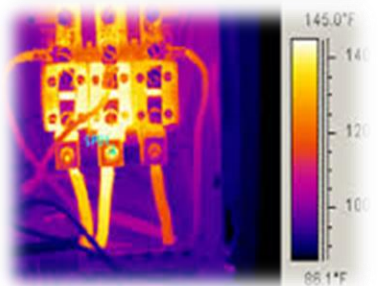




กรมโรงงานอุตสาหกรรม
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL WORKS

เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง “ระบบไฟฟ้า ตรวจสอบและดูแล อย่างไรให้ปลอดภัย”



โดย กองส่งเสริมเทคโนโลยีความปลอดภัยโรงงาน

กรมโรงงานอุตสาหกรรม

วันพุธที่ 28 สิงหาคม 2562 เวลา 8.30 – 16.00 น.

ณ ห้อง 509 อาคารกรมโรงงานอุตสาหกรรม



กำหนดการจัดฝึกอบรม เรื่อง
“ ระบบไฟฟ้า ตรวจสอบและดูแลอย่างไรให้ปลอดภัย ”
วันที่ 28 สิงหาคม 2562 เวลา 8.30 – 16.00 น.
ณ ห้อง 509 อาคารกรมโรงงานอุตสาหกรรม

เวลา	รายละเอียด
8.30 - 9.00 น.	ลงทะเบียน และพิธีเปิดการฝึกอบรม
9.00 – 12.00 น.	บรรยายหัวข้อ “ระบบไฟฟ้า ตรวจสอบและดูแลอย่างไรให้ปลอดภัย” วิทยากร : รศ.ถาวร อมตกิตติ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม อุปนายก สมาคมวิศวกรที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย (MECT)
13.00 - 14.30 น.	บรรยายหัวข้อ “ระบบไฟฟ้า ตรวจสอบและดูแลอย่างไรให้ปลอดภัย” (ต่อ) วิทยากร : รศ.ถาวร อมตกิตติ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม อุปนายก สมาคมวิศวกรที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย (MECT)
14.45 - 15.45 น.	แบ่งกลุ่มลงพื้นที่ตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในอาคารกรมโรงงานอุตสาหกรรม (จำนวน 4 กลุ่ม)
16.00 น.	สรุปภาพรวม และตอบข้อซักถาม พร้อมปิดการสัมมนา

หมายเหตุ : 1. กำหนดการอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม
2. พักรับประทานอาหารกลางวัน เวลา 12.00 - 13.00 น.
3. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม 10.30-10.45 น. และ 14.30 - 14.45 น.



ประวัติวิทยากรโดยย่อ - ปี 2562

ชื่อวิทยากร รศ. ถาวร อมตกิตติ์

วุฒิการศึกษา - วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (ไฟฟ้า) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (ไฟฟ้า) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัจจุบัน - อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

- อนุนายก สมาคมวิศวกรที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย (MECT)
- อนุกรรมการบริหารฯ สภาวิศวกร
- อนุกรรมการระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ สภาวิศวกร
- อนุกรรมการสวัสดิการฯ สภาวิศวกร
- ที่ปรึกษา สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

- ประธานอนุกรรมการระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินฯ วสท.
- ประธานอนุกรรมการวิศวกรรมสารณับวิจัยและพัฒนา วสท.
- อนุกรรมการมาตรฐานแจ้งเหตุเพลิงไหม้ วสท.
- อนุกรรมการมาตรฐานแจ้งเหตุเพลิงไหม้ วสท.
- อนุกรรมการเทคนิคจัดทำมาตรฐานดาตาเซนเตอร์ วสท.
- อนุกรรมการตัดสินตำราดีเด่น วสท.
- อนุกรรมการปรับปรุงมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย วสท.
- อนุกรรมการมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับภาษาอังกฤษ วสท.
- อนุกรรมการปรับปรุงมาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า วสท.
- คณะทำงานพิจารณาคัดเลือกอุตสาหกรรมดีเด่นฯ กรมโรงงานอุตสาหกรรม
- กรรมการหลายมาตรฐาน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เป็นต้น

ระบบไฟฟ้า ตรวจสอบและดูแล อย่างไรให้ปลอดภัย



รศ.ถาวร อมตกิตติ์
กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ระบบไฟฟ้า ตรวจสอบและดูแลอย่างไรให้ปลอดภัย

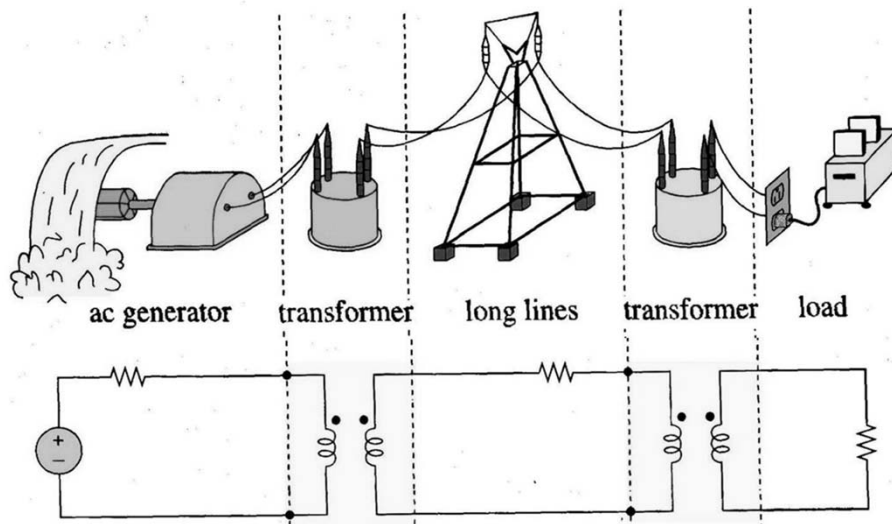
1. ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า
2. ระยะปลอดภัยและเหมาะสมจากไฟฟ้า
3. อุปกรณ์ที่จัดการให้ปลอดภัย
4. ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย
5. ระบบต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า
6. การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยกับไฟฟ้า
7. การวัดและตรวจไฟฟ้าให้ปลอดภัย

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า

รศ.ถาวร อมตกิตติ

3

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า



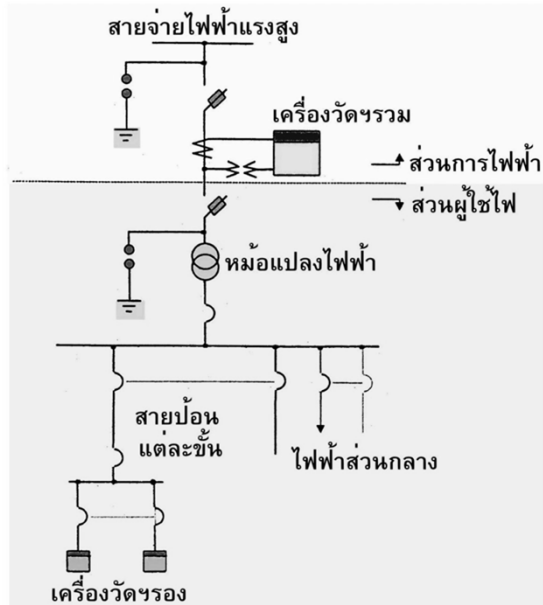
รศ.ถาวร อมตกิตติ

4

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า

Single line แรงสูง

รศ.ถาวร อมตกิตติ

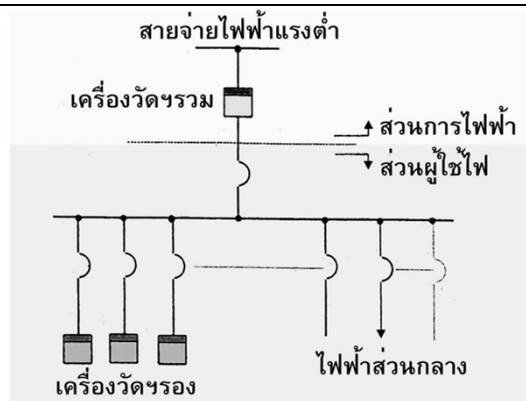
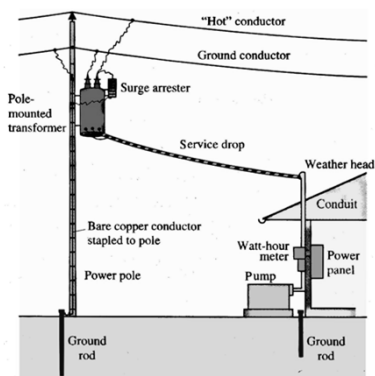


5

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า

Single line แรงต่ำ

รศ.ถาวร อมตกิตติ

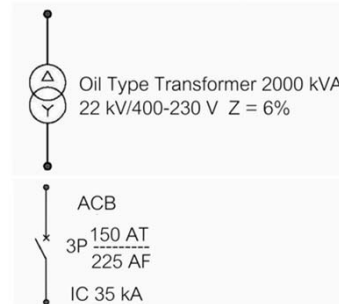


6

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า

สัญลักษณ์และไดอะแกรมไฟฟ้า

	หม้อแปลง
	หม้อแปลงกระแส (ซีที)
	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
	มอเตอร์
	ต่อลงดิน
	การต่อแบบ วาย และ เดลตา



	ล่อฟ้า
	รีเลย์
	อินดักเตอร์
	คาปาซิเตอร์
	เทอร์มิสแตร์เบรกเกอร์
	ดีสคอนเนคเตอร์

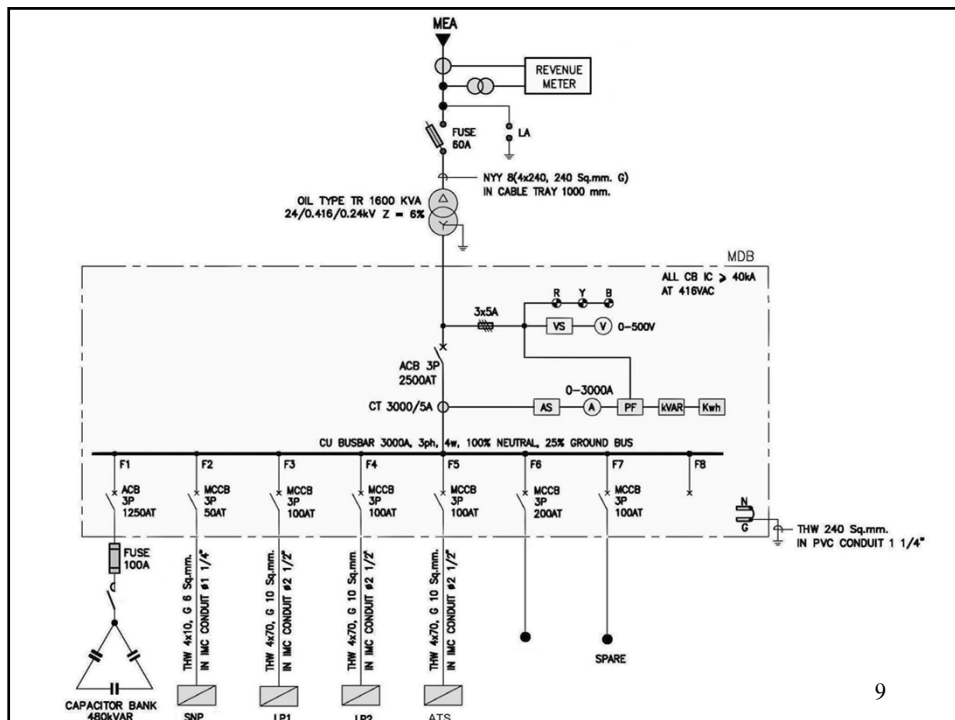
	ฟิวส์
	ฟิวส์ลวด
	หลอดแสดง, อินดิเคเตอร์
	โวลต์มิเตอร์
	วาร์มิเตอร์
	เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ 7

