19137

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเดินสายไฟฟ้าในโรงงานเครื่องกล

Wiring shop

โดย

นายกฤชเทพ ธรรมยโก

นายนรายุทธ หนูพันธ์

T096100

ปพ.
ก272ก
2546

หมู่.....
หมายเลขทะเบียน.....
วัน.เดือน.ปี.....

เสนอ

ภาควิชาเทคนิคเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม.

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พัฒนาการเกษตร)

พ.ศ. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคนิคเกษตร

คณะเทคโนโลยีกฺารเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เรื่อง

การเดินสายไฟฟ้าในโรงงานเครื่องกล

Wiring shop

โดย

นายกฤชเทพ ธรรมยโก

นายนรายุทธ หนูพันธ์

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร

วท.บ. (พัฒนาการเกษตร)

เมื่อวันที่ 2 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2546

ประธานกรรมการปัญหาพิเศษ ..../..../.....

(รศ.อภิชาต ศรีสันติธรรม)

กรรมการปัญหาพิเศษ ..... 2 / พ.ค. / 46

(อาจารย์บุรินทร์ บุญธรรม)

หัวหน้าภาควิชา ..../..../.....

(อาจารย์สุขุมาภรณ์ ขันธ์ศรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การเดินสายไฟฟ้าในโรงงานเครื่องกล

โดย : นายกฤษเทพ ธรรมยโก

นายนรายุทธ หนูพันธ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (พัฒนาการเกษตร)

สาขาวิชาเอก : พัฒนาการเกษตร

ประธานกรรมการปัญหาพิเศษ : .....

(รศ.อภิชาต ศรีสันติธรรม)

๒ / พ.ค. ๔๖

การศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาระบบไฟฟ้าและการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานเพื่อพัฒนาระบบการเดินสายไฟฟ้าให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจากสาเหตุที่ทำเนื่องจากการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานเครื่องจักรกลได้ทำการติดตั้งมาเป็นเวลานานแล้ว ซึ่งเป็นการติดตั้งไว้เพื่อใช้งานชั่วคราว และทางผู้จัดทำมีความคิดเห็นที่จะทำการเดินสายไฟฟ้าใหม่โดยเป็นการเดินสายไฟระบบท่อร้อยสายไฟ เพื่อใช้งานกับเครื่องจักรกลโรงงาน โดยเครื่องจักรกลที่มีอยู่ในโรงงานเครื่องกล ประกอบไปด้วย เครื่องไส จำนวน 1 เครื่อง เครื่องกลึง จำนวน 3 เครื่อง เครื่องเลื่อย จำนวน 1 เครื่อง เครื่องอัดลม จำนวน 1 เครื่อง

การศึกษาหลักการทำงานของระบบไฟฟ้า และการปรับปรุงระบบการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานโดยทำการเริ่มศึกษาที่โรงงานเครื่องจักรกล ภาควิชาเทคนิคเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เริ่มดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ.2546 เป็นระยะเวลาประมาณ 5 เดือน

คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลในเรื่องของระบบไฟฟ้า และการเดินสายไฟฟ้าในโรงงาน โดยเริ่มจากการศึกษาสภาพพื้นที่บริเวณที่ติดตั้งของเครื่องจักรกลภายในโรงงาน จากนั้นได้ทำการวางแผนการทำงานโดยการออกแบบวงจรไฟฟ้า และออกแบบการวางระบบท่อร้อยสายไฟขึ้น โดยในการออกแบบที่ได้ออกแบบไว้ คือ มีเซฟตี้สวิทช์หลัก ขนาด 100 แอมแปร์ เป็นตัวตัดระบบการทำงานทั้งหมด และแบ่งการทำงานแยกย่อยออกเป็น 2 จุด คือมีเซฟตี้สวิทช์ย่อยอีก 2 ตัว เป็นตัวตัดระบบการทำงานของเครื่องจักรกลที่แบ่งออกไปในแต่ละจุด โดยจุดที่ 1 มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจักรกลอยู่ 3 เครื่อง ประกอบไปด้วย เครื่องไส เครื่องกลึงเล็ก และเครื่องเลื่อย ส่วนจุดที่ 2 มีเครื่องจักรกลอยู่ 3 เครื่อง ประกอบไปด้วย เครื่องกลึงใหญ่ เครื่องกลึง(สีเขียว) และเครื่องอัดลม

ผลการศึกษาการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานพบว่า เครื่องจักรกลในโรงงานมีการทำงานที่เป็นปกติและมีประสิทธิภาพการใช้งานดี โดยในจุดที่ 1 เครื่องไส ใช้กระแสไฟ 16 แอมแปร์ เลือกใช้สายไฟฟ้าขนาด 4 ตารางมิลลิเมตร ความยาว 10 เมตร มีแรงดันลดในสาย เท่ากับ 1.49 โวลท์ เครื่องกลึงเล็ก ใช้กระแสไฟ 1 แอมแปร์ เลือกใช้สายไฟฟ้าขนาด 1 ตารางมิลลิเมตร ความยาว 13 เมตร มีแรงดันลดในสาย เท่ากับ 0.48 โวลท์ เครื่องเลื่อย ใช้กระแสไฟ 2 แอมแปร์ เลือกใช้สายไฟฟ้าขนาด 1 ตารางมิลลิเมตร ความยาว 17 เมตร มีแรงดันลดในสาย เท่ากับ 1.26 โวลท์ และในจุดที่ 2 เครื่องกลึงใหญ่ ใช้กระแสไฟ 10.5 แอมแปร์ เลือกใช้สายไฟฟ้าขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ความยาว 12 เมตร มีแรงดันลดในสาย เท่ากับ 1.90 โวลท์ เครื่องกลึง(สีเขียว) ใช้กระแสไฟ 7.5 แอมแปร์ เลือกใช้สายไฟฟ้าขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร ความยาว 17 เมตร มีแรงดันลดในสาย เท่ากับ 3.17 โวลท์ เครื่องอัดลม ใช้กระแสไฟ 1 แอมแปร์ เลือกใช้สายไฟฟ้าขนาด 1 ตารางมิลลิเมตร ความยาว 15 เมตร มีแรงดันลดในสาย เท่ากับ 0.56 โวลท์

จากการใช้งานถ้าใช้งานเครื่องจักรกลพร้อมกันทั้ง 2 จุด เซฟตี้สวิทช์หลักที่มีขนาด 100 แอมแปร์ สามารถรับโหลดจากเซฟตี้สวิทช์ย่อยที่เป็นตัวตัดระบบการทำงานของเครื่องจักรกลทั้ง 2 จุด ที่โหลดรวมกันได้ 60 แอมแปร์ได้ และเซฟตี้สวิทช์ย่อยที่เป็นตัวตัดระบบการทำงานของเครื่องจักรกลทั้ง 2 จุด แต่ละตัวสามารถรับโหลดได้ 30 แอมแปร์ โดยเครื่องจักรกลที่ต่อเข้ากับเซฟตี้สวิทช์แต่ละจุดใช้โหลดรวมกันเพียง 19 แอมแปร์เท่านั้น จะเห็นได้ว่าในระบบการเดินสายไฟฟ้าในครั้งนี้ได้มีการเผื่อโหลดในเซฟตี้สวิทช์แต่จะจุดไว้พอสมควร เพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ซึ่งกว่าจะเสร็จสมบูรณ์ต้องพบปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ มากมายในการปฏิบัติงาน ผู้ศึกษาใคร่ขอขอบพระคุณ รศ.อภิชาต ศรีสันติธรรม ประธานกรรมการปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำแนวคิดต่างๆ และขอขอบพระคุณอาจารย์บุรินทร์ บุญธรรม กรรมการปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำแนวคิดแนวทางปฏิบัติ และให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขและจัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ให้ประสบความสำเร็จ พี่รุ่งโรจน์ อยู่ทอง ที่ช่วยประสานงาน

อนึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาเทคนิคเกษตรที่ให้สถานที่ทำการปฏิบัติงานและขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจเสมอมา

นายกฤชเทพ ธรรมยโก

นายนรายุทธ หนูพันธ์

เมษายน 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
บทที่ 1 บทนำ	
ความสำคัญและปัญหาของการศึกษา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตการศึกษา	2
นิยามศัพท์	2
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	
ไฟฟ้าคืออะไร	5
ไฟฟ้าไหลอย่างไร	5
สายไฟฟ้า	6
หน่วยที่ใช้ในการบอกขนาดสายไฟฟ้า	10
ความต้านทานของสายไฟฟ้า	12
ชนิดของสายไฟหุ้มฉนวนและการนำไปใช้งาน	12
การเลือกขนาดของสายไฟให้เหมาะสม	18
การต่อและเข้าสายไฟฟ้า	19
ระบบการเดินสายไฟด้วยท่อร้อยสายไฟ	31
อุปกรณ์ประกอบในการเดินสายด้วยระบบท่อร้อยสายไฟ	32
การปฐมพยาบาลผู้ถูกกระแสไฟฟ้า	34
แหล่งกำเนิดของกระแสไฟฟ้า	35
ชื่อที่ใช้เรียกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	37
คุณสมบัติของไฟฟ้า	38
การใช้ไฟฟ้าด้วยความปลอดภัย	38
ประเภทของวงจรไฟฟ้า	39
ระบบของกระแสไฟฟ้า (Electric System)	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ระบบไฟฟ้าแรงต่ำของการไฟฟ้า 42

แบบต่างๆ ของระบบไฟแรงต่ำ 42

เครื่องมือสำหรับช่างไฟฟ้า 44

หลักปฏิบัติในการเดินสาย 50

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการ 52

บันทึกข้อมูล 52

สถานที่และระยะเวลาการศึกษา 52

เครื่องมือ 52

อุปกรณ์ 53

วิธีการออกแบบ 54

ขั้นตอนการเดินสายไฟ 59

งบประมาณที่ใช้ในการศึกษา 66

ตารางการปฏิบัติงาน 67

บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการทดลอง 68

คำนวณหาค่าแรงดันตกของสายไฟ 68

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล 72

ข้อเสนอแนะ 73

เอกสารอ้างอิง 74

ภาคผนวก 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.ตารางแสดงปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกาย	5
2.ตารางแสดงความต้านทานของร่างกายต่อกระแสไฟฟ้า	6
3.ตารางแสดงสภาพการนำไฟฟ้าสูงสุดของตัวนำทองแดง	8
4.ตารางเปรียบเทียบการเดินสายไฟโดยพีวีซีธรรมดากับระบบท่อร้อยสายไฟ	34
5.ตารางแสดงราคาอุปกรณ์ต้นทุนการเดินสายไฟฟ้าในโรงงาน	66
6.ตารางแสดงการปฏิบัติงาน	67

