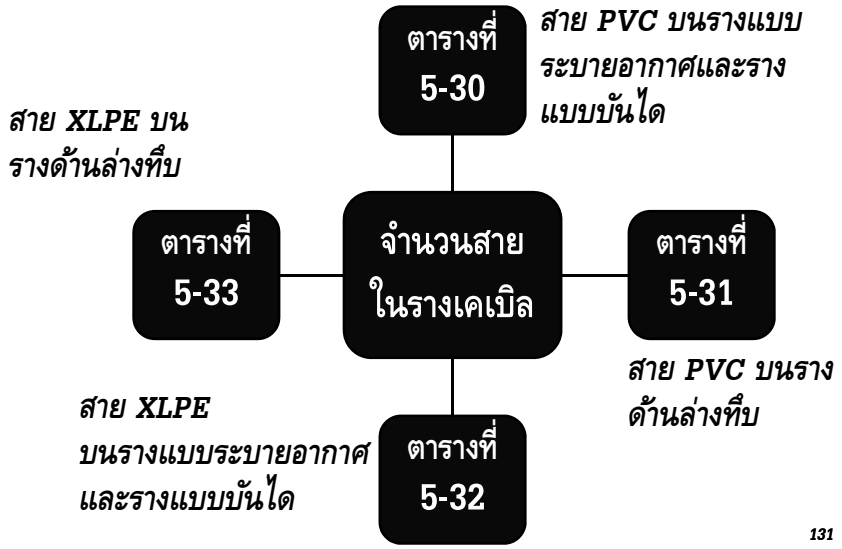
การวางสายไฟฟ้า และขนาดกระแส



- ขนาดกระแสของสายเคเบิลแรงต่ำในรางเคเบิล เป็นไปตามตารางที่ 5-30 ถึง 5-33

ลือชัย ทองนิล 130

จำนวนสายเคเบิลระบบแรงต่ำในรางเคเบิล...ใหม่



131

การติดตั้งสายในรางเคเบิล

- การต่อสายต้องทำให้ถูกต้องตามวิธีการต่อสาย จุดต่อสายต้องอยู่ภายในรางเคเบิลและไม่สูงเลยขอบด้านข้างของรางเคเบิล
- เมื่อเดินสายแกนเดียว สายเส้นไฟและเส้นศูนย์ของแต่ละวงจรต้องเดินรวมกันเป็นกลุ่มและมัดเข้าด้วยกัน เพื่อป้องกันกระแสไม่สมดุลเนื่องจากการเหนี่ยวนำ และป้องกันการเคลื่อนตัวอย่างรุนแรงเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล

132

อื่นๆ

- ***จำนวนสายเคเบิลและขนาดกระแสระบบแรงสูงในรางเคเบิลเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 5-36***
- ***การเดินสายในรางเคเบิลให้ทำได้เท่าที่กำหนดไว้ในข้อ 5.15 นี้เท่านั้น***

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล **133**

หัวข้อบรรยาย

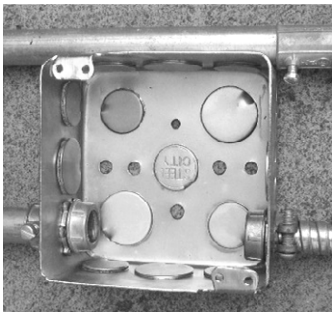
- **ข้อ 5.1- 5.15 ข้อกำหนดการเดินสาย**
- **ข้อ 5.16 กล่องสำหรับงานไฟฟ้า**
- **ข้อ 5.17 ข้อกำหนดสำหรับแผงสวิตช์**
- **ข้อ 5.18 สายไฟฟ้า**

ขอบเขต ***ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการเดินสายทั้งหมด***
ยกเว้น ***การเดินสายที่เป็นส่วนประกอบภายในของบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น มอเตอร์ แผงควบคุม ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน***

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 134

กล่องสำหรับงานไฟฟ้า

ครอบคลุม กล่องจุดต่อไฟฟ้า กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย กล่องต่อแยก และกล่องอื่นที่ใช้เพื่อการเดินสาย



บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล

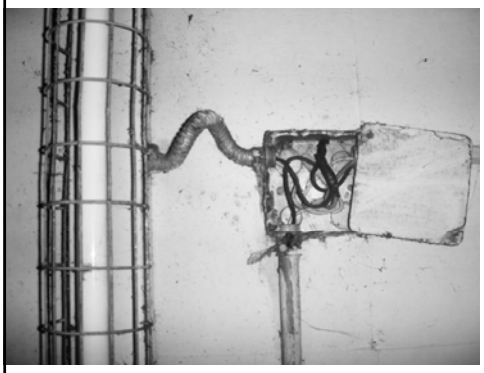
กล่องต่อสาย

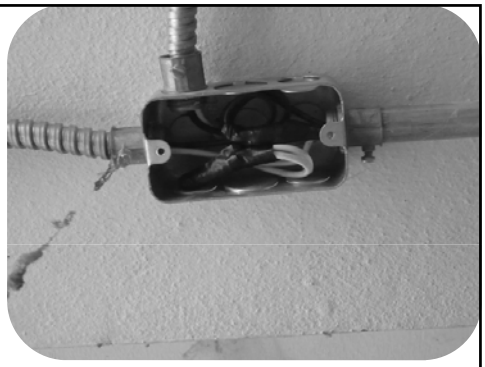
- *ทำจากวัสดุป้องกันการผุกร่อนที่เหมาะสม*
- *เมื่อติดตั้งแล้ว ต้องเข้าถึงได้โดยไม่ต้องรื้อส่วนของอาคาร และมีที่ว่างให้ทำงานได้สะดวก*
- *ต้องมีฝาปิด และปิดอย่างแน่นหนา*
- *เมื่อปิดแล้ว ต้องไม่มีรูหรือช่องที่วัสดุขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มม. ใส่เข้าไปได้*

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล **136**

กล่องต่อสาย

ต้องปิดฝา





บทที่ 5...ลือชัย

แผงสวิตช์และแผงย่อย

เป็นแผงไฟสำหรับควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง

รวมทั้งแผงชาร์จไฟเข้าแบตเตอรี่

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 138

แผงสวิตช์ (Switchboard) คือ

- แผงขนาดใหญ่แผงเดียวหรือหลายแผงประกอบกัน ใช้ติดตั้ง สวิตช์ เครื่องป้องกันกระแสเกิน เครื่องวัดฯ อื่นๆ โดยทั่วไปเข้าได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 139

แผงย่อย (Panelboard) คือ

- แผงเดี่ยวหรือกลุ่มของแผงเดี่ยวที่ออกแบบให้ประกอบรวมเป็นแผงเดียวกัน ประกอบด้วยเครื่องป้องกันกระแสเกิน อาจมีหรือไม่มีสวิตช์ก็ได้ แผงย่อยออกแบบให้ติดตั้งในตู้หรือกล่องที่ติดผนัง เข้าถึงได้เฉพาะด้านหน้าเท่านั้น

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 140

ข้อกำหนดทั่วไป

- ต้องอยู่ในห้องหรือสถานที่ซึ่งจัดไว้โดยเฉพาะ
- ห้ามมีท่อหรือบริภัณฑ์อื่นอยู่ เหนือ ในห้อง ทางเดินเข้าห้อง ยกเว้น...
  - ระบบดับเพลิงสำหรับแผงสวิตช์ฯ
  - ระบบปรับอากาศและดูดอากาศ

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 141

ยกเว้น

ไม่ต้องติดตั้งในห้อง

แผงสวิตช์ฯ ที่ติดตั้งทั่วไป แยกจากบริภัณฑ์อื่นเช่น อยู่ในที่สูง ในที่ล้อม มีสิ่งปกปิด มีการป้องกันทางกล การสัมผัส ความเสียหายจากการรั่วไหลของระบบท่อ

ชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร และมีการป้องกันการสัมผัส พ้นจากยานพาหนะ การรั่วไหลของระบบท่อ

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 142

การจับยึดบัสบาร์และตัวนำ

- **ตัวนำของอุปกรณ์ในช่องใด ต้องเดินในช่องนั้น ยกเว้น การเชื่อมต่อของสายควบคุม**
- **บัสบาร์และขั้วต่อสายต้องมีการกั้นแยกจากส่วนอื่นๆ**
- **การจัดวางบัสบาร์ ต้องหลีกเลี่ยงความร้อนจากการเหนี่ยวนำ**
- **การจัดเฟส เฟส A B C เรียงดันี้**
  - **จากด้านไปหลัง**
  - **จากด้านบนลงล่าง**
  - **จากซ้ายมือไปขวามือ**