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า

สัญลักษณ์และไดอะแกรมไฟฟ้า - (ต่อ)

	วัดค่าวาร์มิเตอร์
	มิเตอร์วัดความถี่ไฟฟ้า
	คอมพูลูออเรสเซนส์ หนึ่งหลอด
	คอมพูลูออเรสเซนส์ สามหลอด
	สวิตช์แสงสว่าง
	เต้ารับไฟฟ้า (แบบคู่)

	วงจรที่ 1, 3, 5 จากแผง LC9
	แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้
	กระดิ่ง
	อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ
	อุปกรณ์ตรวจจับควัน, ความร้อน
	แสงสว่างฉุกเฉิน, ป้ายทางออกฉุกเฉิน



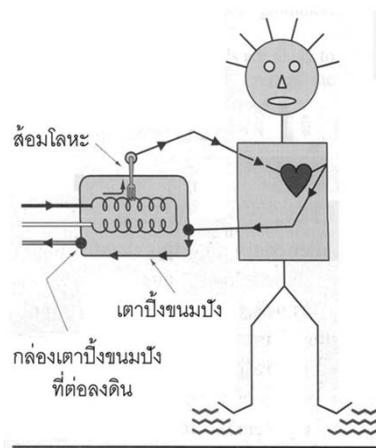
9

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า

* ไฟฟ้าใกล้ตัว - น่ากลัวจริงหรือ

กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
เตาปิ้งขนมปังที่มีการต่อลงดิน

รศ.ถาวร อมตกิจคดี



10

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า

* ไฟฟ้าใกล้ตัว - นรกถ้างจริงหรือ



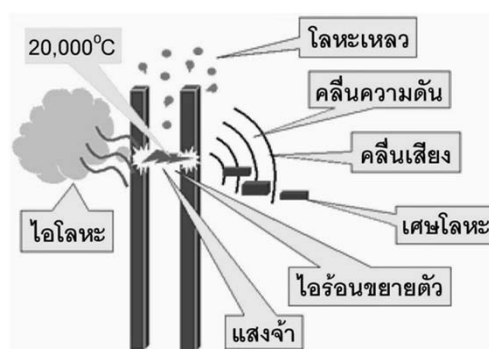
ฟ้าผ่า-วัวตายทั้งฝูง

รศ.ถาวร อมตกิตติ

11

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า

* ไฟฟ้าใกล้ตัว - นรกถ้างจริงหรือ



ไฟฟ้าลัดวงจร : โลหะละลาย-ทะลุ

รศ.ถาวร อมตกิตติ

12

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า

ปริมาณกระแสไฟฟ้า
ที่มนุษย์ที่ทนได้

ขนาดกระแส	ผลที่เกิดต่อมนุษย์
0.5 - 2 มิลลิแอมป์	รู้สึกได้
2 - 10 มิลลิแอมป์	กล้ามเนื้อหด
5 - 25 มิลลิแอมป์	ควบคุมกล้ามเนื้อไม่ได้
100 มิลลิแอมป์	ระบบหายใจหยุดทำงาน

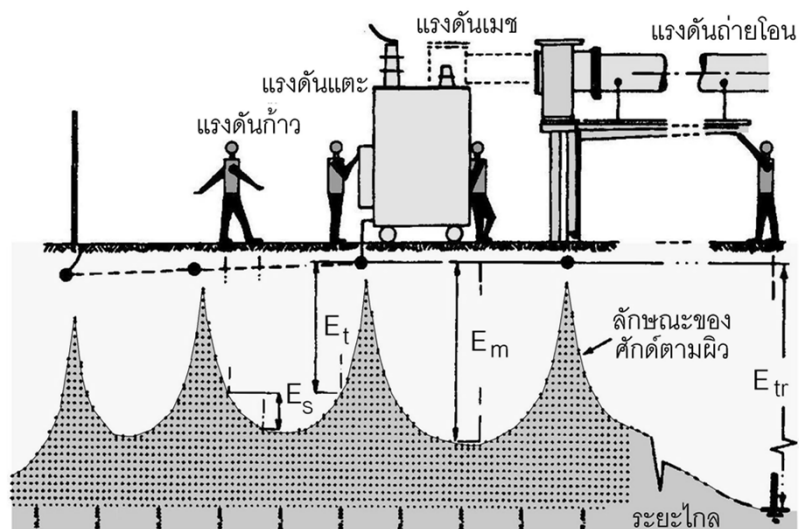
ความรุนแรงจากไฟฟ้า - ปริมาณกระแสไฟฟ้า

- เวลาสัมผัส & ทางกรไหล
- แรงดันไฟฟ้า
- ความต้านทานไฟฟ้า
- ความถี่ไฟฟ้า

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

13

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

อันตรายของแรงดันไฟฟ้า

14

1 ระบบไฟฟ้าและอันตรายจากไฟฟ้า

แผลไหม้จากอาร์ก มี 3 ระดับ

ระดับ 1 หนังกำพร้าชั้นผิวหนังถูกทำลายแผลบวมแดง ปวดแสบ ปวดร้อน รักษาหายสนิท ไม่มีแผลเป็น	ระดับ 2 หนังกำพร้าตลอดทั้งชั้นและหนังแท้ที่อยู่ตื้นๆ ถูกทำลาย ผิวหนังหลุดลอกเห็นเนื้อแดง น้ำเหลืองซึม เจ็บปวด รักษาถูกวิธีจะไม่มีแผลเป็น ยกเว้นแผลติดเชื้อ	ระดับ 3 หนังกำพร้าและหนังแท้ทั้งหมด รวมทั้ง ต่อมเหงื่อและ เซลล์ประสาทถูกทำลาย ผิวหนังทั้งชั้นหลุดลอกเห็นเนื้อแดงหรือเนื้อไหม้เกรียม รักษาหายยาก และแผลเป็น
		

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

อันตรายจากอาร์กไฟฟ้า

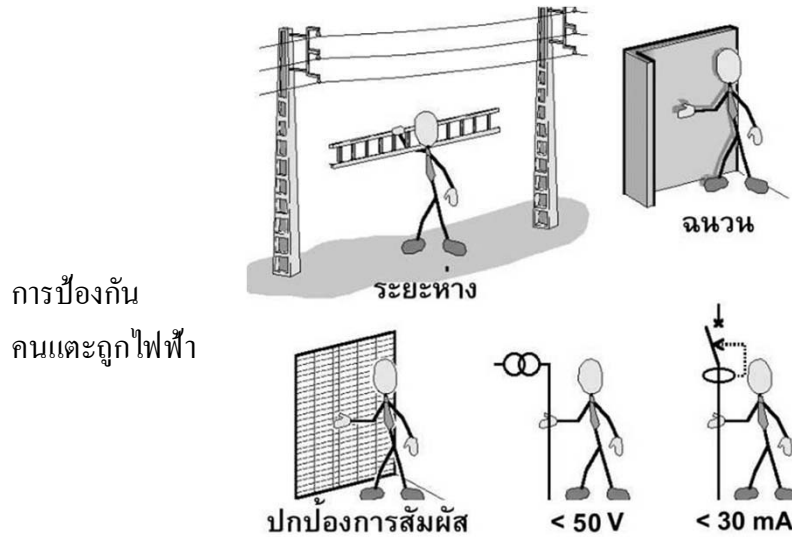
15

2 ระยะปลอดภัยและเหมาะสมจากไฟฟ้า

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

16

2 ระยะปลอดภัยและเหมาะสมจากไฟฟ้า



รศ.ถาวร อมตกิตติ

17

2 ระยะปลอดภัยและเหมาะสมจากไฟฟ้า

❖ ระยะห่างแนวนอนจากไฟฟ้า

<u>แรงดันไฟฟ้า</u>	<u>อาคารเปิด-ระเบียง</u>	<u>อาคารปิด-ป้าย</u>
ไม่เกิน 1 kV (ฉนวน)	0.15 เมตร	0.15 เมตร
11 – 33 kV (ฉนวน)	1.5 เมตร	0.6 เมตร
11 – 33 kV (เปลือย)	1.8 เมตร	1.5 เมตร

รศ.ถาวร อมตกิตติ

18

2 ระยะปลอดภัยและเหมาะสมจากไฟฟ้า

❖ ระยะห่างแนวตั้งจากไฟฟ้า : สัญจรทางบก

แรงดันไฟฟ้า	รถสูง 2.45 ม.	รถสูง 4.3 ม.
ไม่เกิน 1 kV (ฉนวน)	2.9 เมตร	5.5 เมตร
11 – 33 kV (ฉนวน, เปลือย)	4.6 เมตร	6.1 เมตร

❖ ระยะห่างแนวตั้งจากไฟฟ้า : ทัวไป

แรงดันไฟฟ้า	หลังคา	ป้าย/ถัง
ไม่เกิน 1 kV (ฉนวน)	0.15 เมตร	0.15 เมตร
11 – 33 kV (ฉนวน, เปลือย)	3.0 เมตร	2.4 เมตร

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

19

ระยะห่างในการติดตั้งระบบไฟฟ้ากับระบบสื่อสาร

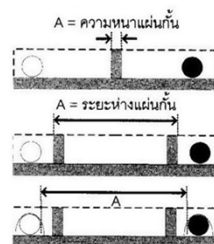
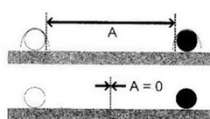
ชนิดของการติดตั้ง	ระยะห่างต่ำสุด "A" (มม.)		
	ไม่มีแผ่นกัน หรือมีแผ่นกัน ไม่ใช่โลหะ	แผ่นกันเป็นอลูมิเนียม	แผ่นกันเป็นเหล็ก
สายไฟฟ้าที่ไม่มีชีลด์ กับ สายเคเบิลระบบสารสนเทศที่ไม่มีชีลด์	200	100	50
สายไฟฟ้าที่ไม่มีชีลด์ กับ สายเคเบิลระบบสารสนเทศที่มีชีลด์ ¹⁾	50	20	5
สายไฟฟ้าที่มีชีลด์ กับ สายเคเบิลระบบสารสนเทศที่ไม่มีชีลด์	30	10	2
สายไฟฟ้าที่มีชีลด์ กับ สายเคเบิลระบบสารสนเทศที่มีชีลด์ ¹⁾	0	0	0

หมายเหตุ 1) สายเคเบิลระบบสารสนเทศที่มีชีลด์ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EN50288

2) สายเคเบิลระบบสารสนเทศไม่ควรติดตั้งใกล้หลอดชนิดปล่อยประจุ เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หากจำเป็นต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 130 มม.