ตารางภาคผนวกที่

1. ขนาดกระแสสูงสุดของสายทองแดงหุ้มฉนวน PVC แรงดันถึง 750 V 40°	75
2. ขนาดกระแสของสายทองแดงหุ้มฉนวน PVC และ XLPE แรงดันถึง1,000 V	76
3. ความต้านทานของสายไฟฟ้า	77
4. จำนวนสายไฟฟ้าขนาดต่างๆ ที่ร้อยในท่อไฟ	78
5. ค่าแก้ที่คุณหภูมิต่าง ๆ	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
	1.พื้นที่หน้าตัดที่มีหน่วยเป็นเซอร์คิวลาร์มิล	10
	2.พื้นที่หน้าตัดที่มีหน่วยเป็นสแควร์มิล	11
	3.การเปรียบเทียบ เซอร์คิวลาร์มิลและสแควร์มิล	11
	4.ชนิด VAFเส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงฉนวนหุ้มPVC	13
	5.ชนิด IV เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC	13
	6.ชนิด THW เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC	13
	7.ชนิด NYY เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC	14
	8.ชนิด NYCY เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC	14
	9.ชนิด CVV เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC	15
	10.ชนิด VSF เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC	15
	11.ชนิด VCT เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC	16
	12.ชนิด AV เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงฝอย ฉนวนหุ้ม PVC	16
	13.ชนิด NAYY เส้นลวดตัวนำทำด้วยอะลูมิเนียม ฉนวนหุ้ม PVC	16
	14.ชนิด VKF เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงหลายเส้น งอได้แต่ไม่หัก หุ้มฉนวน PVC	17
	15.ชนิด VFF เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงหลายเส้น	17
	16.ชนิด TWA, THWA เส้นลวดตัวนำทำด้วยอะลูมิเนียม ฉนวนหุ้ม PVC	17
	17.ลักษณะของสายไฟที่ใช้มีดปอกฉนวนออกลักษณะคล้ายกับเหลาดินสอ	20
	18.คีมปอกสายไฟโดยเฉพาะ	20
	19.ขั้วสายสำหรับต่อสายดิน	21
	20.สายแข็งงอเป็นตะขอ	21
	21.สายเป็นแบบสกรูโค้งปิดวง	21
	22.การเข้าสายกับปลั๊กไฟ	22
	23.หางปลาแบบใส่สกรูหนีบ	23
	24.หางปลาแบบบีบรัด	23
	25.การต่อสายพันเกลียวธรรมดา	23
	26.การปลอกสายเพื่อต่อ	24
	27.การต่อสายแบบหางเปีย	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
	28.แสดงการต่อสายไฟอ่อนกับสายแข็ง	25
	29.วิธีใช้อุย่าปอกสายให้ยาวเกินไป	25
	30.การต่อสายโยใช้ไวร์นัท	25
	31.แบบสปริงเปลือย	26
	32.แบบที่ตัวถังเป็นฉนวน	26
	33.ตัวอย่างสลีฟที่ใช้งาน	26
	34.ตัวอย่างการใช้สลีฟต่อสาย	27
	35.ตัวอย่างข้อต่อลูกเต๋า	27
	36.แสดงวิธีใช้ข้อต่อลูกเต๋า	27
	37.การปอกต้องปอกให้ฉนวนออกยาวสั้นต่างกัน	28
	38.แสดงการต่อสายคู่	28
	39.การต่อและเข้าสายไฟ	28
	40.การต่อสายแยก	29
	41.การใช้สปลิทโบลท์ต่อแยกสายเมน	29
	42.แสดงการผูกเงื่อน 2 แบบ	30
	43.การพันเทปหุ้มรอยต่อ	31
	44.แสดงการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ความร้อน	36
	45.การกำเนิดกระแสไฟฟ้าโดยใช้อำนาจแม่เหล็ก	37
	46.แสดงการต่อวงจรอนุกรม	39
	47.แสดงการต่อวงจรขนาน	39
	48.แสดงการต่อวงจรอนุกรม	40
	49.แสดงการส่งกระแสไฟฟ้าตรงหรือสลับ 1 เฟส	40
	50.ระบบ 3 สายกระแสไฟตรง เส้นนอกเส้นใดเส้นหนึ่งกับเส้นกลางจะได้ 110 V. ส่วนคู่นอกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะได้ 220 V	40
	51.ระบบไฟฟ้า 220 V. 3 เฟส 3 สายที่มีกราวด์ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ไฟ	42
	52.ระบบไฟ 220 V. 3 เฟส 3 สาย แบบนิวตรัล (กราวด์)	43
	53.แสดงระบบไฟ 380 V. 3 เฟส 4 สาย	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
	54. ระบบไฟ 380 V. 3 เฟส 3 สาย	44
	55. แบบต่างๆของคีมที่ใช้ในการเดินสาย	44
	56. ชนิดต่างๆของไขควงที่ใช้ในการเดินสาย	45
	57. แสดงแบบต่างๆของสว่านและดอกสว่านประเภทต่างๆ	45
	58 เบนเดอร์แบบต่างๆ	46
	59. แบบต่างๆของเลื่อยไม้และเลื่อนเหล็ก	46
	60. เครื่องดัดท่อแบบไฮโดรลิค	46
	61. อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการบัดกรี เตาฟู่ ตะเกียงฟู่	47
	62. คีมใช้ได้หลายอย่างคีมบีบหางปลา	47
	63. ค้อนแบบต่างๆที่ใช้ในการเดินสาย	47
	64. เครื่องวัดความยาวแบบต่างๆ	48
	65. แสดงเครื่องมือตรวจสอบวงจรไฟฟ้า	48
	66. แสดงการตรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยเมกเกอร์	48
	67. อุปกรณ์ในการดึงสายเข้าท่อ	49
	68. เครื่องทำเกลียวท่อแบบใช้มือ	49
	69. แสดงเครื่องมือเบ็ดเตล็ดที่ใช้เดินสายในบ้านและในโรงงาน	50
	70. การออกแบบวงจรไฟฟ้า	54
	71. การออกแบบการวางระบบท่อร้อยสายไฟ	55
	72. ก่อนทำการเดินสายไฟ	59
	73. ก่อนทำการเดินสายไฟ	60
	74. หลังทำการเดินสายไฟระบบท่อร้อยสายไฟ	60
	75. หลังทำการเดินสายไฟระบบท่อร้อยสายไฟ	61
	76. แสดงเสายึดท่อร้อยสายไฟ	61
	77. แสดงการเจาะพื้นเพื่อทำการยึดเสา	62
	78. แสดงการร้อยสายไฟในท่อร้อยสายไฟ	62
	79. แสดงการยึดท่อกับผนัง	63
	80.เซฟตี้สวิทซ์จุดที่ 1 ขนาด 30 แอมแปร์	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
81.	เซฟตี้สวิทช์จุดที่ 2 ขนาด 30 แอมแปร์	64
82.	แสดงการต่อและเข้าสายไฟ	64
83.	แสดงการต่อหางปลาแบบบีบรัด	65
84.	แสดงการเช็คไฟด้วยไขควรเช็คไฟ	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ
(INTRODUCTION)

ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันไฟฟ้าจัดได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่แทรกเข้าไปเกือบทุกวงการ ทั้งนี้เนื่องจากการดำรงอยู่ของสังคมต้องอาศัยวัตถุในรูปของปัจจัยสี่คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค และที่ช่วยมาผ่อนแรงมนุษย์เพื่อให้ปัจจัยทั้งสี่พร้อมที่จะอุปโภคและบริโภคก็คือ พลังงาน ไฟฟ้าจัดได้ว่าเป็นพลังงานที่เกือบจะเรียกว่าสะดวกที่สุดที่จะส่งจ่าย และแปรรูปเป็นพลังงานในรูปอื่น ๆ โดยที่เราพอจะสังเกตดูข้อเท็จจริงเหล่านี้ได้จากของใช้รอบ ๆ ตัวเรา จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ จะใช้พลังงานไฟฟ้าเสียส่วนใหญ่ นอกจากนั้นพลังงานไฟฟ้ายังเป็นตัวผลักดันให้มีการศึกษาค้นคว้าผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ขึ้นมา ประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ที่มีคุณภาพสูงยิ่งขึ้น และยังช่วยให้หลักการทางสาขาอื่น ๆ สามารถนำมาใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

การศึกษาหลักการทำงานของระบบไฟฟ้า และการพัฒนาระบบการเดินสายไฟฟ้าตลอดจนปรับปรุงระบบการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานเครื่องกล ภาควิชาเทคนิคเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีเครื่องจักรกล คือ เครื่องไส เครื่องกลึง และเครื่องเลื่อย และเครื่องอัดลม ซึ่งมีสภาพของระบบการเดินสายไฟฟ้าเข้ากับเครื่องจักรกล ที่ยังมีสภาพที่ยังไม่เรียบร้อยเนื่องจากการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานเครื่องจักรกลได้ทำการติดตั้งมาเป็นเวลานานแล้ว ซึ่งเป็นการติดตั้งไว้เพื่อใช้งานชั่วคราว ซึ่งทำให้ไม่ค่อยได้รับความสะดวกและอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานในโรงงานได้ คณะผู้จัดทำจึงเห็นความสำคัญของปัญหาในความต้องการใช้ระบบไฟฟ้ากับเครื่องจักรกลภายในโรงงานเครื่องกล จึงมีความคิดเห็นที่จะศึกษาปรับปรุงระบบการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานเครื่องกล และทำให้มีโอกาสที่จะเรียนรู้และเพิ่มประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริง และศึกษาทฤษฎีเพิ่มเติมจากตำราเรียนซึ่งจะช่วยให้เกิดความชัดเจนและเข้าใจมากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะนำเอาระบบไปใช้ได้อย่างถูกต้องต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบไฟฟ้าในโรงงาน
2. เพื่อเพิ่มทักษะประสบการณ์ในการเดินสายไฟฟ้า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ความรู้ที่ได้จากการศึกษาระบบไฟฟ้าในโรงงาน
2. ความรู้และทักษะในการเดินสายไฟฟ้าในโรงงาน
3. ระบบการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานที่ใช้งานได้

ขอบเขตและข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาระบบไฟฟ้า ระบบการเดินสายไฟในโรงงาน และการปรับปรุงระบบการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานเครื่องกล เพื่อที่จะเรียนรู้ระบบ การวางแผน การออกแบบอย่างง่าย ๆ เพื่อประโยชน์ในการใช้งานและเป็นแนวทางในการวางระบบการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานต่อไป

นิยามศัพท์

โวลท์ (Volt) หมายถึง แรงเคลื่อนไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า ถ้าเปรียบเทียบกับน้ำ แรงดันเราวัดเป็น ปอนด์/ตารางนิ้ว แต่ถ้าเป็นแรงดันไฟฟ้าเราวัดเป็น โวลท์

แอมแปร์ (Ampere) หมายถึง การวัดปริมาณของน้ำซึ่งไหลผ่านไปในท่อ เราวัดออกมาเป็นแกลลอน แต่ปริมาณของกระแสไฟฟ้าซึ่งไหลไปในสายเราวัดหน่วยออกมาเป็น แอมแปร์

วัตต์ (Watt) หมายถึง หน่วยของการวัดปริมาณของการใช้กระแสไฟฟ้าว่าเป็นจำนวนเท่าใดใน 1 หน่วยเวลา

วงจรไฟฟ้า (Circuit) หมายถึง เส้นทางเดินของกระแสไฟฟ้า องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า ได้แก่ แหล่งกำเนิด สายไฟฟ้า และโหลด

ฟิวส์ (Fuse) หมายถึง ลวดตัวนำไฟฟ้าที่มีจุดหลอมละลายต่ำต่ออนุกรมอยู่กับวงจรไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลสูงเกิน ฟิวส์จะร้อนจัด จนหลอมละลายและขาดในที่สุด

โอห์ม (Ohms) หมายถึง หน่วยวัดความต้านทานของตัวนำไฟฟ้า ซึ่งเป็นตัวต้านทาน การไหลของกระแสไฟฟ้าให้ผ่านไปได้มากหรือน้อยลง

สวิทช์ (Switch) หมายถึง อุปกรณ์สำหรับควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉนวน หมายความว่า ฉนวนไฟฟ้า หมายถึง วัสดุที่มีคุณสมบัติในการกั้นหรือขัดขวางต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า หรือวัสดุที่กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ง่าย เช่น ยาง ไฟเบอร์ พลาสติก ฯลฯ

แรงดัน หมายความว่า แรงดันไฟฟ้า หมายถึง ค่าความต่าง ๆ ศักย์ของไฟฟ้า ระหว่างสายกับสาย หรือสายกับดินหรือระหว่างจุดกับจุดอื่น ๆ อีกแห่งหนึ่งโดยมีหน่วยวัดค่าความต่างศักย์เป็นโวลท์

กระแส หมายความว่า กระแสไฟฟ้า หมายถึง อัตราการไหลของอิเลคตรอนในวงจรไฟฟ้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยมีหน่วยวัดเป็นแอมแปร์

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หมายถึง เครื่องจักรที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

มอเตอร์ หมายถึง เครื่องเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานกลใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องจักรหรือเครื่องมือกลอื่น ๆ ทำให้เกิดการหมุน การฉุด การดึงเพื่อให้เกิดพลังงาน

อุปกรณ์ไฟฟ้า หมายถึง เครื่องมือ เครื่องใช้ หรือเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง หรือเป็นส่วนประกอบ หรือใช้เกี่ยวเนื่องกับไฟฟ้า