การทำเครื่องหมายแสดงเฟส

- ***เป็นตัวอักษร***

  - ***L1*** *สำหรับ เฟส 1 หรือเฟส A*
  - ***L2*** *สำหรับ เฟส 2 หรือเฟส B*
  - ***L3*** *สำหรับ เฟส 3 หรือเฟส C*
  - ***N*** *สำหรับ นิวทรัล*
  - ***E หรือ*** ⏚ *สำหรับ บัสดิน/ขั้วสายดิน*

- ***เป็นสี***

  - *สีน้ำตาล สำหรับ เฟส 1 หรือเฟส A*
  - *สีดำ สำหรับเฟส 2 หรือเฟส B*
  - *สีเทา สำหรับเฟส 3 หรือเฟส C*
  - *สีฟ้า สำหรับนิวทรัล*
  - *สีเขียว สำหรับ บัสดิน/ขั้วสายดิน หรือเขียว แถบเหลือง*

โครงสร้าง
(แผงสวิตช์และแผงย่อย)

ทำด้วยวัสดุไม่ดูดซับความชื้นและไม่ติดไฟ

วงจรเครื่องวัด หลอดไฟสัญญาณ ต้องใช้เครื่องป้องกันฯ ไม่เกิน 15A. ยกเว้นการทำงานของเครื่องป้องกันทำให้เกิดความเสียหายต่อการทำงาน

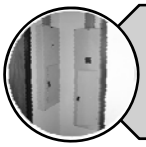
ใบมีดที่เปิดโล่ง เมื่อปลดต้องไม่มีไฟ ยกเว้น มีการกั้นที่เหมาะสม

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล 145

แผงสวิตช์...ข้อกำหนดการติดตั้งที่สำคัญ

แผงสวิตช์ที่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง ต้องติดตั้งในที่แห้ง เข้าถึงได้เฉพาะผู้มีหน้าที่เท่านั้น การติดตั้งนอกอาคาร ต้องมีเครื่องห่อหุ้มที่ทนสภาพอากาศ หรือเป็นชนิดที่เหมาะสม

ถ้าติดตั้งในพื้นที่มีวัตถุติดไฟได้ง่าย ต้องป้องกันไม่ให้เกิดเพลิงไหม้กับวัตถุข้างเคียง



ส่วนบนอยู่ห่างจากเพดานที่ติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 ม. หากเพดานไม่ติดไฟหรือมีแผ่นกั้นทนไฟ ระยะห่างลดเหลือ 0.60 ม.

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 146

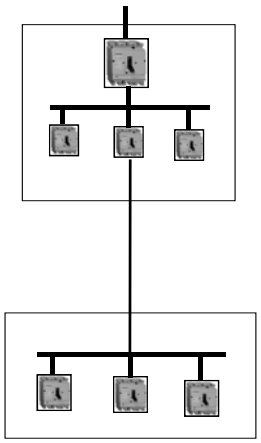
แผงย่อย

- มีพิกัดไม่ต่ำกว่าขนาดสายป้อนที่คำนวณได้
- การติดตั้งในที่เปียกชื้น ต้องมีการป้องกันน้ำเข้าแผง และติดตั้งห่างผนังไม่น้อยกว่า 5 มม.
- ตัวแผงต้องติดตั้งในตู้ และเป็นแบบด้านหน้าไม่มีไฟ (ยกเว้นขนาดไม่เกิน 16 A. 1P)
- ฟิวส์อยู่ด้านโหลดของสวิตช์ และแผงมีการต่อลงดิน

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 147

แผงย่อย

- แผงย่อย ต้องมีการป้องกันกระแสเกินด้านไฟเข้า ยกเว้นสายป้อนนั้นมีเครื่องป้องกันกระแสเกินแล้ว
- จำนวนเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน 42 ขั้ว ไม่รวมตัวเมน



บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 148

แผงสวิตช์แรงสูง

ต้องมี GROUND BUS ด้วย

Copper Bus

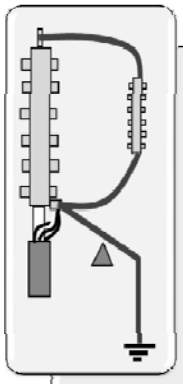
- **ไม่เล็กกว่า 95 ตร.มม. สำหรับ 12 KV.**
- **ไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม. สำหรับ 24 KV.**
- **ไม่เล็กกว่า 35 ตร.มม. สำหรับ 33 เควี**

Aluminum Bus

- **มีขนาดกระแสไม่น้อยกว่า Copper Bus**

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล **149**

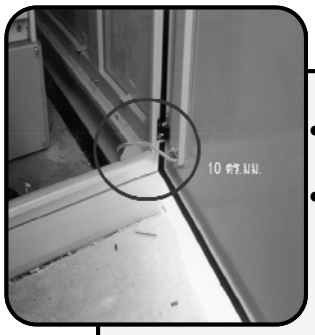
Surge Arrester....ถ้ามี



- **สายดินของอะเรสเตอร์ต่อลงดินร่วมกับชิลดิ์ของสายใต้ดิน และแยกจาก GROUND BUS ของแผงสวิตช์**
- **สายดิน ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวนทนแรงดันไม่ต่ำกว่า 1,000 V. ขนาดไม่เล็กกว่า 16 ตร.มม. วางบนลูกถ้วยพิกัดแรงดัน 1,000 V.**

การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า.....ลือชัย ทองนิล **150**

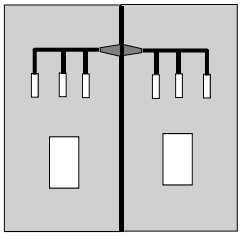
การต่อลงดิน



- **ใช้สายต่อ GROUND BUS ลงดิน**
- **บานประตูต้องต่อฝากเข้ากับตู้ มีขนาดที่จะรับกระแสลัดวงจรได้ หรือ ใช้สายทองแดงขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. หรือ ผ่านการทดสอบจากผู้ผลิต**
- **สายดินและหลักดินแรงสูงกับแรงต่ำ ต้องแยกจากกัน**

ตัวตู้..(ไม่บังคับใช้กับ Liquid or Gas Insulated)

- **มีช่องระบายแรงดัน (Pressure Relief Flap)**
- **ระหว่างแผงสวิตช์ด้วยกัน หรือกับหม้อแปลง ต้องมีแผ่นกั้นโดยตลอด จุดที่สายผ่านต้องใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมเช่น Draw-Through Bushing**
- **แผ่นกั้น ถ้าเป็นโลหะต้องหนาไม่น้อยกว่า 1 มม. ถ้าเป็นวัสดุไม่ติดไฟและดูดซับความชื้นอื่นต้องหนาไม่น้อยกว่า 3 มม.**

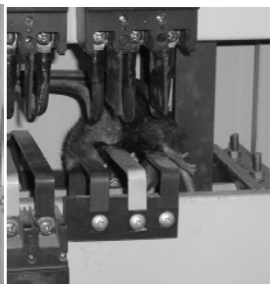


ต้องมีฝาปิดด้านล่างตู้ด้วย

- ***ไม่มีฝาปิดด้านล่างของ MDB ทำให้มีฝุ่นเข้า หรือสัตว์เข้าไปทำความเสียหายแก่อุปกรณ์เช่น สายไฟฟ้า ทำให้ความเป็นฉนวนลดลง***

การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า โดย...ลือชัย ทองนิล 153

- **การต่อสาย ต้องทำใน Low Voltage Compartment เท่านั้น (ยกเว้นสายที่ต้องต่อกับอุปกรณ์แรงสูง) ที่ Compartment แรงต่ำ ต้องมีการป้องกันการสัมผัสไฟฟ้าแรงสูงขณะบำรุงรักษา**
- **ตัวตู้ ต้องมีแผ่นปิดด้านล่าง เพื่อป้องกันสัตว์เข้าในตู้**



ลือชัย ทองนิล 154

THE END

ด้วยความปรารถนาดี

ลือชัย ทองนิล

บทที่ 5...ลือชัย ทองนิล 155