3) ตัวอย่างการวัดระยะห่าง

- สายไฟฟ้า
- สายเคเบิลระบบสารสนเทศ
- อุปกรณ์จับยึดสาย



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

20

2 ระยะปลอดภัยและเหมาะสมจากไฟฟ้า

ระยะห่างในการติดตั้งระบบไฟฟ้ากับระบบสาธารณูปโภคต่างๆ - 1

ระบบสาธารณูปโภคต่างๆ		ระยะห่างระหว่างบ่อพักสายหรือท่อร้อยสายเคเบิลใต้ดินกับระบบสาธารณูปโภคต่างๆ (เมตร)	
		ท่อร้อยสายเคเบิลใต้ดิน	บ่อพักสาย
ระบบน้ำ	บ่อพักน้ำ แนวขนาน	0.91	0.91
	ท่อน้ำความดันสูงหลัก แนวตัดกัน	0.30	0.30
	ท่อน้ำความดันสูงหลัก แนวขนาน	1.52	1.52
	ท่อน้ำอื่นๆ แนวขนาน	0.91	0.91
ระบบน้ำเสีย	บ่อพักน้ำเสีย แนวขนาน	0.91	0.91
	ท่อน้ำเสียหลัก แนวตัดกัน	0.30	0.30
	ท่อน้ำเสียหลัก แนวขนาน	1.52	1.52
ระบบก๊าซธรรมชาติ	บ่อพักก๊าซธรรมชาติ แนวขนาน	0.91	0.91
	ท่อก๊าซธรรมชาติความดันสูง แนวตัดกัน	0.30	0.30
	ท่อก๊าซธรรมชาติความดันสูง แนวขนาน	1.52	1.52
	ท่อก๊าซอื่นๆ แนวขนาน	0.91	0.91

รศ.ถาวร อมตภิตติ์

21

2 ระยะปลอดภัยและเหมาะสมจากไฟฟ้า

ระยะห่างในการติดตั้งระบบไฟฟ้ากับระบบสาธารณูปโภคต่างๆ - 2

ระบบสาธารณูปโภคต่างๆ		ระยะห่างระหว่างบ่อพักสายหรือท่อร้อยสายเคเบิลใต้ดินกับระบบสาธารณูปโภคต่างๆ (เมตร)	
		ท่อร้อยสายเคเบิลใต้ดิน	บ่อพักสาย
ระบบไอน้ำ	บ่อพักไอน้ำหรือแหล่งความร้อน	4.57	4.57
	ท่อไอน้ำความดันสูง	4.57	4.57
เคเบิลโทรศัพท์ เคเบิลทีวี หรือใยแก้วนำแสง	บ่อพักเคเบิลโทรศัพท์ เคเบิลทีวี หรือใยแก้วนำแสง	0.91	0.91
	เคเบิลโทรศัพท์ เคเบิลทีวี หรือใยแก้วนำแสง แนวตัดกัน	0.31	-
	เคเบิลโทรศัพท์ เคเบิลทีวี หรือใยแก้วนำแสงแนวขนาน	0.91	0.91
หัวกอน้ำดับเพลิงแนวขนาน		0.15	0.15
ขอบถนนแนวขนาน		0.31	0.31
ฐานรากอาคารแนวขนาน		1.52	0.91
เสาเคเบิลคอนกรีต		0.91	0.91

รศ.ถาวร อมตภิตติ์

22

2 ระยะปลอดภัยและเหมาะสมจากไฟฟ้า

สภาพเหมาะสมในการติดตั้งใช้งาน

- * สวิตช์ไฟฟ้า 1.2 เมตร จากพื้น
- * ปลั๊กไฟฟ้า 0.3 เมตร จากพื้น

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

- * อุณหภูมิรอบข้าง $\leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$
- * ความชื้นรอบข้าง $50 \pm 5\text{ \%RH}$
- * ความสูง 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

23

2 ระยะปลอดภัยและเหมาะสมจากไฟฟ้า

ขอบเขตปลอดภัยจากไฟฟ้า : NFPA 70E

1. ข้ามขอบเขตที่ถูกจำกัด (limited)

- ผู้ไม่ได้รับมอบหมาย จะไม่ยินยอมให้ข้าม
- ผู้ได้รับมอบหมาย ต้องเข้าใจและมีคุณภาพ

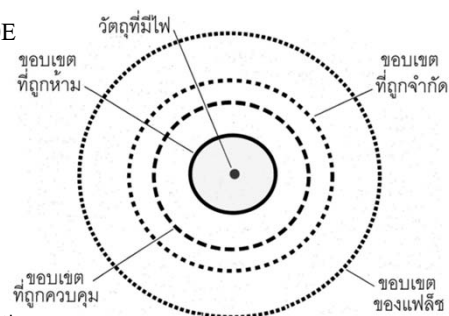
2. ข้ามขอบเขตที่ถูกควบคุม (restricted)

- แน่ใจว่าไม่มีร่างกายส่วนใดข้ามขอบเขตที่ถูกห้าม
- มีแบบแปลนและวางแผนเป็นเอกสาร โดยได้รับอนุมัติแล้ว

3. ข้ามขอบเขตที่ถูกห้าม (prohibited)

- ผู้ทำงานต้องผ่านการอบรมการทำงานกับตัวนำที่มีไฟ
- ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันบุคคลอย่างเหมาะสม

รศ.ถาวร อมตกิตติ์



24

2 ระยะปลอดภัยและเหมาะสมจากไฟฟ้า

ระยะใกล้อันตรายจากชิ้นส่วนที่มีไฟเพื่อป้องกันการช็อก

ช่วงแรงดันไฟฟ้า ของระบบปกติ เฟสเทียบกับเฟส	ขอบเขตที่ถูกจำกัด		ขอบเขต ที่ถูกควบคุม (ม.)	ขอบเขต ที่ถูกห้าม (ม.)
	ตัวนำโยกย้าย ได้สัมผัสได้ (ม.)	วงจรติดตั้งที่ สัมผัสได้ (ม.)		
0 – 50	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
51 – 300 V	3.0	1.0	หลีกเลี่ยงสัมผัส	หลีกเลี่ยงสัมผัส
301 – 750 V	3.0	1.0	0.3	0.02
751 – 15 kV	3.0	1.5	0.6	0.17
15.1 kV – 36 kV	3.0	1.8	0.7	0.25
36.1 kV – 46 kV	3.0	2.5	0.8	0.43
46.1 kV – 72.5 kV	3.0	2.5	1.0	0.63

รศ.ถาวร อมตกิตติ

25

3 อุปกรณ์ที่จัดการให้ปลอดภัย

รศ.ถาวร อมตกิตติ

26

3 อุปกรณ์ที่จัดการให้ปลอดภัย

หม้อแปลงแบบแห้ง : ควรติดตั้งในอาคาร

- ในอาคาร * $\leq 33 \text{ kV}$, $\leq 112.5 \text{ kVA}$: ห่างวัสดุติดไฟ $\geq 30 \text{ ซม.}$

* $\leq 33 \text{ kV}$, $> 112.5 \text{ kVA}$: ห้องหม้อแปลง

ยกเว้นฉนวน $\geq 150^\circ\text{C}$

- นอกอาคาร * มีเครื่องหล่อหุ้มที่ทนสภาพอากาศ

* $\geq 112.5 \text{ kVA}$: ห่างวัสดุติดไฟ $\geq 30 \text{ ซม.}$



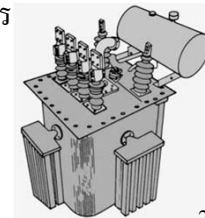
หม้อแปลงแบบแช่น้ำมัน : ควรติดตั้งนอกอาคาร

- ในอาคาร * ห้องหม้อแปลง

มีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ และบ่อพัก

- นอกอาคาร * ป้องกันไฟจากของเหลวลวกลาม

รศ.ถาวร อมตกิตติ์



27

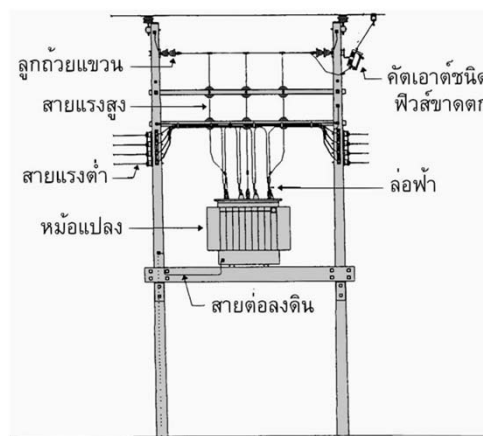
3 อุปกรณ์ที่จัดการให้ปลอดภัย

ติดตั้งหม้อแปลงแรงสูง : บนเสา-ตั้งแท่น-กล่องหุ้ม-ในอาคาร

- ติดตั้งบนเสา :

เสาเดี่ยว ($\leq 225 \text{ เควีเอ}$),

เสาคู่ (225-1,000 เควีเอ)



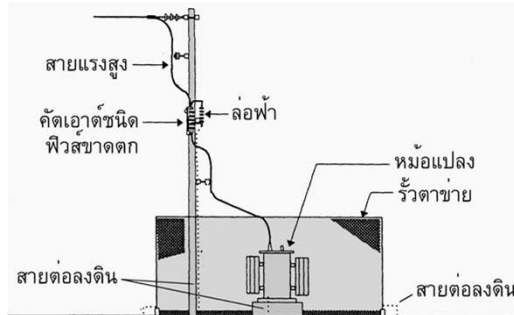
รศ.ถาวร อมตกิตติ์

28

3 อุปกรณ์ที่จัดการให้ปลอดภัย

- ติดตั้งแบบตั้งแท่น :

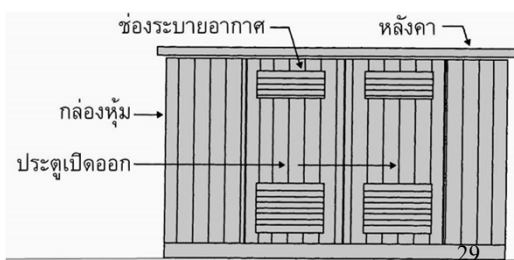
ทุกขนาด



- ติดตั้งแบบกล่องหุ้ม :