ขดลวดจำกัดกระแส หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับจำกัดกระแสไฟฟ้า

เครื่องปรับแรงดัน หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับแรงดันไฟฟ้า

หม้อแปลง หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า ให้สูงขึ้นหรือต่ำลงโดยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็ก

หม้อแปลงเครื่องวัด หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงกระแส หรือแรงดันเพื่อใช้กับเครื่องมือวัด และอุปกรณ์ควบคุมเครื่องป้องกันระบบไฟฟ้า

สวิทช์หรือเครื่องตัดกระแส หมายถึง เครื่องปิดเปิดวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้า อาจทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็ก หรือทำงานโดยใช้มือสับโยกก็ได้

แผงสวิทช์ หมายถึง แผงที่รวมของสวิทช์ต่าง ๆ มีหน้าที่รับไฟฟ้าจากต้นกำเนิด และแจกจ่ายไปยังสายวงจรต่าง ๆ

ฟิวส์ หมายถึง เครื่องตัดวงจรไฟฟ้าโดยอาศัยการหลอมละลายของโลหะ

สายเคเบิล หมายถึง สายตัวนำหุ้มด้วยฉนวนสายเดียว หรือหลายสายรวมกันและอาจจะมีสิ่งอื่นห่อหุ้มอยู่อีกชั้นหนึ่ง เพื่อความแข็งแรงทนทานด้วยก็ได้

สายอ่อน หมายถึง สายเคเบิลอ่อน ที่ตัวนำมีพื้นที่หน้าตัดไม่เกิน 4 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายดิน หมายถึง ตัวนำที่ต่อจากโครงโลหะของอุปกรณ์ และเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องเพื่อจะนำกระแสไฟฟ้าที่ไม่ต้องการให้ไหลลงสู่ดิน

สายศูนย์ หมายถึง สายใดสายหนึ่งในระบบไฟฟ้าสามสาย หรือสี่สาย ซึ่งแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายนั้นไปยังสายอย่างน้อยอีก 2 สายต้องเท่ากัน และสายนั้นต้องต่อลงดิน สำหรับระบบไฟฟ้า 2สาย ถ้าสายใดสายหนึ่งไม่ได้ต่อมาจากสายศูนย์ของวงจรอื่นแล้ว ให้กำหนดเอาสายนั้นเป็นสายศูนย์ได้และสายนั้นต้องต่อลงดินด้วย

สายล่อฟ้า หมายถึง อุปกรณ์ที่ติดตั้งขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันอันตราย ที่อาจเกิดขึ้นจากฟ้าผ่า ซึ่งต้องประกอบด้วย หลักล่อฟ้า สายนำประจุ ตัวจับยึดสายนำประจุและหลักดิน

สายนำประจุ หมายถึง สายตัวนำที่ติดตั้งไว้เพื่อนำประจุไฟฟ้าระหว่างหลักล่อฟ้ากับดิน

หลักล่อฟ้า หมายถึง หลักโลหะติดตั้งที่ส่วนบนของโครงอาคารหรือสิ่งก่อสร้างและมีโลหะปลายแหลม เพื่อคายประจุไฟฟ้า หรือหลักอย่างอื่นที่มีวัตถุประสงค์อย่างเดียวกัน

หลักดิน หมายถึง แท่งโลหะซึ่งปักลงไปในดินเพื่อที่จะนำประจุ หรือกระแสไฟฟ้าให้ไหลลงสู่ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร
(REVIEW OF RELATEED LITERES)

ไฟฟ้าคืออะไร

ส่ง สุขตานนท์ (2523 : 55) กล่าวว่า ไฟฟ้าเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง เป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในวัตถุธาตุทุกชนิด ตามข้อพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ย่อมเป็นที่ทราบกันแล้วว่า วัตถุธาตุชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในโลกประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ ที่เรียกว่า "อะตอม" ในแต่ละอะตอมประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเลคตรอนอยู่มากมาย สำหรับโปรตอนและนิวตรอนนั้นอยู่นิ่งไม่เคลื่อนไหว ส่วนอิเลคตรอนนั้นสามารถที่จะ "เคลื่อนไหว" จากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่งได้ การเคลื่อนไหวจากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่งของอิเลคตรอนนี้เอง คือสิ่งที่เราเรียกว่า ไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและถ่านไฟฉายทำให้เกิด "ศักย์ไฟฟ้า" (บางครั้งเรียกว่าแรงดันไฟฟ้าหรือโวลท์ ระหว่างขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือถ่านไฟฉาย จึงเป็นเหตุให้ไฟฟ้าคืออิเลคตรอนที่เคลื่อนไป และบังเกิดคุณประโยชน์ที่ต้องการ

ไฟฟ้าไหลอย่างไร

ตามปกติไฟฟ้าจะไหลไปตามเส้นลวดที่เรียกว่า "ตัวนำไฟฟ้า" และไหลติดต่อครบรอบหรือครบวงจร เริ่มต้นจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้วไหลไปตามสายจนถึงหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งจะแปลงแรงดันให้สูงขึ้นหรือลดลงแล้วแต่กรณี และไฟฟ้าจะไหลจากหม้อแปลงเข้าไปถึงอาคารบ้านเรือนซึ่งใช้ไฟฟ้าให้ประโยชน์ต่าง ๆ แล้วไฟฟ้าจะไหลกลับไปตามสายอีกเส้นหนึ่งที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลงจะมีการต่อสายลงดินไว้สำหรับเป็นทางให้ไฟฟ้าไหลกลับได้ครบวงจร

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกาย

ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกาย (มิลลิแอมแปร์)	ปฏิกิริยาของร่างกาย
น้อยกว่า ½	ยังไม่รู้สึก
½ ถึง 2	รู้สึกบ้าง
2 ถึง 10	กล้ามเนื้อหดกระตุกปานกลางหรือรุนแรง
5 ถึง 25	เจ็บปวดไม่สามารถปล่อยให้หลุดออกได้
มากกว่า 25	กล้ามเนื้อหดกระตุกรุนแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ความต้านทานของร่างกายต่อกระแสไฟฟ้า

ความต้านทานของร่างกายต่อกระแสไฟฟ้า	
บริเวณร่างกาย	ความต้านทาน (โอห์ม/ซม^2)
ผิวหนังแห้ง	100,000 ถึง 600,000
ผิวหนังเปียก	1,000
ภายในร่างกายมือถึงเท้า	400 ถึง 6,000
หูถึงหู	100 (ประมาณ)
ผู้ถูกกระแสไฟฟ้าส่วนมาก ไม่สามารถจะบังคับตัวเองให้หลุดออกจากไฟฟ้า ถ้าบังเอิญไม่มีผู้อื่นช่วยเหลือ จะถูกกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายตลอดเวลา	
หมายเหตุ : 1 แอมแปร์ = 1,000 มิลลิแอมแปร์ 1 มิลลิแอมแปร์ = 1,000 ไมโครแอมแปร์	

ที่มา (ส่ง : 2523)

สายไฟฟ้า

ศรีสด พานิชย์ (2524 : 89) กล่าวว่า สายไฟฟ้า คือ สื่อนำกำลังงานไฟฟ้าจากจุดแหล่งจ่ายไฟไปยังจุดที่ต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า สายไฟฟ้านั้นก็เปรียบเสมือนท่อประปาที่เป็นทางผ่านของน้ำจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ลักษณะใหญ่ที่สำคัญของสายไฟฟ้านั้นจะดูกันที่ความสามารถที่ยอมให้กระแสไหลได้สูงสุดเท่าไร ชนิดของฉนวนและส่วนที่หุ้ม (Jacket) ประเภทการใช้งาน แรงดันตก ขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่สายทนได้ขณะใช้งาน

1. ขนาดของสาย

มาตรฐานของสายไฟฟ้าทองแดงและอลูมิเนียมที่ใช้กันอยู่มีหลายมาตรฐาน เช่น BWG. (Birmingham Iron Wire Gauge) AWG (American Wire Gauge) SWG (British Standard Wire Gauge) mmG (millimeter Gauge) เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้กันและคุ้นหูในบ้านเราจะเป็นมาตรฐาน AWG และ SWG (ชนิดนี้ส่วนใหญ่ใช้กับลวดทองแดงอาบน้ำยา ใช้สำหรับพวกขดลวดหม้อแปลงและมอเตอร์) กรณีของสายมาตรฐาน AWG สายที่มีขนาดโตจนถึงเบอร์ 0000 (อาจเขียนว่า เบอร์ 4/0) จะกำหนดเป็น AWG ค่าตัวเลข AWG ยิ่งน้อย หมายถึงขนาดยิ่งโตขึ้น การกำหนดเป็นลักษณะนี้ใช้เฉพาะตัวนำที่มีหน้าตัดกลมเท่านั้น ตัวอย่างเช่น สายเบอร์ AWG10 จะใหญ่กว่าสายเบอร์ AWG12 แต่เล็กกว่าสายเบอร์ AWG8 ขนาดสายเบอร์ 4/0 เป็นขนาดใหญ่ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดที่กำหนดเป็น AWG สายที่โตถัดไป จะกำหนดเป็น MCM (Thousand Circular Mil) การกำหนดเป็น MCM นั้น เส้นผ่าศูนย์กลางของตัวนำจะเพิ่มขึ้นตามหมายเลขที่ระบุ ดังนั้นสายไฟเบอร์ 500 MCM จะมีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำเป็น 2 เท่าของขนาด 250 MCM คุณสมบัติทางกายภาพของสายทองแดงเปลือยเป็น AWGและเซอร์คิวล่าร์มิล 1 เซอร์คิวล่ามาร์มิล เท่ากับ พื้นที่ของวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 1 มิล หรือ 1/1000 นิ้ว) พื้นที่หน้าตัดเป็นเซอร์คิวล่าร์มิล มีค่าเท่ากับกำลังสองของเส้นผ่าศูนย์กลางของหน้าตัดของตัวนำ เมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ ½ นิ้ว หรือ 500 มิล หรือมีพื้นที่ 250,000 เซอร์คิวล่าร์มิล หรือ 250MCM ตามวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{MCM} = \text{เซอร์คิวล่าร์มิล}/1{,}000 = (500)^2/1{,}000$$

$$= 250{,}000/1{,}000 \qquad = 250$$

2. ความต้านทานของสายไฟฟ้า จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวประกอบ 4 อย่างคือ

2.1 วัสดุที่ใช้ทำลาย

2.2 พื้นที่หน้าตัด สายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำใหญ่ ย่อมมีความต้านทานน้อยกว่าสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำเล็ก

2.3 ความยาวของสาย สายที่ยาวมากความต้านทานก็จะเพิ่มมากขึ้นตามส่วน

2.4 อุณหภูมิ โลหะทุกชนิดจะมีความต้านทานมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

3. ฉนวนของตัวนำ

สายไฟฟ้าที่ใช้งานในปัจจุบันโลหะตัวนำจะหุ้มด้วยฉนวนบางชนิดที่ป้องกันไม่ให้โลหะตัวนำแตะกับสายอื่น รางสายไฟที่กราวด์กับดิน ท่อน้ำ หรือตัวนำอื่น ๆ ที่กราวด์ลงดินไว้และยังสามารถป้องกันอุบัติเหตุเมื่อถูกไฟดูด (เฉพาะบางชนิด) นอกจากนั้นจะต้องป้องกันตัวนำจากความร้อน ของเหลวที่กัดกร่อนได้ หรือกันน้ำได้