ผู้ทนต่อสภาพอากาศ,
มีระบายอากาศ

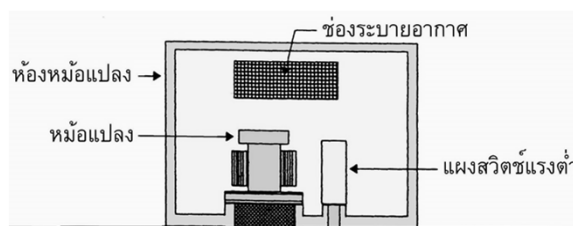
รศ.ถาวร อมตกิตติ



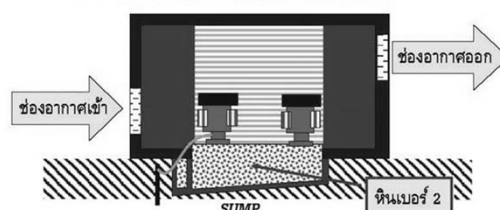
3 อุปกรณ์ที่จัดการให้ปลอดภัย

- ติดตั้งภายในอาคาร :

มีห้องหม้อแปลง, หม้อแปลงแบบแห้ง



บ่อพักน้ำมัน และการระบายอากาศ



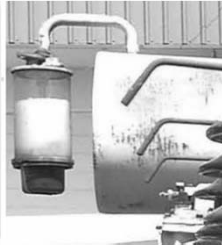
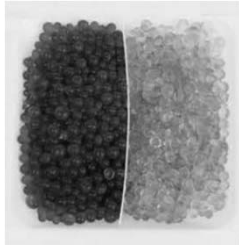
รศ.ถาวร อมตกิตติ

30

3 อุปกรณ์ที่จัดการห้ปลอดภัย

ส่วนประกอบเบ็ดเตล็ดของหม้อแปลง :

สารดูดความชื้น (ซิลิกาเจล)



วัดระดับน้ำมันหม้อแปลง



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

31

3 อุปกรณ์ที่จัดการห้ปลอดภัย

การตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้า : ตั้งคำถาม

- * ตัวถังหม้อแปลงมีรอยร้าว - ชำรุด
- * ระดับน้ำมันหม้อแปลง
- * ใช้งานเกินกำลัง - ความร้อนสูงเกิน
- * การดูแลไม่ครบถ้วน - สภาพแวดล้อมไม่ดี - การระบายอากาศไม่ดี
- * สารดูดความชื้นหมดสภาพ (สีน้ำเงินเป็นสีน้ำตาล)
- * การเข้าสายหลวม
- * การต่อลงดินไม่สมบูรณ์
- * การเปลี่ยนแทปไม่สมบูรณ์, แรงดันไฟฟ้าไม่ถูกต้อง
- * เสียงดังผิดปกติ
- * สภาพห้องหรือลานหม้อแปลง
- * ตรวจสอบทุก 1 ปี

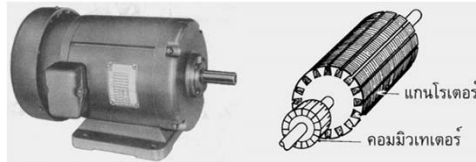
รศ.ถาวร อมตกิตติ์

32

3 อุปกรณ์ที่จัดการให้ปลอดภัย

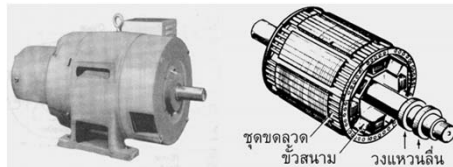
มอเตอร์ไฟฟ้า

1. ชนิดไฟฟ้ากระแสตรง

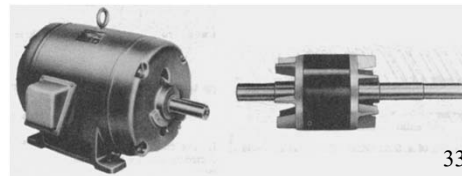


2. ชนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

- แบบซิงโครนัส



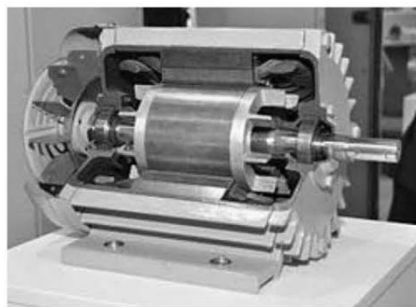
- แบบอินดักชัน



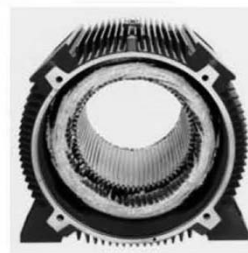
รศ.ถาวร อมตกิตติ

33

3 อุปกรณ์ที่จัดการให้ปลอดภัย



Stator

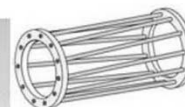
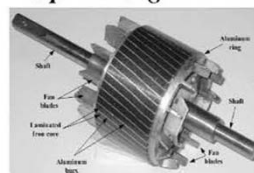


Slip-Ring Rotor



Rotor

Squirrel-Cage Rotor



รศ.ถาวร อมตกิตติ

34

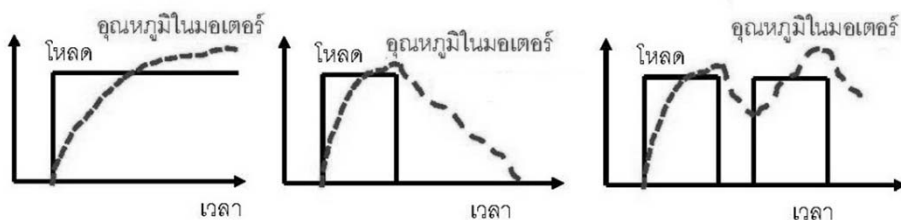
3 อุปกรณ์ที่จัดการให้ปลอดภัย

ลักษณะโหลดใช้งานของมอเตอร์ ➡ ความร้อนสะสมในตัวมอเตอร์

ใช้งานต่อเนื่อง เช่น โหลดประเภทโบลเวอร์ ใช้งานต่อเนื่องหลายชั่วโมง

ใช้งานเป็นช่วง เช่น โหลดเครื่องสูบน้ำ ใช้งานคงที่ครั้งละ 15 นาที

ใช้งานไม่แน่นอน เช่น โหลดเครื่องกลึง ใช้งานที่โหลดแตกต่างกันไม่แน่นอน



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

35

ความหมายตัวเลขกำกับระดับการป้องกันหลังสัญลักษณ์ IP

ตัวเลขตัวที่ 1		ตัวเลขตัวที่ 2	
ประเภทการป้องกันวัตถุจากภายนอก		ประเภทการป้องกันของเหลว	
เลข	ระดับการป้องกัน	เลข	ระดับการป้องกัน
0	ไม่มีการป้องกัน	0	ไม่มีการป้องกัน
1	ป้องกันวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร เช่น สัมผัสด้วยมือ	1	ป้องกันหยดเฉพาะในแนวดิ่ง
2	ป้องกันวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่า 12 มิลลิเมตร เช่น นิ้วมือ	2	ป้องกันหยดและน้ำสาดทำมุมไม่เกิน 15 องศาับแนวดิ่ง
3	ป้องกันวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่า 2.5 มิลลิเมตร เช่น เครื่องมือ เส้นลวด	3	ป้องกันหยดและน้ำสาดทำมุมไม่เกิน 60 องศาับแนวดิ่ง

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

36

ความหมายตัวเลขกำกับระดับการป้องกันหลังสัญลักษณ์ IP			
ตัวเลขตัวที่ 1		ตัวเลขตัวที่ 2	
ประเภทการป้องกันวัตถุจากภายนอก		ประเภทการป้องกันของเหลว	
เลข	ระดับการป้องกัน	เลข	ระดับการป้องกัน
4	ป้องกันวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร เช่น เครื่องมือเล็กๆ เส้น ลวดเล็กๆ	4	ป้องกันน้ำสาดเข้าทุกทิศทาง
5	ป้องกันฝุ่น	5	ป้องกันน้ำฉีดเข้าทุกทิศทาง
6	ผนึกกันฝุ่น	6	ป้องกันน้ำฉีดอย่างแรงเข้าทุกทิศทาง
		7	ป้องกันน้ำท่วมชั่วคราว
		8	ป้องกันน้ำเมื่อใช้งานอยู่ใต้น้ำ

หมายเหตุ รายละเอียดเพิ่มเติมให้ดูจาก IEC 60529 หรือ มอก.513-2527

37

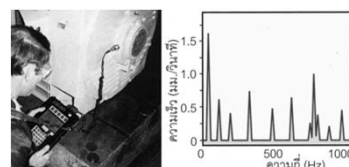
3 อุปกรณ์ที่จัดการห้ปลอดภัย

การตรวจสอบมอเตอร์ไฟฟ้า : ตั้งคำถาม

- * ตัวถังมอเตอร์ไฟฟ้ามีรอยไหม้
 - * ใช้งานเกินกำลัง - ความร้อนสูงเกิน
 - * การดูแลไม่ครบถ้วน - สภาพแวดล้อมไม่ดี
 - * อุปกรณ์ตัดตอนและป้องกันการ ใช้งานเกินกำลัง
 - * การเข้าสายหลวม
 - * การต่อลงดินไม่สมบูรณ์
 - * การหล่อลื่นและความฝืด
 - * มีความสั่นสะเทือนผิดปกติ - มีเสียงดังผิดปกติ
 - * ชุดควบคุมชำรุด
 - * กระแส-แรงดันไฟฟ้าผิดปกติ
 - * ตรวจสอบทุก 6 เดือน
- รศ.ถาวร อมตกิจดี



การใช้เครื่องมือวัดความดังของสายพาน



การวัดความสั่นสะเทือนด้วยเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม

38

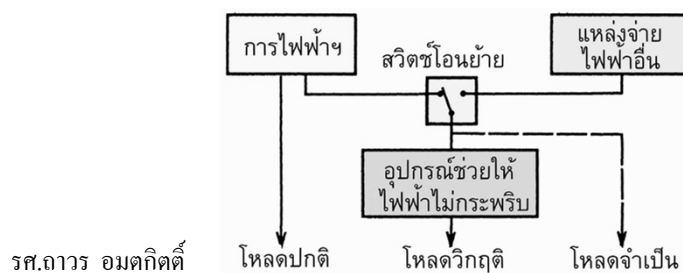
3 อุปกรณ์ที่จัดการให้ปลอดภัย

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

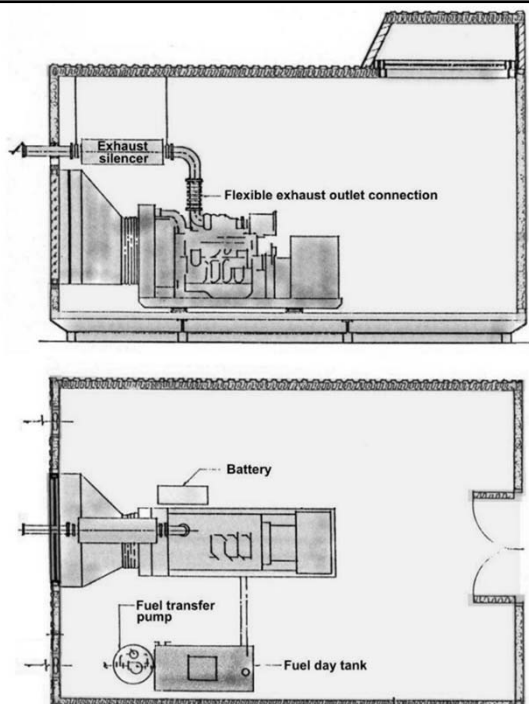
- ทำงานเมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ ขัดข้อง
- ห้องเครื่องร้อนเกิน 30°C : พัดลมทำงาน
- มี *Remote & Emergency shut down* : อยู่นอกห้อง Gen