ตัวนำไฟฟ้านั้นเปรียบเหมือนท่อน้ำ ในกรณีของท่อน้ำเมื่อความดันสูง ผนังท่อต้องหนา สำหรับฉนวนไฟฟ้านั้นแรงดันยิ่งสูง ฉนวนที่หุ้มต้องหนาขึ้น ฉะนั้นจึงกำหนดการเป็นฉนวนด้วยค่าแรงดันไฟฟ้า ด้วยค่า เช่น 300, 600, 1,000, 3,000, 5,000 และ 15,000 โวลท์ เป็นต้น ในกรณีของไฟสลับค่าแรงดันไฟฟ้าจะเป็นค่ายังผล (RMS หรือ effective value) พึงระมัดระวังไว้เสมอว่า สายที่หุ้มฉนวนระบุค่าแรงไฟฟ้าไม่เกินค่าที่ระบุนั้น ถ้าหากใช้กับแรงดันไฟฟ้าเกินกำหนด ฉนวนของสายไฟจะเบรคดาวน์ (breakdown) หรือถูกเจาะทะลุทำให้เกิดลัดวงจร ซึ่งอาจทำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือเกิดพลังไหม้ได้ โดยทั่วไปตามอาคารบ้านเรือน สายไฟที่ใช้จะเป็นชนิดที่หุ้มฉนวนแรงดัน 600 โวลท์

ตารางที่ 3 สภาพการนำไฟฟ้าสูงสุดของตัวนำทองแดง

ขนาดสายโซลิด	สภาพการนำไฟฟ้าที่ 20°C (%)		
ทองแดง (ม.ม.)	อบแล้ว	อบแล้วชุบดีบุก	รัดแข็ง
0.1 - 0.23	97	93	-
0.26 - 0.35	97	94	-
0.4 - 0.45	97	94	96
0.5 - 0.9	98	95	96
1.0 - 1.8	98	96	96
2.0 - 8.0	99	97	97
9.0 - 12.0	99	97	97

ที่มา (สุวรรณ : 2523)

4. ชนิดของสายไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

4.1 ชนิดที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้มภายนอก โดยทั่วไปเรียกว่า สายเปลือย (Bare Wire) ใช้เป็นสายไฟแรงสูง หรือแรงต่ำ มักจะวางพาดไว้กับเสาสูง ๆ เพื่อความปลอดภัยจะเห็นได้จากสายไฟฟ้าแรงสูงที่ส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าจากเขื่อนยันฮีและจากโรงไฟฟ้าใหญ่ ๆ เชื่อมโยงไปตามจังหวัดต่าง ๆ หรือภายในเมือง ก่อนที่ต่อเข้าหม้อแปลงกำลัง (power transformer) สายเปลือยจุกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าสายหุ้มฉนวน ซึ่งมีขนาดและพื้นที่หน้าตัดเท่ากันได้เกือบเท่าตัว เพราะขึงไว้ในที่สูง ลมโกรกเสมอไม่ร้อน สายเปลือยไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เดินภายในอาคาร

4.2 สายที่มีฉนวนหุ้มห่อ (Insulated Wire) ชนิดนี้ใช้กันมากตามอาคารบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม ในวงจรอิเลคทรอนิคส์ วงจรสื่อสารคมนาคม ทั้งนี้เพราะให้ความปลอดภัย ป้องกันความชื้น บางชนิดกันความร้อนได้ มีหลายชนิดดังนี้

4.2.1 สายหุ้มยาง (Rubber Insulated Wire or Valcanized Rubber Covers) เป็นสายที่หุ้มยางมีทั้งแบบธรรมดาและทนความร้อน สายชนิดนี้ใช้ได้ไม่นานยางจะเปื่อยและเสื่อมคุณภาพ ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 สายที่ห่อหุ้มภายนอกด้วยด้ายถัก (Cotton braid) ได้แก่สายที่ห่อหุ้มด้วยยางตาม ข้อ ก. แต่ภายนอกมีด้ายถักห่อหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้ บางชนิดมีด้ายถักห่อหุ้ม 2-3ชั้น คุณภาพดีกว่าสายที่มีด้ายถักชั้นเดียว เช่นสายที่ใช้กับเตารีดและเครื่องให้ความร้อน (heater) เป็นต้น

4.2.3 สายหุ้ม PVC ชนิดนี้ทนทานต่อดินฟ้าอากาศ ไม่ติดไฟ ทนทานต่อความร้อน แข็ง เหนียว ไม่เปื่อยง่าย นิยมใช้กันมาก

4.2.4 สายหุ้มพลาสติกธรรมดา เป็นสายอ่อนเส้นเล็ก ภายในมีหลายเส้น เป็นสายที่ไม่ถาวร ติดไฟได้ง่าย

4.2.5 สายเคลือบน้ำยา หรือสายอินาเมล (Enamel Cover) เป็นสายเปลือยเคลือบด้วยน้ำยาเคมี ใช้มากในงานซ่อมพัดขดลวดไดนาโม มอเตอร์ หม้อแปลง ฯลฯ

4.2.6 สายที่มีเปลือกโลหะหุ้ม นิยมใช้ฝังกำแพงตึกหรือดิน

5. การเลือกขนาดสายไฟให้เหมาะสม

ฟูศักดิ์ จงเพื่องปริญญา (2523 : 43) กล่าวว่า ปกติเมื่อทราบแรงดันไฟฟ้า และกระแสในวงจรแล้ว การเลือกสายไฟที่ใช้งานจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับงาน และต้องใหญ่พอที่จะไม่ให้เกิดอุณหภูมิสูงเกินขีดอันตราย และหลีกเลี่ยงการสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าในรูปของแรงดันตก ข้อดีของแรงดันตกในสายที่มีค่าน้อยนั้นก็คือ ยิ่งมีแรงดันตกน้อย ก็สูญเสียกำลังงานไฟฟ้าน้อย ตัวอย่าง เช่น แรงดันตกเท่ากับ 5% นั้นหมายความว่า 5% ของกำลังงานไฟฟ้าสูญเสียเป็นความร้อนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เลยในสาย ยิ่งไปกว่านั้นอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจะทำงานให้ประสิทธิภาพสูงสุดที่แรงดันที่ออกแบบตามกำหนดที่ป้ายบอก (name plate) ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแรงดันที่กำหนด (rated value) 5% กำลังงานเอาท์พุทจะตกลงเกือบ 10% กำลังงานเอาท์พุทจะตกลง 19%

ในกรณีของหลอดไฟ ถ้าใช้งานที่แรงดันต่ำกว่าค่ากำหนด 5% กำลังงานแสงสว่างจะตกลง 16% ถ้าแรงดันต่ำกว่าค่ากำหนด 10% กำลังงานแสงสว่างจะตกลงมากกว่า 30% เป็นต้น

6. ข้อกำหนดของแรงดันตก

มาตรฐาน NE Code ได้ให้คำแนะนำว่า สายไฟที่เลือกใช้งานจะต้องให้แรงดันตกไม่เกิน 3% ในวงจรย่อย (branch circuit) และไม่เกิน 5% เมื่อคิดตั้งแต่จุดเริ่มของสายป้อน (feeder) ผ่านวงจรย่อยถึงโหลด ที่เป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในทางปฏิบัติที่ดีแล้ว แรงดันตกในสายป้อนและวงจรย่อยแต่ละอย่างไม่ควรเกิน 1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคิดแรงดันตกขณะมีกระแสไหลในสาย หาได้จาก

สูตร	CM	=	22xDxI/Ed
เมื่อ	22	=	ค่าคงที่สำหรับสายทองแดง (35 สำหรับสายอลูมิเนียม)
	D	=	ระยะทาง (ฟุต-คิดทางเดียว)
	I	=	กระแสที่ไหลในสาย-แอมแปร์
	CM	=	เซอร์คิวล่าร์มิล
	Ed	=	ค่าแรงดันตกในสาย-โวลท์

หรือจะคิดค่าแรงดันตกในสายโดยใช้กฎเกณฑ์ของโอห์ม ดังนี้

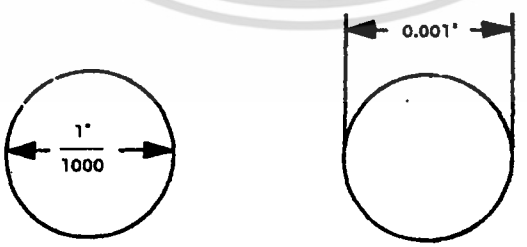
แรงดันตก = กระแส x ค่าความต้านทานของสาย

สูตร 2 สูตรที่ข้างบนนี้จะใช้ได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อวงจรนั้นเป็นวงจรกระแสไฟตรงหรือไฟสลับ 1 เฟส ในกรณีที่เป็น 3 เฟส ให้ใช้วิธีการคำนวณดังข้างบนแล้วคูณด้วย 0.865 ก็จะได้คำตอบที่ถูกต้อง

หน่วยที่ใช้ในการบอกขนาดสายไฟฟ้า

ขนาดของสายไฟฟ้าคิดเป็นพื้นที่หน้าตัด และขนาดของสายไฟที่ใช้กันในปัจจุบัน มักจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ถึง 1 นิ้ว จึงมีหน่วยย่อยลงมาสำหรับวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟเป็น มิล (mil) ซึ่งมีค่า = $\frac{1}{1000}$ นิ้ว และมิลในที่นี้มีความหมายและค่าแตกต่างไปจากมิลลิเมตร พื้นที่หน้าตัดมีหน่วยเป็นเซอร์คิวลาร์มิล (Circular mil) ตารางมิล (Square mil)

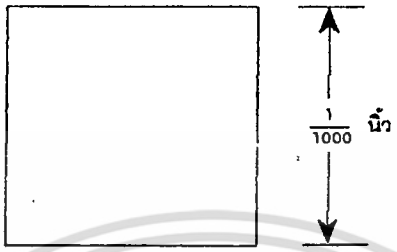
พื้นที่หน้าตัดที่มีหน่วยเป็นเซอร์คิวลาร์มิล (Circular mil) เขียนตัวย่อเป็น Cir. Mil. คือพื้นที่หน้าตัดของสายไฟที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{1}{1000}$ นิ้ว หรือ 0.001 นิ้ว (ดูรูปที่ 1)



รูปที่ 1 พื้นที่หน้าตัดที่มีหน่วยเป็นเซอร์คิวลาร์มิล

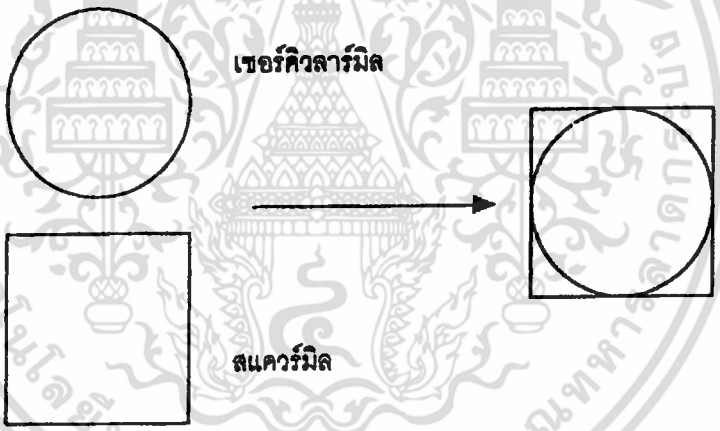
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่หน้าตัดที่มีหน่วยเป็นสแควร์มิล (Square mil) คือ พื้นที่หน้าตัดของสายไฟที่มีด้านกว้างและด้านยาวเท่ากับ $1/1000$ นิ้ว หรือ 0.001 นิ้ว (ดูรูปที่ 2)



รูปที่ 2 พื้นที่หน้าตัดที่มีหน่วยเป็นสแควร์มิล

การเปรียบเทียบ เซอร์คิวลาร์มิลและสแควร์มิล (ดูรูปที่ 3)



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบ เซอร์คิวลาร์มิลและสแควร์มิล

พื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าที่บอกขนาดเป็นตารางมิลลิเมตรหรือ Sq. mm. (mm^2) หาพื้นที่ได้จากเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (มม.) เช่น สายไฟเส้นหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. พื้นที่หน้าตัดจะเป็นดังนี้

พื้นที่หน้าตัด = 22 / 7 x (เส้นผ่านศูนย์กลาง)^2 / 4

= 3.41 x 4/4

= 3.14 มม.^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้านทานของสายไฟฟ้า

ความต้านทานของสายไฟฟ้าจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้

1. พื้นที่หน้าตัดของสาย สายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำใหญ่ มีความต้านทานน้อยกว่าสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำเล็ก

2. ความยาวของสาย สายไฟฟ้าที่มีความยาวยิ่งมาก ความต้านทานก็จะมากขึ้นตาม

3. อุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความต้านทานของสายไฟฟ้าจะเปลี่ยนไป

4. วัสดุที่ใช้ทำสาย ความต้านทานของสายไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของวัสดุที่ใช้ทำสาย

เมื่อสายไฟฟ้ามีความต้านทานมากจะทำให้แรงดันที่สายไฟลดลง เมื่อแรงดันที่จ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าลดลงต่ำกว่าที่กำหนดจะทำให้การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าไม่ดีเท่าที่ควรประสิทธิภาพในการทำงานก็จะลดลง

ชนิดของสายไฟหุ้มฉนวนและการนำไปใช้งาน

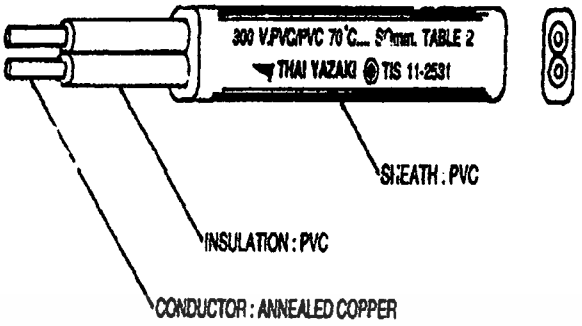
ชิดชัย ประจงแสงสี (2516 : 32) กล่าวว่า สายไฟที่หุ้มฉนวนมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน เช่น บางชนิดผลิตขึ้นเพื่อใช้สำหรับติดตั้งบ้านพักอาศัย บางชนิดเหมาะสำหรับใช้ติดตั้งในโรงงานอุตสาหกรรม บางชนิดเหมาะที่จะติดตั้งนอกอาคารตากแดดตากฝน บางชนิดผลิตขึ้นมาเพื่อติดตั้งในที่ที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง หรือบางชนิดเหมาะที่จะใช้ในสภาพที่เปียกชื้น สายไฟที่หุ้มฉนวนจะระบุค่าแรงดันไฟฟ้าไว้ และไม่ควรใช้กับแรงดันเกินค่าที่ระบุไว้ มิฉะนั้น ฉนวนที่หุ้มสายไว้จะถูกเจาะทะลุทำให้เกิดการลัดวงจร หรือ break down ทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือเกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้า ฉนวนที่หุ้มสายไฟมีหลายชนิด เช่น แอสเบสตอส ยางทนความร้อน สารเทอร์โมพลาสติก พีวีซี สารเทอร์โมเซทติง และอาจหุ้มตั้งแต่ 1-3 ชั้น ขึ้นอยู่กับสภาพที่จะนำไปใช้ติดตั้ง

ชนิดของสายไฟหุ้มฉนวน

รายละเอียดของสายไฟหุ้มฉนวนชนิดใช้ติดตั้งในบ้านพักอาศัย ในโรงงานอุตสาหกรรม ที่จะต้องทราบมีดังนี้

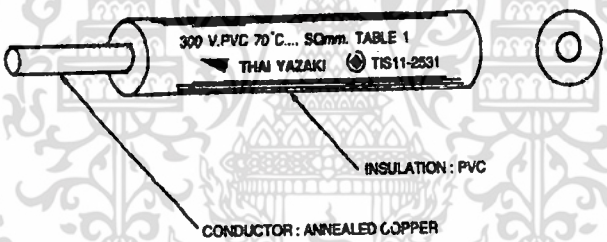
1. ชนิด VAF เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงฉนวนหุ้ม PVC ใช้เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไปในอาคาร ทนอุณหภูมิ 70° C ใช้กับแรงดัน 300 โวลท์ ลักษณะของ VAF (ดูรูปที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



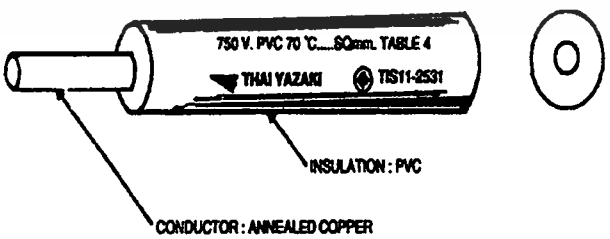
รูปที่ 4 ชนิดVAFเส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงฉนวนหุ้มPVC

2. ชนิด IV เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC ใช้เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไปในอาคาร ทนอุณหภูมิ 70° C ใช้กับแรงดัน 300 โวลท์ (ดูรูปที่ 5)



รูปที่ 5 ชนิด IV เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC

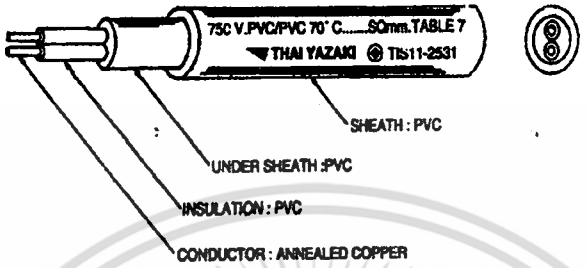
3. ชนิด THW เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC ใช้เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ทนอุณหภูมิได้ 70° C ใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 โวลท์ (ดูรูปที่ 6)



รูปที่ 6 ชนิด THW เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC

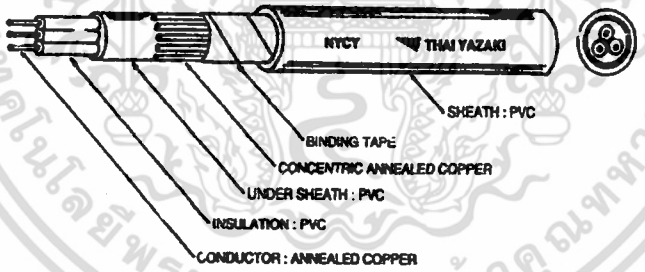
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ชนิด NYY เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น ใช้เดินสายฝังดิน โดยไม่ต้องใส่ในท่อเหล็ก ทนอุณหภูมิได้ไม่เกิน 70° C ใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 โวลท์ (ดูรูปที่ 7)



รูปที่ 7 ชนิด NYY เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC

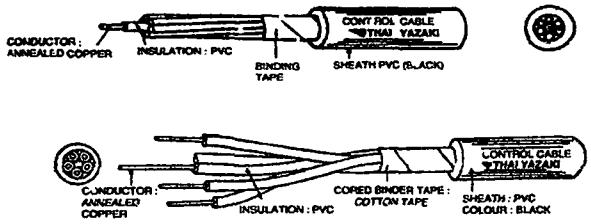
5. ชนิด NYCY เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น มีสายดินอยู่รอบนอกใต้เปลือก ใช้เป็นสายนิวตรอล ใช้เดินฝังในดินโดยไม่ต้องใส่ท่อเหล็ก ทนอุณหภูมิได้ 70° C ใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 โวลท์ สายชนิด NYCY (ดูรูปที่ 8)

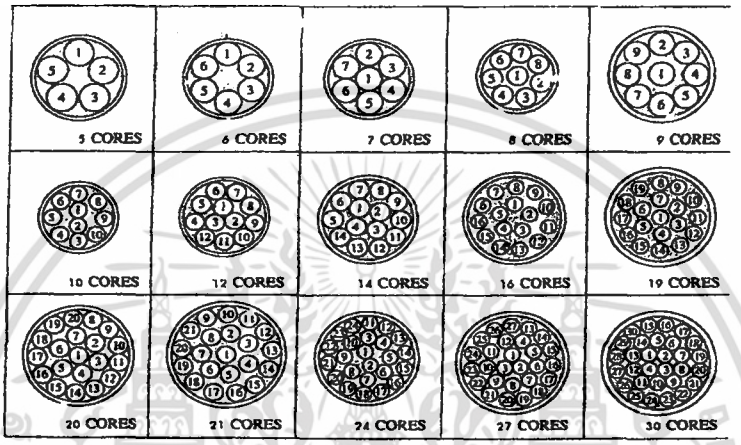


รูปที่ 8 ชนิด NYCY เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC

6. ชนิด CVV เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC มีเปลือก PVC หุ้มข้างนอกอีก1ชั้น ระหว่างสายแต่ละเส้นจะมีเชือกใช้อยู่ด้วยเป็นสายควบคุม (Control Cable) เครื่องจักรกลใช้กับแรงดัน 600 โวลท์ ทนอุณหภูมิได้ 70° C สายชนิด CVV (ดูรูปที่ 9)

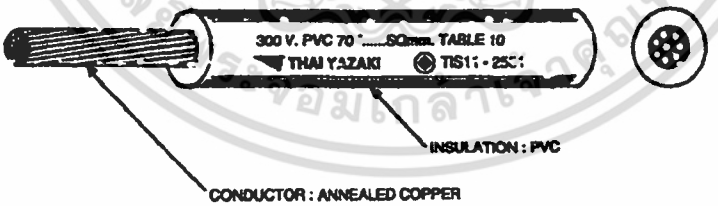
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 9 ชนิด CVV เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC

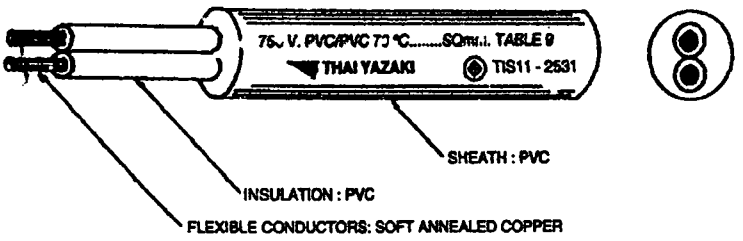
7. ชนิด VSF เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC ใช้เดินสายเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป ใช้กับแรงดันไม่เกิน 300 โวลท์ ทนอุณหภูมิได้ 70° C ลักษณะของสายชนิดนี้ (ดูรูปที่ 10)



รูปที่ 10 ชนิด VSF เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC

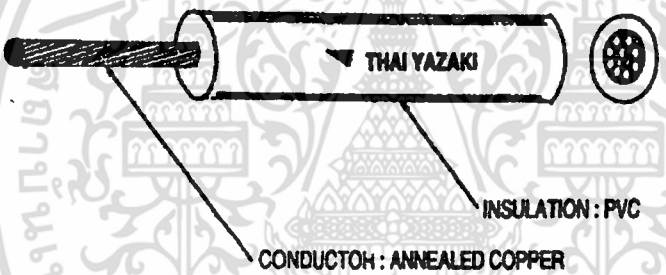
8.ชนิด VCT เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC เป็นสายอ่อน (flexible) ใช้สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วๆ ไป เช่น พัดลม นำเคลื่อนที่ไปมาสะดวก ใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 โวลท์ ทนอุณหภูมิได้ 70° C ลักษณะของสาย (ดูรูปที่ 11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



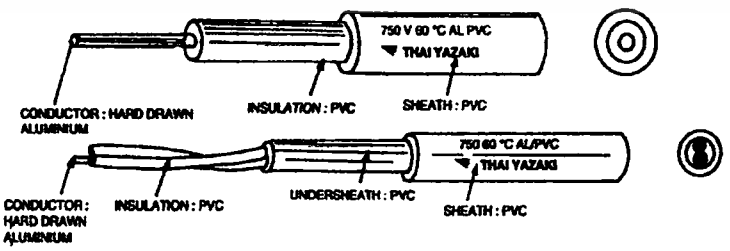
รูปที่ 11 ชนิด VCT เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC

9. ชนิด AV เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงฝอย ฉนวนหุ้ม PVC ใช้เดินสายไฟในรถยนต์ ทนอุณหภูมิได้ 60°C ลักษณะของสาย (ดูรูปที่ 12)



รูปที่ 12 ชนิด AV เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงฝอย ฉนวนหุ้ม PVC