การจัดกลุ่ม โหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง



การติดตั้ง
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



3 อุปกรณ์ที่จัดการให้ปลอดภัย

การตรวจสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า : ตั้งคำถาม

- * ใช้งานเกินกำลัง
 - * ความร้อนสูงเกิน-ระบายอากาศไม่ดี
 - * การดูแลไม่ครบถ้วน
 - * สภาพแวดล้อมไม่ดี-ท่อไอเสีย-สันตะเทียน
 - * อุปกรณ์ตัดตอนและป้องกันการใช้งานเกินกำลัง
 - * การเข้าสายหลวม, แผงควบคุม, *Remote, Alarm*
 - * การต่อลงดินไม่สมบูรณ์
 - * การหล่อลื่นและความผิดปกติ
 - * ตรวจแบตเตอรี่ (สตาร์ทใน 30 วินาที, น้ำกลั่น)
 - * ความเร็วรอบ, ระดับน้ำมันเชื้อเพลิง, ชั่วโมงทำงาน
 - * ตรวจสอบทุก 6 เดือน และเบื้องต้นทุกสัปดาห์
- รศ.ถาวร อมตกิตติ์

41

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

42

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการห้ปลอดภัย

อุปกรณ์ตัดตอน - กระแสเกิน # Over load : ใช้งานเกินกำลัง
Short circuit : ลัดวงจร

- * Amp trip (AT) : พิกัดกระแสป้องกันปกติ
- * Amp frame (AF) : AT สูงสุดเบรกเกอร์รุ่นนั้น
- * Pole (P) : ขั้วเบรกเกอร์ มี 1, 2, 3, 4 ขั้ว
- * Interrupting capacity (IC) : ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดที่เบรกเกอร์ทนได้

ขนาดเบรกเกอร์ : ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของกระแสโหลดต่อเนื่อง (3 ชม.) รวมกับ
1 เท่าของกระแสโหลดไม่ต่อเนื่อง

เช่น โหลดต่อเนื่อง 100A, ไม่ต่อเนื่อง 50A : $CB = (1.25 \times 100) + (1 \times 50) = 175 \text{ AT}$

ปลั๊กไฟฟ้า : คัดโหลด 180 VA ต่อจุด

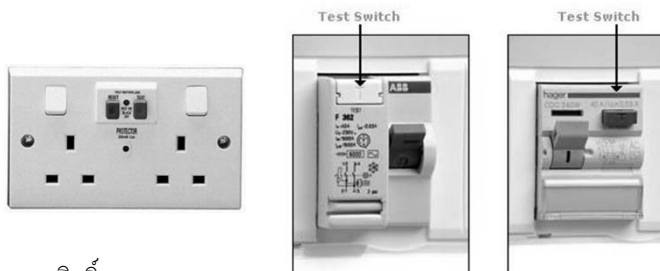
รศ.ถาวร อมตกิตติ์

43

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการห้ปลอดภัย

RCD : เครื่องตัดไฟรั่ว (Residual current device)

- ห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ โรงจอดรถ ห้องครัว ห้องใต้ดิน
- เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน อ่างน้ำวน
- ที่ทำงานก่อสร้าง ซ่อมบำรุง คาดฟ้า อยู่ซ่อมรถ ทำจอดเรือ
- งานแสดงหรือขายสินค้า



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

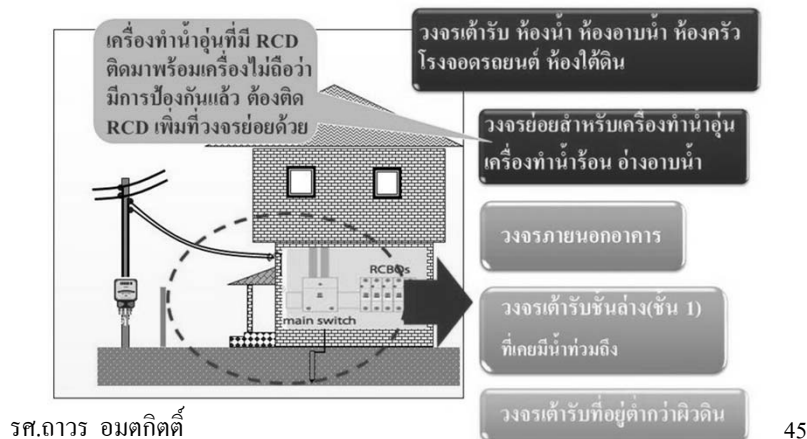
44

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วในที่อยู่อาศัย

ต้องมีสายดินและติดตั้งเครื่องป้องกันไฟฟ้าดูดที่วงจรไฟฟ้า

($I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$, Breaking time $\leq 0.04 \text{ s}$)



45

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วในที่ที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

ต้องมีสายดินและติดตั้งเครื่องป้องกันไฟฟ้าดูดที่วงจรไฟฟ้าต่อไปนี้

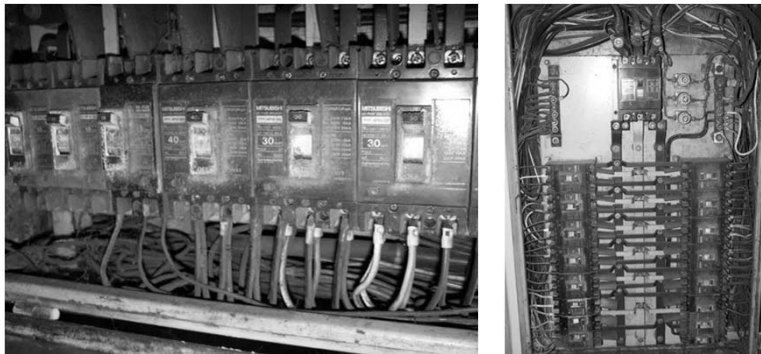
($I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$, Breaking time $\leq 0.04 \text{ s}$)

- วงจรสำหรับสระหรืออ่างอาบน้ำบำบัด ธาราบำบัด อ่างน้ำแร่ อ่างน้ำร้อน อ่างนวดตัว
- เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน และเครื่องทำน้ำเย็น
- วงจรย่อยได้รับ ในบริเวณต่อไปนี้
 - 1) ห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ ห้องครัว
 - 2) สถานที่ก่อสร้าง ช่อมบารุง บนคานฟ้า อยู่ซ่อมรถ
 - 3) ท่าจอดเรือ ฝั่งจอดเรือ ที่ทำการเกษตร พืชสวนและปศุสัตว์
 - 4) การแสดงเพื่อการพักผ่อนในที่สาธารณะกลางแจ้ง
 - 5) งานแสดงหรือขายสินค้าและที่คล้ายคลึงกัน
 - 6) วงจรได้รับที่อยู่ชั้นล่าง ชั้นใต้ดิน ต่ำกว่าระดับผิวดินที่เขยมน้ำท่วมถึง

รศ.ถาวร อมตกิจดี

46

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย



อุปกรณ์ตัดตอน และ แผงไฟฟ้าไม่เรียบร้อย

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

47

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

การตรวจสอบเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำ : ตั้งคำถาม

- * ความร้อนสูงเกิน (ใช้หลังมือแตะดูอุณหภูมิ)
- * ขั้วต่อไม่แน่นหนา-หลวม
- * เข้าสายผิดเฟส
- * มีฝุ่นเกาะ-สกปรก
- * ฟาตู้แผงสวิตช์ปิดไม่สนิท
- * ใส่อุปกรณ์อื่นเก็บไว้ในแผงสวิตช์
- * การต่อสายดินไม่ถูกต้องในแผงสวิตช์
- * การทรีปไม่สมบูรณ์
- * สภาพแตกร้าว หรือสกปรก
- * ไม่มีรายละเอียดของแผงสวิตช์
- * ตรวจสอบทุก 1 ปี

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

48

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

รหัสสีของสายไฟฟ้า

	สีเดิม	สีใหม่
* เฟส A	ดำ	น้ำตาล
* เฟส B	แดง	ดำ
* เฟส C	น้ำเงิน	เทา
* นิวตรอน (N)	ขาว,เทา	ฟ้า
* ดิน (G)	เขียว,เขียวแถบเหลือง	เขียว,เขียวแถบเหลือง

รศ.ถาวร อมตกิจดี

49

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

สายไฟฟ้าแรงต่ำ (มอก.11-2553) : ตัวนำทองแดง 70°C หรือ 90°C

ฉนวน : PVC/C – สายไฟฟ้าใช้งานติดตั้งถาวร

PVC/F – สายทนความร้อนที่ใช้ถาวร

PVC/D – สายไฟฟ้าอ่อน

แรงดันไฟฟ้า : $U_o / U \rightarrow V \text{ phase} / V \text{ line}$



การร้อยท่อ ของสายที่โตกว่ากันเกิน 2 ขนาด (เช่น 10 และ 2.5 ตร.มม.) ห้ามร้อยในท่อเดียวกัน (ยกเว้นสายดิน)

การต่อสาย ต้องต่อภายในกล่อง แล้วพันเทปหนาเท่ากันฉนวน สายใต้ดิน ต่อด้วยหลอดต่อสาย แล้วพันเทป และหุ้มสารกันน้ำ

สายวงจรย่อย : ไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สายป้อน : ไม่เล็กกว่า 4.0 ตร.มม.