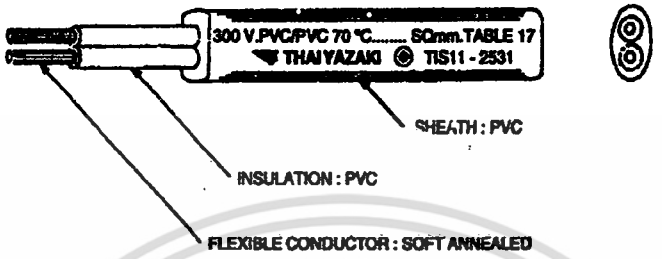
10. ชนิด NAYY เส้นลวดตัวนำทำด้วยอะลูมิเนียม ฉนวนหุ้ม PVC และมีเปลือก PVC หุ้มอีกชั้นหนึ่ง ใช้เดินสายฝังดินโดยตรงไม่ต้องใส่ท่อโลหะ ใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 โวลท์ ทนอุณหภูมิได้ 60°C ลักษณะของสาย (ดูรูปที่ 13)



รูปที่ 13 ชนิด NAYY เส้นลวดตัวนำทำด้วยอะลูมิเนียม ฉนวนหุ้ม PVC

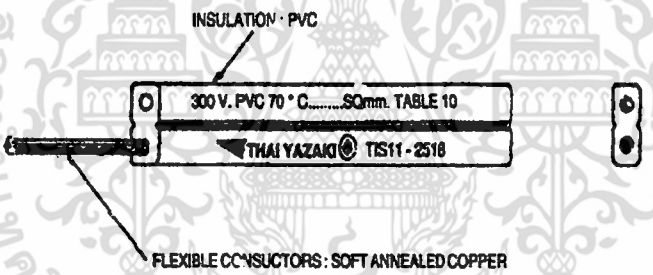
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ชนิด VKF เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงหลายเส้น งอได้แต่ไม่หัก หุ้มฉนวน PVC ชั้นนอกหุ้ม PVC อีกชั้น ใช้เดินสายในอาคาร และเดินสายอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้กับแรงดันไม่เกิน 300 โวลท์ ทนอุณหภูมิได้ 70° C ลักษณะของสาย (ดูรูปที่ 14)



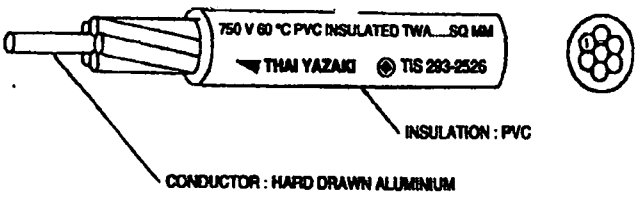
รูปที่ 14 ชนิด VKF เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงหลายเส้น งอได้แต่ไม่หัก หุ้มฉนวน PVC

12. ชนิด VFF เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงหลายเส้น งอได้แต่ไม่หัก ใช้เดินสายอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป ใช้กับแรงกันไม่เกิน 300 โวลท์ ทนอุณหภูมิได้ 70° C ลักษณะสาย (ดูรูปที่ 15)



รูปที่ 15 ชนิด VFF เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงหลายเส้น

13. ชนิด TWA, THWA เส้นลวดตัวนำทำด้วยอะลูมิเนียม ฉนวนหุ้ม PVC ใช้เดินสายทั่วไป ขนาดเล็กใช้เดินสายในอาคาร ใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 โวลท์ ทนอุณหภูมิได้ 70° C ตามลำดับ ลักษณะสายชนิดนี้ (ดูรูปที่ 16)



รูปที่ 16 ชนิด TWA, THWA เส้นลวดตัวนำทำด้วยอะลูมิเนียม ฉนวนหุ้ม PVC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36100

การเลือกขนาดของสายไฟให้เหมาะสม

สุวรรณ บุญทิพย์ (2539 : 103) กล่าวว่า **เมื่อจะติดตั้งไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย หรือในโรงงาน ถ้าเป็นระยะทางไกลต้องคำนึงถึงการเสียกำลังงานไฟฟ้าในรูปของแรงดันตก แต่ถ้าเป็นระยะทางใกล้อาจไม่จำเป็นต้องคำนึงถึง เพราะระยะทางใกล้ ๆ ค่าแรงดันในสายจะตกน้อย เมื่อเราทราบแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจรแล้ว การเลือกสายต้องให้เหมาะสมกับประเภทงานที่จะใช้ สายต้องใหญ่พอที่จะไม่ทำให้อุณหภูมิสูงเกินขีดอันตราย เพราะสายที่เล็กเกินไปจะเกิดการสูญเสียกำลังงานไฟในรูปของแรงดันตกมาก ถ้าแรงดันตกน้อยหมายถึงการสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าน้อยตามไปด้วย เช่น ถ้าแรงดันตกร้อยละ 10 ก็หมายความว่า 10% ของกำลังงานไฟฟ้าสูญเสียเป็นพลังงานที่ไม่ได้ประโยชน์เลย ถ้าหลอดไฟใช้งานแรงดันต่ำกว่าที่กำหนด 10% กำลังงานแสงสว่างจะตกลงประมาณ 32%**

สำหรับไฟตรงและไฟฟ้าระบบหนึ่งเฟส

$$Vd = \frac{2IDRT}{1,000}$$

สำหรับไฟฟ้าระบบ 3 เฟส ซึ่งเป็นค่าแรงดันลดระหว่างเฟส

$$Vd = \frac{1.732IDRT}{1,000}$$

สำหรับไฟฟ้าระบบ 3 เฟส ซึ่งเป็นค่าแรงดันลดระหว่างสายเฟสกับสายกลาง

$$Vd = \frac{IDRT}{1,000}$$

เมื่อ V_d = แรงดันไฟฟ้าลด

I = กระแสไฟฟ้า

D = ความยาวสายไฟ – ระยะทาง ฟุต (คิดทางเดียว)

R = ความต้านทาน

T = **อุณหภูมิที่แก้ (ดูในตารางที่ 5)**

ตัวอย่าง ติดตั้งดวงโคม 1000 วัตต์ 200 โวลต์ ห่างจากมิเตอร์เป็นระยะทาง 600 ฟุต จงเลือกขนาดสายไฟฟ้าชนิด VAF ที่เหมาะสมในการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสที่ใช้ในดวงโคม $= \frac{1000}{220}$

$= 4.545$ แอมแปร์

$V_d = \frac{2IDRT}{1000}$

พิจารณาเลือกสายขนาด 2.5 มม.^{2}

ระยะทางเป็นเมตร = 600 x 0.3048 = 182.88 เมตร

อุณหภูมิจากตาราง 40° C ค่าที่แก้ = 1.0786

ความต้านทาน = 7.28 โอห์ม/กม.

$V_d = \frac{2x4.545x182.88x1.0786x4.5}{1000}$

$= 13.053$ โวลต์

ถ้าเลือกสายขนาด 2.5 มม.^{2} แรงดันลดที่สายมากคือ 13.053 โวลต์

พิจารณาเพิ่มสายโตขึ้น เป็นขนาด 4 ตร.มม.

ความต้านทานของสายจะเป็น 4.5 โอห์ม/กม.

แรงดันลดในสาย $= \frac{2x4.545x182.88x1.0786x4.5}{1000}$

$= 8.068$ โวลต์

ควรเลือกสายไฟขนาด 4 ตร.มม.

การต่อและเข้าสายไฟฟ้า

ส่ง สุขตานนท์ (2523 :63) กล่าวว่า ในการปฏิบัติงานไฟฟ้านั้น การต่อสายไฟเข้าด้วยกัน การต่อสายไฟเข้าสวิทช์ ปลั๊ก หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ จัดได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง เพราะถ้าใช้เทคนิค วัสดุไม่ถูกต้อง และขาดความประณีตในงาน ย่อมจะก่อให้เกิดปัญหาแก่การทำงานของเครื่องไฟฟ้าทำให้ต้องเสียเวลา ทั้งยังอาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้อีกด้วย เทคนิคในการต่อและเข้าสายไฟมีหลายวิธีด้วยกัน ในบทความนี้ จะกล่าวถึงส่วนที่นิยมและยอมรับใช้งานทางด้านไฟฟ้าในปัจจุบัน

1. การปอกสายไฟฟ้า มีวิธีที่นิยมใช้ดังนี้

1.1 โดยใช้มีด อาจจะเป็นมีดพับ หรือมีดบาง ๆ ขนาดเล็ก ๆ ก็ใช้ปอกสายไฟได้ดี แต่ผู้ใช้ต้องมีความชำนาญพอควร มิฉะนั้นจะไปตัดสายไฟบางส่วนให้ขาดออกไป การใช้มีดปอกสายที่ถูกวิธี ควรปอกสายให้มีลักษณะคล้ายกับการเหลาดินสอดำ โดยการวางมีดทำมุม 45 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

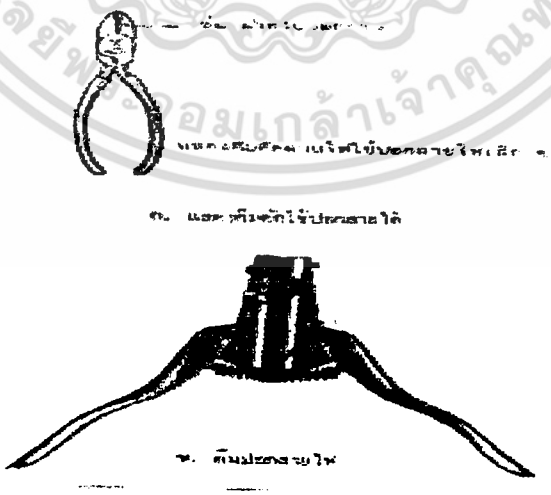
กับแนวสายใช้คมมีดเฉือนฉนวนเข้าไป แต่อย่าให้คมมีดกดลึกเกินไปนัก เพราะจะทำให้คมมีดเฉือนเอาเส้นลวดในนั้นขาด หรือเป็นรอยคมมีด สายจะหักและขาดได้ง่าย เมื่อเฉือนไปถึงเส้นลวดแล้วให้เปลี่ยนจากมุมที่ 45 องศา โดยให้ใบมีดขนานไปกับลวดไฟฟ้า แล้วเฉือนไปตลอดสายที่ต้องการปอกนั้นโดยรอบเส้นรวดนั้น ข้อระมัดระวังก็คือ อย่าใช้มีดควั่นสายที่ต้องการจะปอก เพราะจะมีรอยลึกรอบ ๆ เส้นลวด เวลาบิดลวดจะขาดได้ง่าย การใช้มีดปอกนี้สามารถใช้ได้กับสายขนาดเล็ก จนถึงขนาดใหญ่มาก ๆ สายที่กล่าวถึงนี้เป็นสายหุ้มฉนวน PVC หรือยาง (ดูรูปที่ 17)

รูปที่ 17 ลักษณะของสายไฟที่ใช้มีดปอกฉนวนออกลักษณะคล้ายกับเหลาดินสอ

2. การใช้คีม

2.1 คีมตัดสาย แบบที่มีรูตรงคมตัด คีมจะมีช่องอยู่ตรงกลางประมาณ 3 ช่อง ใช้สำหรับปอกสายเล็ก ๆ สำหรับเดินสายไฟฟ้าตามอาคารบ้านเรือน และวงจรอิเลคทรอนิคส์ได้ดี

2.2 ใช้คีมปอกสายไฟโดยเฉพาะ (Stripper) คีมชนิดนี้ใช้สำหรับปอกสายที่โตไม่เกิน 12 A.W.G การใช้คีมชนิดนี้ง่ายมาก เพราะลักษณะของคีมชนิดนี้มีส่วนบีบสายไว้ และส่วนที่ถอดฉนวนออกส่วนที่ถอดฉนวนนั้นมีช่อง 4 หรือ 5 ช่อง ตามขนาดของสาย ควรเลือกช่องให้เหมาะกับขนาดสาย มิฉะนั้นลวดอาจถูกตัดเป็นรอยได้ (ดูรูปที่ 18)



รูปที่ 18 คีมปอกสายไฟโดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19137