ขนาดสาย : ไม่เล็กกว่า ขนาดเบรกเกอร์

รศ.ถาวร อมตกิจดี

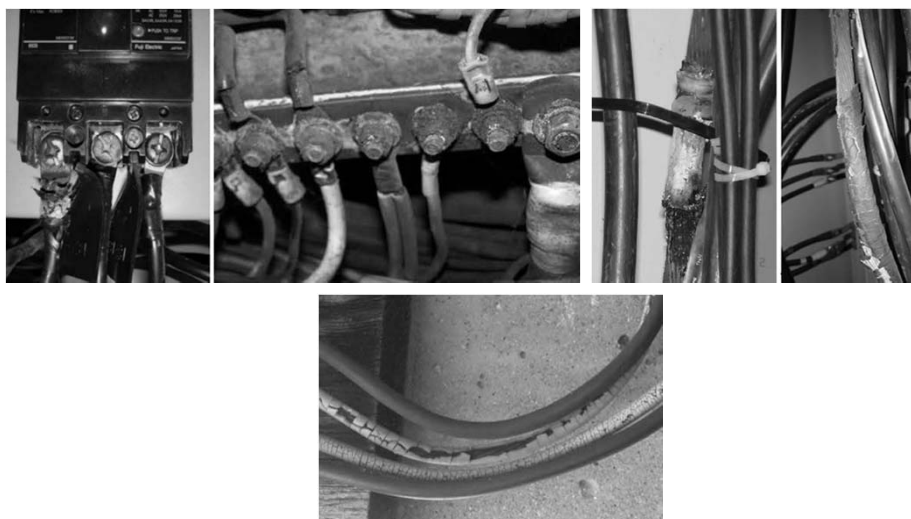
50

ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง คุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก. 11-2553

รหัสชนิด / ชื่อเรียก	ขนาด ตร.มม.	จำนวนแกน	แรงดัน (V)	การใช้งาน
60227 IEC 01	1.5-400	แกนเดียว	450/750	- ใช้งานทั่วไป - เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย - ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 10	1.5-35	หลายแกน (มี/ไม่มีสายดิน)	300/500	- ใช้งานทั่วไป - เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย - วางบนรางเคเบิล - ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
NYV	1-500	แกนเดียว	450/750	- ใช้งานทั่วไป - วางบนรางเคเบิล - ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
NYV-G	50-300	หลายแกน		
NYV-G	25-300	หลายแกน มีสายดิน	300/500	- เดินเกาะผนัง - เดินในช่องเดินสาย ห้ามร้อยท่อ - ห้ามฝังดิน
VAF VAF-G	1-16	2 แกน 2 แกน มีสายดิน		
VCT VCT-G	4-35	หลายแกน และหลายแกนมีสายดิน	450/750	- ใช้งานทั่วไป - ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า - วางบนรางเคเบิล - ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

51

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการไม่ปลอดภัย



รศ.ถาวร อมตกิจดี

สายไฟฟ้า ไม่ปลอดภัย

52

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

การตรวจสอบสายไฟฟ้า : ตั้งคำถาม

- * คนวน - รอยแตก
- * ใช้งานเกินกำลัง, ความร้อนสูงเกิน - สี
- * การดูแลไม่ครบถ้วน,
- * ใช้สายถูกประเภทและเหมาะกับสถานที่
- * ขั้วต่อหลวม - ร้อน
- * การต่อลงดินไม่สมบูรณ์
- * ความต้านทาน : โลว์-ไลน์, โลว์-ดิน มากกว่า 500 kw
(วัดด้วย กระแสตรง ≥ 500 โวลท์, ≥ 30 นาที)
- * ตรวจสอบทุก 1 ปี

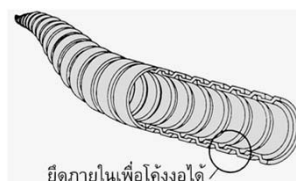
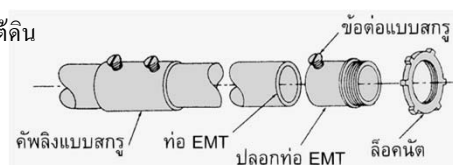
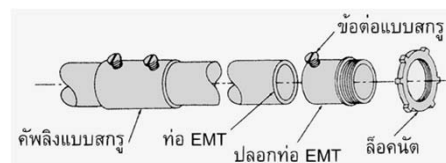
รศ.ถาวร อมตกิตติ์

53

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

ท่อร้อยสาย

- * ท่อ EMT : ท่อชุบสังกะสีแบบบาง
เดินภายใน, เดินลอย, ฝังในอิฐ
- * ท่อ RSC : ท่อชุบสังกะสีแบบหนา
เดินภายนอก, ฝังในคอนกรีต, ใต้ดิน
- * ท่อ IMC : ท่อชุบสังกะสีแบบกลาง
เดินภายนอก, ฝังในคอนกรีต
- * ท่อ Flex : ท่ออ่อน
เดินภายใน, บางช่วง



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

54

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

จำนวนสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน ตามมอก. 11 ร้อยในท่อ

พื้นที่หน้าตัดสายรวมฉนวน ทุกเส้นไม่เกินพื้นที่หน้าตัดภายในท่อ (ร้อยละ)

จำนวนสายในท่อ	1	2	3	4	> 4
สายไฟฟ้าทุกชนิด	53	31	40	40	40

รางไฟฟ้า

ควรหนาไม่ต่ำกว่า 1.6 มม.

พื้นที่หน้าตัดสายรวมฉนวน รวมไม่เกิน 20% พื้นที่หน้าตัดราง

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

55

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

รางไฟฟ้า

- Wireway (รางเดินสาย)

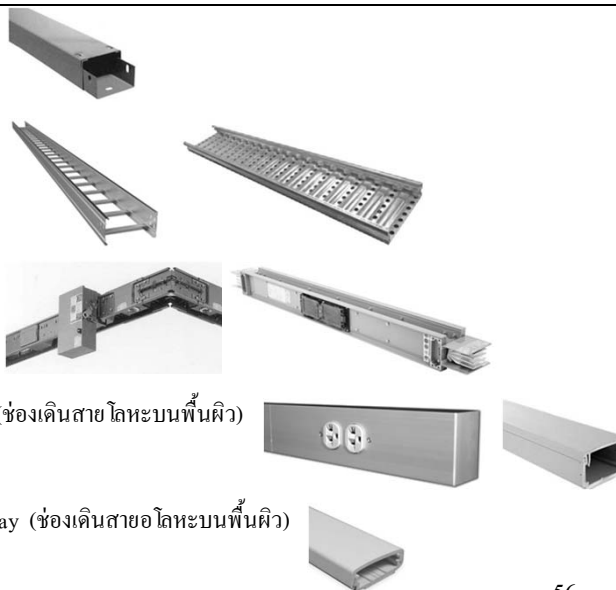
- Cable tray (รางเคเบิล)

- Busway หรือ Busduct

- Surface metal raceway (ช่องเดินสายโลหะบนพื้นผิว)

- Surface nonmetal raceway (ช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิว)

รศ.ถาวร อมตกิตติ์



56

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

รางไฟฟ้า ไม่ปลอดภัย

57

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

การตรวจสอบท่อและรางไฟฟ้า : ตั้งคำถาม

- * รอยแตก-เกลียว-ชำรุด
- * ความร้อนสูงเกิน
- * การยึดจับไม่แข็งแรง
- * ใช้ท่อและรางถูกประเภทและเหมาะสมกับสถานที่
- * ตรวจสอบทุก 1 ปี

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

58

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

* ข้อพิจารณาห้องไฟฟ้า - ตำแหน่งไฟฟ้า

- สภาพห้อง
- สภาพสายไฟเข้าออก
- โครงสร้าง & พื้นที่ใช้บริการ
- อุปกรณ์ดับเพลิง
- สภาพแวดล้อม



* แสงสว่าง - ควรให้แสงแบบเน้นโดยพื้นที่ทำงาน&บริการเป็น 500 ลักซ์

- พื้นที่ข้างเคียงไม่ควรน้อยกว่า $500/3$ คือ 150 ลักซ์

ทั้งนี้ ต้องมีไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป

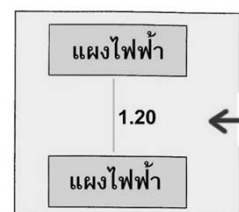
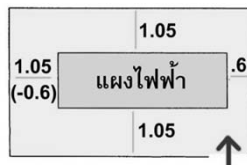
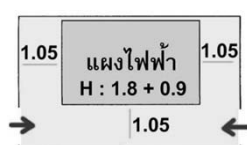
รศ.ถาวร อมตกิตติ

59

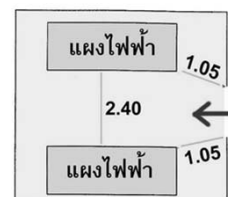
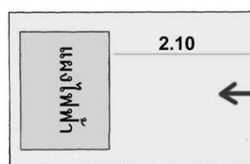
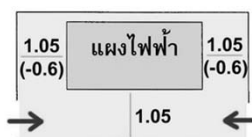
4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

ห้องไฟฟ้า

* ที่ว่าง สำหรับแผงไฟฟ้าแรงต่ำ ที่ยาวไม่เกิน 1.8 ม.



* ที่ว่าง สำหรับแผงไฟฟ้าแรงต่ำ ที่ยาวเกิน 1.8 ม.

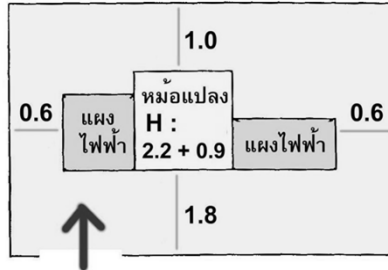


รศ.ถาวร อมตกิตติ

60

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

* ที่ว่าง สำหรับแสงไฟฟ้าแรงสูง



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

61

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

ห้องไฟฟ้า ไม่ปลอดภัย

62

4 ระบบไฟฟ้าที่จัดการให้ปลอดภัย

การตรวจสอบห้องไฟฟ้า : ตั้งคำถาม

- * การระบายอากาศในห้อง
- * ความร้อนสูงเกิน
- * การดูแลไม่ครบถ้วน
- * สภาพแวดล้อมไม่ดี-ทางเข้าไม่สะดวก-มีน้ำเข้า-ความชื้นสูง
- * เป็นห้องเก็บของที่ไวไฟหรือไม่เกี่ยวข้อง
- * มีเตอร์วัดค่าผิดปกติ
- * อุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย
- * ตรวจสอบทุก 1 ปี

รศ.ถาวร อมตกิจดี

63

5 ระบบต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า

รศ.ถาวร อมตกิจดี

64

5 ระบบต่อลงดินและป้องกันไฟฟ้า

ระบบต่อลงดิน

ประโยชน์ของการต่อลงดิน

- ลดอันตรายจากแรงดันไฟฟ้าจากการสัมผัส
- เป็นทางไหลกลับของกระแสลัดวงจร
- ทำให้ความต่างศักย์ทางไฟฟ้าเท่ากัน