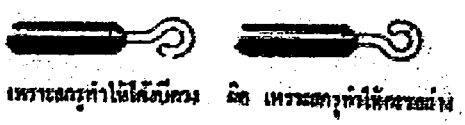
3. การต่อสายเข้ากับขั้วสายไฟ

การต่อสายเข้ากับขั้วของอุปกรณ์นั้น วิธีการขึ้นอยู่กับแบบของขั้วที่ออกแบบถ้าอุปกรณ์ต้องการใช้สายเบอร์ 8 หรือเล็กกว่า ปกติแล้ว จะทำขั้วสายไฟ (ดูรูปที่ 19) มีสกรูไขติดกับแผ่นขั้ว สายไฟซึ่งที่ปลายจะงอขึ้น เพื่อไม่ให้สายที่ถูกสกรูรัดไถลออก โปรดสังเกตว่าที่ปลายของสกรูจะบานออก ทั้งนี้ก็เพื่อไม่ให้สกรูนี้หลุดหาย การต่อสายไฟเข้ากับขั้วสายไฟแบบนี้ ถ้าเป็นสายแข็งควรจะงอเป็นตะขอ การวางตะขอคล้องรูก็ต้องมีเทคนิคโดยถือหลักว่าการหมุนสกรูเข้าจะต้องเวียนขวา ถ้าวางในตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว ขณะที่หมุนสกรูเข้าวงตะขอ จะถูกปรับให้รัดสกรูโดยอัตโนมัติ วิธีที่ดีที่สุดควรใช้คีมปากยาวช่วยดัดหลังจากคล้องเข้าไปใต้สกรูแล้ว (ดูรูปที่ 20)

รูปที่ 19 ขั้วสายสำหรับต่อสายดิน

รูปที่ 20 สายแข็งงอเป็นตะขอ

นอกจากนั้นการปอกสายควรจะกะให้ปลายสุดของฉนวนอยู่ใกล้กับหัวของสกรู เพราะถ้าปอกเปลือยยาวเกินไปโอกาสที่จะบิดงอแล้วหักมีมาก ขั้วของสวิทช์กับปลั๊กไฟที่ทันสมัย และใช้กันมากนั้น ขั้วสายจะทำเป็นรู เมื่อปลอกสายเสร็จเลื่อนเข้าไปแล้วขันสกรูตัวเล็กๆ ที่อยู่ข้าง (ดูรูปที่ 21)



รูปที่ 21 สายเป็นแบบสกรูโค้งปิดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

สำหรับสายอ่อน หรือสายสะแตรนมักจะนิยมใช้หางปลา ซึ่งมีทั้งแบบใช้สกรูหนีบและใช้บีบรัดถาวรเลย แบบแรกนิยมใช้ตั้งแต่สายเล็กขนาด 0.5 ตร.มม. ขึ้นไป แบบหลังจะต้องใช้คีมหนีบรั้วหางปลาให้รัดสายถ้าเป็นสายขนาดใหญ่ ขนาด 500 MCM เมื่อหนีบหางปลาแล้วควรจะหยอดตะกั่วเหลวอุดช่องว่างระหว่างสายสะแตรนแต่ละเส้นเพื่อให้สายยึดกับรูหางปลาแน่นหนา และป้องกันความชื้นได้อีกด้วย แบบแรกจะต้องหมั่นกวดสายให้แน่นอยู่เสมอ มิฉะนั้นกระแสจะเจินได้ไม่เต็มที่ หน้าสัมผัสของโลหะตัวนำทั้งสองอาจถูกสปาร์ค เป็นหน้าข้าวตังเสียหายได้ แบบนี้ใช้กับสายขนาดเบอร์ 6 หรือใหญ่กว่าข้อควรระวังก็คือ ก่อนสอดตัวนำสายเข้าไปในรูปของหางปลาจะต้องทำความสะอาดผิวให้เรียบร้อย

4. การต่อสายไฟ

ในการเดินสายไฟตามอาคารบ้านเรือน เช่น วงจร ไฟแสงสว่าง ปลั๊ก มักจะหลีกเลี่ยงไม่พ้นการต่อสายไฟ สิ่งที่เห็นได้ง่าย ๆ และใกล้ตาที่สุดก็คือ สายเมนของไฟบ้านที่ต่อจากสายเมนของการไฟฟ้าหน้าบ้านเป็นต้น (ดูรูปที่ 22)

รูปที่ 22 การเข้าสายกับปลั๊กไฟ

ปกติแล้วข้อกำหนดในการต่อสายไฟให้ปลอดภัยมีมาตรฐานกำหนดไว้ ซึ่งจะบ่งบอกให้ตรงกับลักษณะของงาน จุดมุ่งหมายของการต่อสายไฟฟ้านั้นก็คือ ต้องการส่งพลังงานไฟฟ้าไปใช้ยังจุดที่ต้องการ หรือเพื่อให้สะดวกในการปฏิบัติงาน การต่อสายไฟฟ้าให้ได้ดีนั้นจะต้องประกอบไปด้วย

4.1 ทางด้านความแข็งแรง รอยต่อนั้นต้องแข็งแรงไม่หลุดจากกันง่าย ยิ่งแข็งแรงพอๆ กับสายไฟที่มีความต่อเนื่องเป็นเนื้อเดียวกันด้วยยิ่งดี

4.2 ทางด้านไฟฟ้า ตรงรอยต่อจะต้องให้สัมผัสกันมากที่สุดเพื่อให้สายไฟฟ้าตรงรอยต่อนั้นมีความต้านทานน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

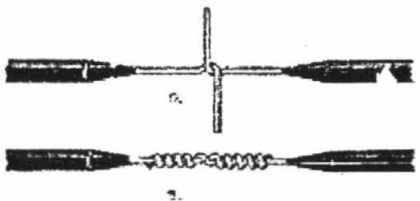
4.3 เมื่อต่อสายไฟเข้าด้วยกันเรียบร้อยแล้ว ฉนวนที่เพิ่มเติมเข้าไปตรงรอยต่อ จะต้องทำให้ได้ดีทั้งทางด้านคุณสมบัติในการเป็นฉนวนและรูปร่างเหมาะสม เข้ากับรูปร่างของฉนวนหุ้มสายไฟบริเวณที่อยู่ใกล้รอยต่อ (ดูรูปที่ 23, 24)

รูปที่ 23 หางปลาแบบใส่สกรูหนีบ

รูปที่ 24 หางปลาแบบบีบรัด

ถ้าหากในการปฏิบัติการในข้อที่ 1 ทำไม่ดี เมื่อใช้งานไปเรื่อย ๆ อาจถูกกระชากหรือแตะต้องบ่อย เช่นเนื่องจากลมพัด หรือเจตนา และไม่เจตนาของมนุษย์ รอยต่ออาจจะชำรุด กระแสไฟฟ้าจะไหลไม่สะดวกเกิดอาการที่เรียกว่าสปาร์ค (Spark) ขึ้น ทำให้เกิดความร้อน ทั้งยังทำให้ไฟกระพริบ หรืออาจดับไปเลยก็ได้ ถ้าหากการสปาร์คเกิดขึ้นเป็นเวลานาน และมีความร้อนเกิดขึ้นมากตรงรอยต่อ หากบริเวณใกล้ส่วนที่เกิดสปาร์คมีวัสดุที่ติดไฟได้ง่าย อาจทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ ฉะนั้นช่างไฟฟ้าจะต้องให้ความพิถีพิถันเกี่ยวกับการต่อสายไฟฟ้าให้มาก ๆ (ดูรูปที่ 25)

การต่อสายไฟจะต้องเริ่มต้นด้วยการปอกสายไฟให้ถูกต้อง เสร็จแล้วต่อกันตามวิธีการที่จะกล่าวถึงต่อไป จากนั้นจึงใช้ตะกั่วเชื่อม หรือไม่เชื่อมแล้วแต่ชนิด เมื่อเสร็จแล้วให้ใช้เทปพันสายพันหุ้มรอยต่อให้เรียบร้อย



รูปที่ 25 การต่อสายพันเกลียวธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การปอกฉนวน

การปอกฉนวนให้ใช้วิธีการแบบเดียวกับที่กล่าวในตอนต้น ในเรื่องการเข้าสายไฟถ้าเป็นกรณีสายอ่อนจะต้องระวังไม่ให้สายเส้นเล็กขาด ในกรณีที่เป็นสายที่หุ้มด้วยใยถักจำเป็นที่จะต้องปอกส่วนที่เป็นใยถักออกด้วย ให้ปอกเลยเกินไปทางข้างหลังระยะหนึ่ง มากน้อยขึ้นอยู่กับของขดสาย จะต้องตัดส่วนที่เป็นใยถักให้เป็นข้อ เสร็จแล้วให้ปอกเฉียงตามขั้นตอน (ดูรูปที่ 26)

รูปที่ 26 การปลอกสายเพื่อต่อ

6. การต่อสาย แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

6.1 การต่อสายเส้นเดียว

6.1.1 การต่อสายพันเป็นเกลียวธรรมดา (Western union splice) แบบนี้สายที่ใช้ต่อจะต้องเป็นสายแข็ง ขั้นแรกให้ปอกฉนวนที่หุ้มสายประมาณ 3 นิ้ว เมื่อทำความสะอาดแล้ว นำมาต่อกัน แล้วจึงใช้คีมบิดให้เป็นเกลียวให้แน่น การต่อสายแบบนี้ใช้สำหรับต่อสายให้ยาวออกไป และต้องการแรงดึงให้สายตึง (ดูรูปที่ 27)

รูปที่ 27 การต่อสายแบบหางเปีย

6.1.2 การต่อแบบหางเปีย (Pigtail splice) เป็นการต่อสายให้ซ่อนเงื่อนอยู่ภายในกล่อง ไม่เหมาะที่จะใช้แรงดึง ขั้นแรกให้ปอกฉนวนหุ้มประมาณ 3 นิ้ว ทำความสะอาดสายแล้วเอาปลายทั้งสองมาบิดเป็นเกลียวให้แน่น

6.1.3 การต่อสายอ่อนกับสายแข็งเข้าด้วยกัน ขั้นแรกให้ปอกสายแต่ละชนิดยาวประมาณ 3 นิ้ว แล้วทำความสะอาดสาย จากนั้นให้ใช้สายอ่อนบิดพันเป็นเกลียวรอบสายแข็ง เสร็จแล้วให้งอสายแข็งเป็นตะขอเพื่อป้องกันมิให้สายอ่อนหลุด (ดูรูปที่ 28)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

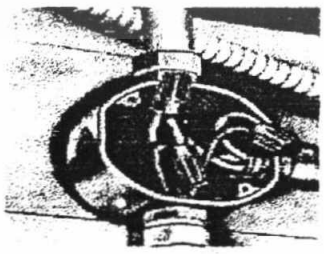
แสดงการต่อสายไฟอ่อนกับสายแข็ง

รูปที่ 28 แสดงการต่อสายไฟอ่อนกับสายแข็ง

6.1.4 การต่อแบบแยกสาย (Branch splice) การต่อแบบนี้ต้องการจะแยกสายต่อออกไป 3 หรือ 4 ทาง โดยแยกจากสายเส้นเดียว การปฏิบัติการให้ปอกสายตรงที่อ้างการต่อแยกประมาณ 1 นิ้วก่อน แล้วจึงปอกปลายสายที่จะนำมาต่อแยกให้ยาวประมาณ 3 นิ้ว

6.1.5 การต่อสายใช้ไวร์นัท (Wire-nut) ใช้ต่อสายที่จุดที่ต่อไม่ถูกดึง ส่วนมากจะใช้ต่อในกล่อง เช่น outlet box เป็นต้น ไวร์นัทที่นิยมใช้ในงานไฟฟ้า (ดูรูปที่ 29) วิธีใช้อย่าปอกสายให้ยาวเกินไป กะว่าพอสวมไวร์นัทแล้วไม่โผล่เปลือกทองแดงออกมาใต้โคนของไวร์นัท จับสายเข้าคู่ขนานกัน เสร็จแล้วขันไวร์นัทเข้าไปสายจะพันกันเอง แบบนี้ไม่ต้องใช้เทปพันสายเพราะตัวถังของไวร์นัทเป็นฉนวนอยู่แล้ว การใช้งาน (ดูรูปที่ 30)