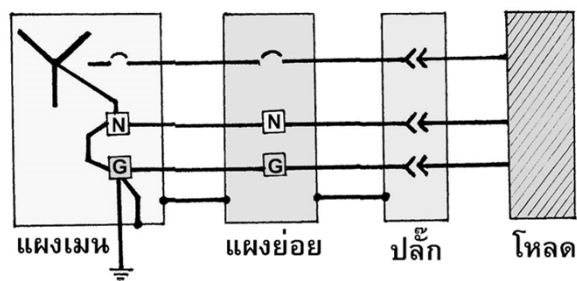
รศ.ถาวร อมตกิตติ์

65

5 ระบบต่อลงดินและป้องกันไฟฟ้า

จุดต่อลงดินและสายดิน

- # ต่อด้านเข้าหลักดิน เชื่อมสายนิวทรัลและสายดิน
- # ต่อกับเปลือกตู้ไฟฟ้ากับแผ่นดินของตู้ (Ground bar)
- # ต่อลงดินเพียงจุดเดียวที่ต้นทาง



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

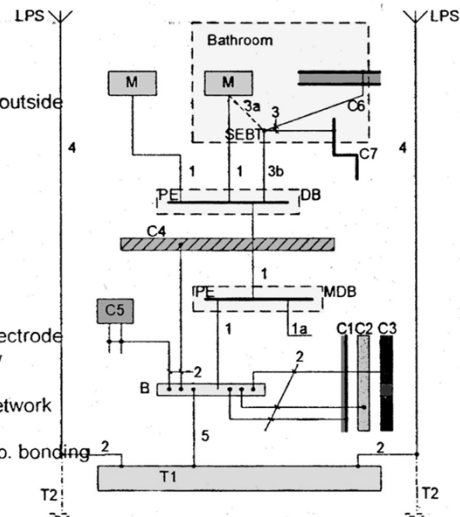
66

5 ระบบต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า

- B Main earthing terminal
- C Extraneous-conductive-part
- C1 Water pipe from outside
- C2 Waste water pipe from outside
- C3 Gas pipe with insulating insert from outside
- C4 Air-conditioning
- C5 Heating-system
- C6 Water pipe
- C7 Extraneous-conductive-parts
- DB Distribution board
- LPS Lightning protection system
- M Exposed-conductive-part
- MDB Main distribution board
- SEBT Sup. equipotential bonding terminal
- T1 Concrete or Soil foundation earth electrode
- T2 Earth electrode for LPS if necessary
- 1 Protective conductor
- 1a Protective conductor of supplying network
- 2 Protective bonding conductor
- 3 Protective bonding conductor for sup. bonding
- 4 Down conductor of LPS
- 5 Earthing conductor

IEC 60364

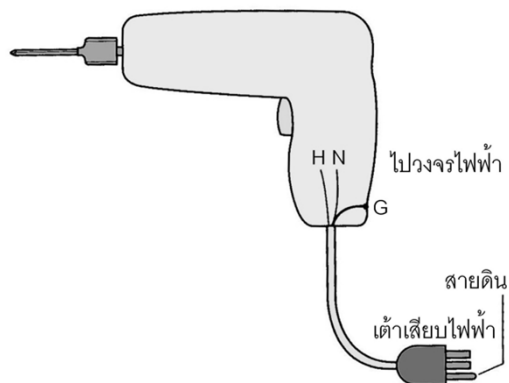
รศ.ถาวร อมตกิตติ



67

5 ระบบต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า

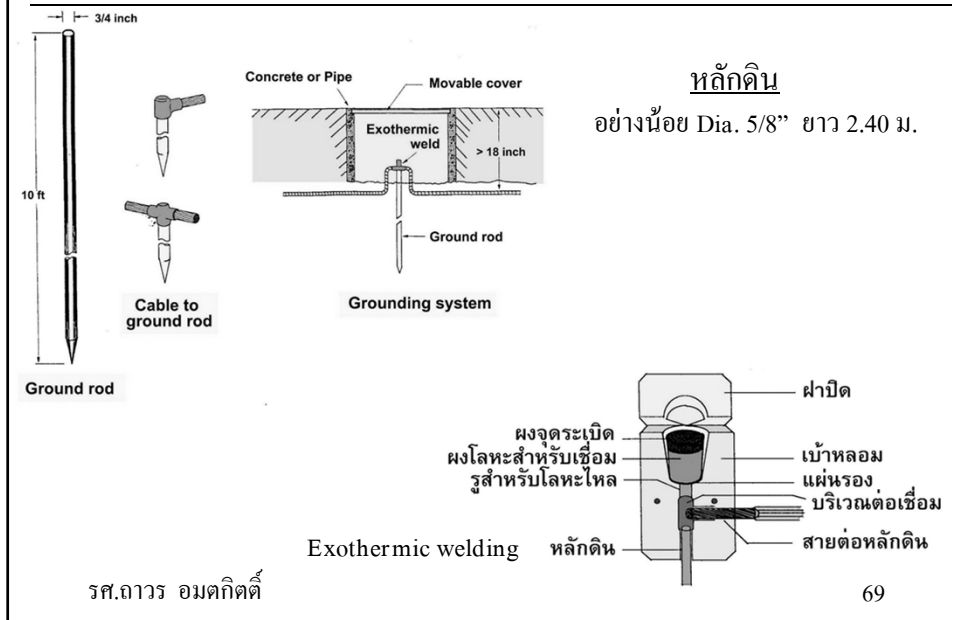
เครื่องมือแบบมือจับโครงโลหะควรมีการต่อลงดินและฉนวนสองชั้น โดยมี การต่อลงดินกับ โครงโลหะ ซึ่งเมื่อลัดวงจรที่โครงเครื่องมือ สายดินจะมี อิมพีแดนซ์ต่ำกลับไปยังแผงไฟฟ้า



รศ.ถาวร อมตกิตติ

68

5 ระบบต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า



5 ระบบต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า

✧ การทดสอบแรงดันไฟฟ้าเป็นระบบ

- ปลั๊ก : วัดค่าแรงดันไฟฟ้าให้ได้ ดังนี้

=> ขั้วไลน์-นิวทรัล = 220 โวลต์

=> ขั้วไลน์-ดิน = 220 โวลต์

=> ขั้วนิวทรัล-ดิน = 0 โวลต์

(ไม่ควรเกิน 1 โวลต์)

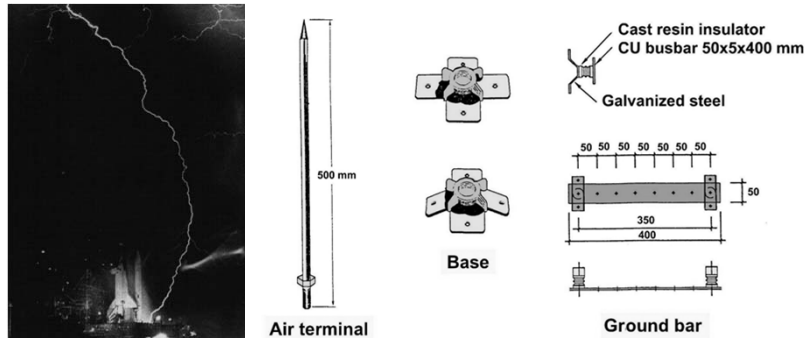
รศ.ถาวร อมตกิตติ

70

5 ระบบต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า

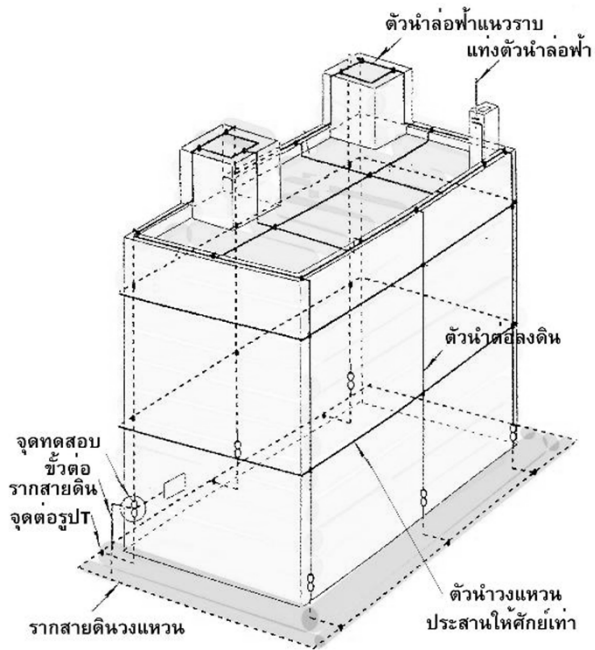
ระบบป้องกันฟ้าผ่า

- ภายนอก : ตัวนำล่อฟ้า, ตำแหน่งล่อฟ้า, ตัวนำลงดิน, รากสายดิน
- ภายใน : สักยันต์เท่ากัน, อุปกรณ์จำกัดเสิร์จ, ทุก 20 ม. มีวงแหวนระดับ



รศ.ถาวร อมตกิตติ

71



รศ.ถาวร อมตกิตติ

ป้องกันฟ้าผ่า
ภายนอก



72

5 ระบบต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า

การใช้โครงสร้างอาคารเป็นตัวนำล่อฟ้า
(ตัวนำล่อฟ้าโดยธรรมชาติ)

- แผ่นโลหะปกคลุมบริเวณป้องกัน
 - มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า
 - แผ่นโลหะความหนาไม่ต่ำกว่ากำหนด
 - ไม่มีการเคลือบ ชกเว้นแอสฟัลต์ไม่เกิน 0.5 มม. หรือ พีวีซี ไม่เกิน 1 มม.
- องค์ประกอบโลหะของโครงสร้างหลังคา
- ชั้นส่วนโลหะ - รางน้ำ รางลูกกรง
- ท่อและถังโลหะหนาไม่น้อยกว่า 2.5 มม.

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

73

5 ระบบต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

74

5 ระบบต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า

การตรวจสอบการต่อลงดิน & ป้องกันฟ้าผ่า : ตั้งคำถาม

- * จุดต่อและสายไม่เชื่อมกันตลอด
- * จุดลงดินไม่เหมาะสม-อยู่ใกล้สารไวไฟ
- * สายตัวนำไม่เชื่อมกันตลอด
- * ความต้านทานการต่อลงดินไม่ควรเกิน 5 โอห์ม
- * แบบแปลนไม่สมบูรณ์-ตรวจสอบยาก
- * ตรวจสอบทุก 1 ปี

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

75

6 การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยกับไฟฟ้า

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

76

6 การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยกับไฟฟ้า

การปฏิบัติกับสวิตช์เกียร์ MV หรือ LV : ขั้นตอนทำงาน

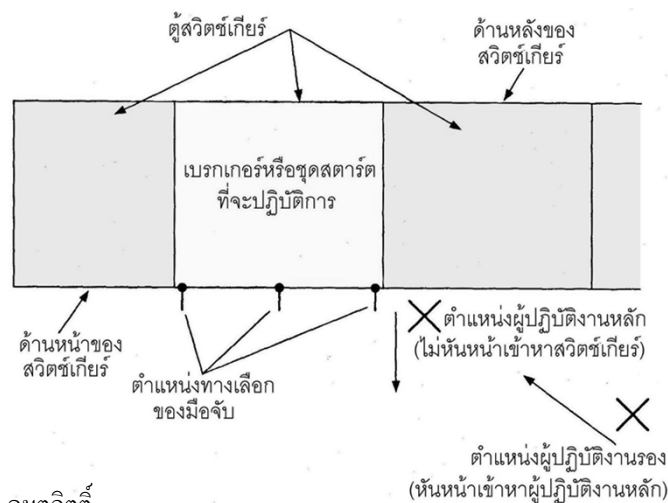
1. ผู้ปฏิบัติหลักยืนข้างตู้เบรกเกอร์ ข้างมือจับตำแหน่ง ON
หากมือจับอยู่ตำแหน่งกลาง ก็ควรยืนด้านบานพับ
2. ผู้ปฏิบัติหลักหันหน้าจากสวิตช์เกียร์
3. ผู้ปฏิบัติรองยืนห่างตู้ โดยหันหน้าเข้าหาผู้ปฏิบัติหลัก
4. ผู้ปฏิบัติหลักหมุนมือจับเพื่อเปิดหรือปิดเบรกเกอร์
โดยหันหน้าจากสวิตช์เกียร์ตลอดเวลา
5. หากเบรกเกอร์วางในรางและต้องเอาออกจากราง
ผู้ปฏิบัติหลักต้องใส่มือจับราง โดยอาจจะหันหน้าเข้าเบรกเกอร์ได้
6. หากต้องการล็อกและติดป้ายเตือน ผู้ปฏิบัติหลักเป็นผู้ติดตั้ง

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

77

6 การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยกับไฟฟ้า

การปฏิบัติกับสวิตช์เกียร์ MV หรือ LV : ตำแหน่งหลักและรอง

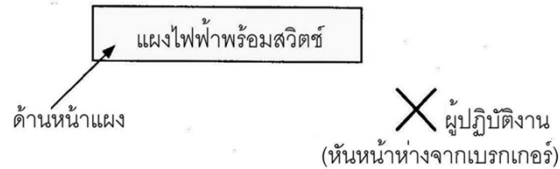


รศ.ถาวร อมตกิตติ์

78

6 การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยกับไฟฟ้า

การปฏิบัติกับแผงไฟฟ้าและ CB : ตำแหน่งหลัก ไม่มีรองได้



1. ผู้ปฏิบัติงานยืนด้านข้างและหันหน้าเข้าหาเบรกเกอร์หรือแผงไฟฟ้า
2. ผู้ปฏิบัติงานใช้มือที่อยู่ไกลเบรกเกอร์โยกมือจับ
3. ผู้ปฏิบัติงานหันหน้าจากเบรกเกอร์และโยกมือจับไปตำแหน่งต้องการ
4. หากต้องการถลอกและป้ายเตือน ต้องติดตั้งไว้ที่เบรกเกอร์

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

79

6 การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยกับไฟฟ้า

อุปกรณ์ป้องกันตัว : Personal protective equipment (PPE)

1. หมวกแข็ง : ป้องกันแฟลชและวัตถุตก

- สติ๊กเกอร์ที่ติดไม่นำไฟฟ้า
- รัดพอดีและไม่ขัดสิ่งใดเพื่อให้ง่าย



2. แว่นตาและป้องกันหน้า :

ระบบแรงดันต่ำสร้างอาร์กและระเบิดได้



3. ชุดป้องกันหู :

ทั่วไปเป็นโฟมเสียบหู, เสี่ยงดังมากใช้ที่ครอบหู



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

80

6 การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยกับไฟฟ้า

4. ชุดป้องกันระบบหายใจ :

ใช้กับสภาพแวดล้อมไม่ดี

เช่น ฝุ่นมาก, มีไอจากตัดโลหะ, มีกลิ่นสี-ไอ



5. ถุงมือ

งานที่มีขอบคม, ผิวร้อน, สารเคมี : มีถุงมือที่เหมาะสม

งานไฟฟ้า : ควรมีถุงมือฉนวนเมื่อสัมผัสตัวนำที่มีไฟ

- ถุงมือยาง : ฉนวนทางไฟฟ้า

- ถุงมือหนัง : ป้องกันความเสียหายของถุงมือฉนวน



6. ปลอกแขน :

ป้องกันอันตรายจากแฟลช

รศ.ถาวร อมตกิตติ์



81

6 การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยกับไฟฟ้า

7. รองเท้า :

รองเท้าที่หุ้มเป็นเหล็ก : ป้องกันชน-กระแทก และมีฉนวนยาง



8. ชุดกันแฟลช

รายละเอียด	ชนิดของเสื้อผ้า
งานประจำหรืออยู่ใกล้ตัวนำที่มีไฟฟ้า (เกิน 50V เทียบกับดิน)	เสื้อกันไฟ
การสวิตช์แบบกล่องเปิดหรือปลดฟิวส์ (ไม่น้อยกว่า 380V)	เสื้อกันไฟหรือชุดป้องกันแฟลช
การติดตั้งหรือปลดเซอร์กิตเบรกเกอร์หรือชุดสแตร์มอเตอร์ที่มีไฟฟ้า (วงจรไม่น้อยกว่า 380V)	เสื้อกันไฟหรือชุดป้องกันแฟลช



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

82

6 การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยกับไฟฟ้า

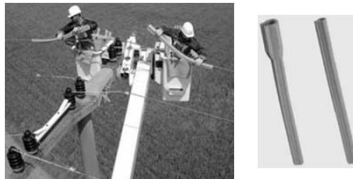
9. Insulating blanket :

ปิดส่วนที่ไม่ไฟเพื่อทำงานได้



10. Insulating line hose :

ปิดไลน์ที่ไม่ไฟเพื่อทำงานได้



11. Hot stick



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

12. Insulated tool



83

6 การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยกับไฟฟ้า

การล็อก : ใช้กับอุปกรณ์ที่ทำให้ไม่มีไฟเพื่อป้องกันเปิดระบบ



ป้ายเตือน : ใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องการยกเลิกใช้เพื่อบำรุงรักษาหรืออื่นๆ

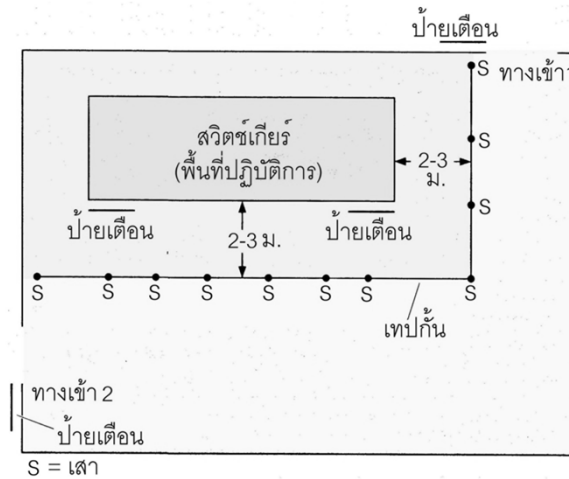


รศ.ถาวร อมตกิตติ์



84

6 การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยกับไฟฟ้า



ตัวอย่าง ตัวกั้นและป้ายเตือนรอบพื้นที่ปฏิบัติการในห้องสวิทช์เกียร์

รศ.ถาวร อมตกิจดี

85

7 การวัดและตรวจไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

รศ.ถาวร อมตกิจดี

86

7 การวัดและตรวจไฟฟ้าห้ปลอดภัย

เครื่องมือวัดทั่วไปสำหรับตรวจสอบไฟฟ้า

มัลติมิเตอร์ : วิเคราะห์ - การคุมค่าแรงดันไฟฟ้า

- โหลดในวงจรไฟฟ้า
- การเกินกำลังของสายนิวทรัล
- การหา Ground loop



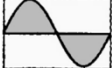
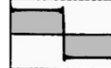
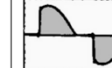
รศ.ถาวร อมตภิตติ์

87

7 การวัดและตรวจไฟฟ้าห้ปลอดภัย

มัลติมิเตอร์ : ชนิดมิเตอร์ - Peak method

- Average responding
- True rms

ชนิดมิเตอร์	การคำนวณ	ไซน์ (sine)	เหลี่ยม (square)	ผิดเพี้ยน (distorted)	ซูดหรือแสง (dimmer)	สามเหลี่ยม (triangle)
						
Peak method	Peak / 1.414	100 %	82%	184%	113%	121%
Avg. respond.	Sine Avg.x 1.1	100%	110%	60%	84%	96%
True rms	RMS converter	100%	100%	100%	100%	100%

รศ.ถาวร อมตภิตติ์

88

7 การวัดและตรวจไฟฟ้าให้ปลอดภัย

เครื่องมือพิเศษสำหรับตรวจสอบไฟฟ้า

ชุดแสดงผลคุณภาพไฟฟ้า : วิเคราะห์

- การคุมค่าแรงดันไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยน
- ทรานเซียนท์เนื่องจากการทำงานแบบสวิตชิง
- แรงดันไฟฟ้าตกและการตอบสนองต่ออุปกรณ์
- กระแสกระชากจากมอเตอร์, หม้อแปลง
- แสดงผลจากการรบกวนเป็นเวลานาน
- การผิดเพี้ยนจากฮาร์โมนิก



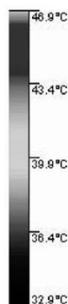
รศ.ถาวร อมตกิตติ

89

7 การวัดและตรวจไฟฟ้าให้ปลอดภัย

เครื่องมือพิเศษสำหรับตรวจสอบไฟฟ้า

ชุดวัดอุณหภูมิจากไฟฟ้า



รศ.ถาวร อมตกิตติ

90

7 การวัดและตรวจไฟฟ้าให้ปลอดภัย

อันตรายจากเครื่องมือวัดและการใช้ที่ไม่สมบูรณ์

การต่อวงจรวัดผิด



ใช้มิเตอร์วัดแรงดันสูงเกิน

โพรบทำจากวัสดุไม่ทนความร้อน



รศ.ถาวร อมตกิตติ์

91

7 การวัดและตรวจไฟฟ้าให้ปลอดภัย

การตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ทดสอบด้วยตา

- การแตกชำรุดของขาสีเขียว
- ฉนวนชำรุด การเสียบบกพร่องของสายอ่อน - สายทดสอบ
- ตัวนำไฟล้อย่างไม่เหมาะสม
- ขาสีเขียวหรือโพรบทดสอบงอ หรือชำรุด หรือโผล่มากเกินไป
- สกรูหลุดหลวมหรืออื่นๆ ในการต่อเชื่อมทางไฟฟ้า
- ฟิวส์ผิดปกติหรือผิดขนาด
- ก่องเครื่องมือฯ แตกชำรุด
- การแสดงถึงการลุกไหม้ อาร์ก หรือความร้อนสูง

รศ.ถาวร อมตกิตติ์

92