รูปที่ 29 วิธีใช้อย่าปอกสายให้ยาวเกินไป



รูปที่ 30 การต่อสายโยใช้ไวร์นัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนั้น ยังมีข้อต่อแบบคล้ายกับไวร์นัทเรียกว่าเป็นแบบสปริง แบบนี้มีทั้งแบบตัวถังเป็นฉนวน และแบบสปริงเปลือย วิธีใช้แบบเปลือยให้จับปลายสาย ที่ปอกฉนวนแล้วเทียบขนาดปลายเสมอกัน จากนั้นใช้ข้อต่อแบบนี้สวมและขันก้านของสปริงที่ให้ไว้ใช้สำหรับช่วยบิดสปริง การบิดสปริงจะทำให้สปริงคายตัวให้รูปใหญ่ขึ้น สายจึงสวมเข้าไปได้ เมื่อหมุนให้สปริงสวมสายเรียบร้อยแล้วสปริงจะช่วยรัดให้สายแนบชิดกันแบบนี้เสร็จแล้วต้องใช้เทปพันทับอีกครั้ง(ดูรูปที่31) แบบที่ตัวถังเป็นฉนวนจะมีข้อดีกว่า และสะดวก วิธีการใช้ก็เหมือนกัน (ดูรูปที่ 32)

รูปที่ 31 แบบสปริงเปลือย

รูปที่ 32 แบบที่ตัวถังเป็นฉนวน

6.1.6 โดยการใช้สลีฟ (Sleeve) แบบนี้ให้ความสะดวกมาก แต่ต้องใช้เครื่องหนีบช่วยบีบให้สลีฟหนีบสาย สายที่ใช้ควรจะเป็นสายอ่อน สลีฟที่มีขายในท้องตลาดจะมีทั้งแบบต่อสาย 2 เส้น ต่อสายแยก 3 ทาง 4 ทาง (ดูรูปที่ 33) ขนาดของสลีฟมีจำกัด ไม่เหมาะสำหรับสายที่มีขนาดใหญ่ตั้งแต่เบอร์ 10 ขึ้นไป การเลือกสลีฟให้เหมาะกับสาย จะต้องให้สลีฟเมื่อสอดสายเข้าไปแล้วหลวมพอประมาณ การบีบจะต้องเลือกช่องและตำแหน่งให้ถูก และออกแรงพอประมาณไม่ให้มากเกินไป เพราะสายที่สอดอยู่ในรูปสลีฟอาจขาดได้ วิธีใช้ (ดูรูปที่ 34)

รูปที่ 33 ตัวอย่างสลีฟที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 34 ตัวอย่างการใช้สลีฟต่อสาย

6.1.7 โดยการใช้ข้อต่อสายที่มีพลาสติกหุ้ม ภาษาตลาดเรียกกันว่าข้อต่อลูกเต๋า (ดูรูปที่ 35) วิธีใช้เพียงแต่ปลอกสายประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวของข้อต่อ สอดเข้าไปในรูปซึ่งทำด้วยโลหะ แล้วขันสกรูบีบให้แน่น ถ้าเป็นสายอ่อนควรเชื่อมปลายสายเพื่อรวมสายฝอยไม่ให้แตก วิธีใช้ข้อต่อแบบนี้ทำเป็นแถว ๆ ประมาณ 10 ตัว ถ้าต้องการแยกใช้ให้ตัดออก (ดูรูปที่ 36)

รูปที่ 35 ตัวอย่างข้อต่อลูกเต๋า

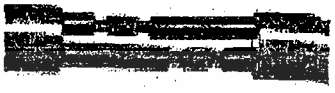
รูปที่ 36 แสดงวิธีใช้ข้อต่อลูกเต๋า

6.2 การต่อสายหลายเส้น

6.2.1 การต่อสายคู่ สายแฝดหรือสายคู่ทั่ว ๆ ไป เป็นสาย P.V.C หรือสายไหม เมื่อนำมาต่อกันให้ ปอกสายยาวข้างละ 3 นิ้ว ถึง 6 นิ้ว แล้วแต่จะต้องการความแน่นหนามากน้อยแค่ไหน การปอกต้องปอกให้ฉนวนออกยาวสั้นต่างกัน (ดูรูปที่ 37) การต่อกัน ให้ต่อตามวิธีของสายเดี่ยวแต่ละเส้นก่อน และจะต้องระวังอย่าให้รอยต่อตรงกัน จากนั้นใช้ผ้าเทปพันให้เรียบร้อย (ดูรูปที่ 38)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 37 การปอกต้องปอกให้ฉนวนออกยาวสั้นต่างกัน



รูปที่ 38 แสดงการต่อสายคู่

6.2.2 การต่อสายเส้นเดียวที่เป็นสารสะแตรน ใช้ต่อสายตั้งแต่ขนาดเบอร์ 8 ขึ้นไป ซึ่งสายเหล่านี้ส่วนมากใช้เป็นสายเมนไฟฟ้าที่ต้องรับแรงดึง วิธีการต่อให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

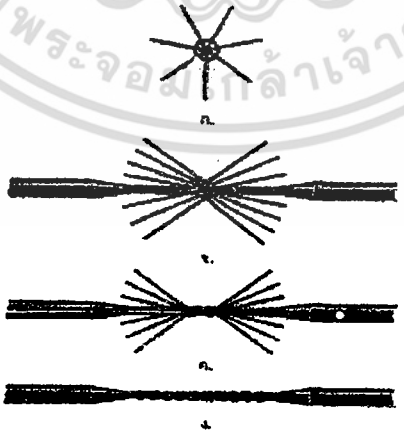
6.2 2.1 ปอกฉนวนออกข้างละ6 นิ้ว ทำความสะอาดให้เรียบร้อย

6.2.2.2 ให้คลี่ปลายสายที่ปอกในระยะ 2 ใน 3 ส่วน จัดระยะห่างให้ดีทั้งสองเส้น แล้วดึงให้ตรงทุกเส้น (ดูรูปที่ 39)

6.2.2.3 เอาสายแต่ละเส้นประสานกันเส้นต่อเส้น (ดูรูปที่ 39)

6.2.2.4 ใช้สายแต่ละเส้นพันกันให้เรียบร้อย และพันเป็นระยะเท่า ๆ กัน (ดูรูปที่ 39)

6.2.2.5 แสดงรูปเมื่อพันเรียบร้อยแล้ว (ดูรูปที่ 39)

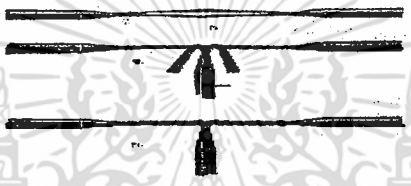


รูปที่ 39 การต่อและเข้าสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.3 การต่อสายแยกที่เป็นสายสะแตรน วิธีการต่อคล้ายกับแบบเส้นเดียว สามารถทำความเข้าใจตามขั้นตอนได้ (ดูรูปที่ 40)

6.2.4 การใช้อุปกรณ์บีบสายให้แนวกัน ขนาดเบอร์ 4 A.W.G. ขึ้นไป อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น สปลิทโบลท์ ซึ่งนิยมใช้กันมาก เพราะสะดวกและรวดเร็ว สปลิทโบลท์ขนาดใหญ่ผู้ผลิตจะทำเฉพาะว่าให้ใช้กับสายทองแดง หรืออลูมิเนียม หรือทั้งสองอย่าง โดยจะสลักไว้ว่า CU หรือ AL หรือ CU/AL โดยลำดับ สำหรับแบบ CU/AL นั้น จะใช้เฉพาะสาย 2 เส้น ที่เป็นทองแดง หรืออลูมิเนียมอย่างใดอย่างหนึ่ง จะใช้เส้นหนึ่งเป็นทองแดง และอีกเส้นหนึ่งเป็นอลูมิเนียมไม่ได้ แสดงการใช้สปลิทโบลท์บีบสาย (ดูรูปที่ 41)



รูปที่ 40 การต่อสายแยก

รูปที่ 41 การใช้สปลิทโบลท์ต่อแยกสายเมน

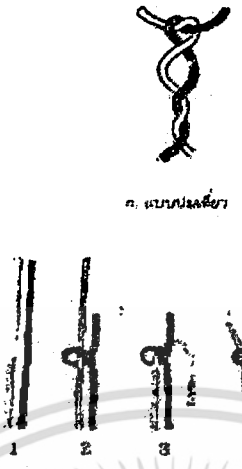
7. การต่อสายเข้ากับขั้วหลอดไฟฟ้า

สายที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์บางอย่างที่ต้องเป็นตัวรับน้ำหนักด้วย เช่น หลอดไฟที่แขวนเป็นต้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องผูกสายไฟให้เป็นเงื่อนหรือปมเสียก่อน ดังแสดงวิธีการพัน (ดูรูปที่ 42) เพื่อว่าสายนั้นจะได้ไม่หลุด การผูกเงื่อนมีอยู่ 2 แบบ คือ

7.1 แบบปมเดี่ยว (Single Knot)

7.2 แบบอันเดอร์ไรท์เตอร์ (Underwriter's Knot)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



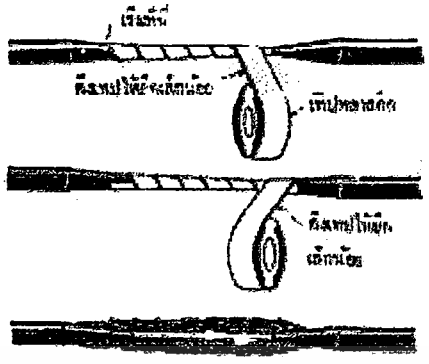
รูปที่ 42 แสดงการผูกเงื่อน 2 แบบ

8. การใช้เทปฉนวนพันทับรอยต่อสาย

เมื่อบัดกรีรอยต่อสายไฟเรียบร้อยแล้ว จะต้องใช้เทปพันสายหุ้มรอยต่อให้เสมอกับฉนวนของสายที่มีอยู่เดิม เทปพันสายที่ใช้กันมากจะทำด้วยพลาสติค คุณสมบัติของเทปพันสายนี้ เมื่อพันหุ้มรอยต่อแล้วจะต้องมีคุณสมบัติทางไฟฟ้า และความแข็งแรงเสมอ สายที่หุ้มฉนวนสำเร็จรูปเทปพลาสติคที่จะกล่าวถึงในที่นี้เป็นเทปที่ใช้กับไฟแรงต่ำไม่เกิน 600 โวลท์ เทปพลาสติคจะเหนียว และมีความเป็นฉนวนสูงมากต่อความหนา 1 ม.ม. เทปที่ขายในท้องตลาดจะบางมาก ราว ๆ 0.2 ม.ม. ฉะนั้นการพันเพียงน้อยชั้นก็ให้ความเป็นฉนวนเพียงพอ ไม่ต้องพันจนหนาเกินความจำเป็นจนกระทั่งทำให้รอยต่อดูใหญ่โต เทอะทะ ซึ่งทำให้เกิดปัญหากินเนื้อที่มากในกล่องต่อสาย ซึ่งมักจะใช้เป็นที่ต่อสายหลาย ๆ ชุดด้วยกัน

วิธีใช้เทปพันหุ้มรอยต่อนั้น ให้เริ่มพันหุ้มสายไฟด้านใดด้านหนึ่งตรงส่วนที่เป็นเทเปอร์ (Taper) โดยพันเอียงเป็นเส้นทแยงมุม จนกระทั่งไปถึงส่วนที่มีรูปร่างเป็นเทเปอร์อีกปลายหนึ่ง โดยพันซ้อนกันเป็นชิ้น ๆ เรียงกันไป ขณะที่พันควรดึงเทปให้ยืดสักเล็กน้อย เพื่อว่าส่วนที่พันซ้อนกันจะช่วยรัดกันให้แน่น เมื่อพันถึงส่วนที่เป็นเทเปอร์อีกข้างหนึ่งแล้วพันกลับมายังจุดที่เริ่มต้นใหม่ในทำนองเดียวกัน แนวของเทปที่พันกลับมานี้จะต้องจัดให้เกือบตั้งฉากกับแนวแรก พันกลับไปกลับมาในวิธีข้างต้น จนกระทั่งเส้นผ่าศูนย์กลางของฉนวนเทปที่พันเข้าไปพอ ๆ กับเส้นผ่าศูนย์กลางของสายไฟนั้น เป็นรอยต่อที่พันด้วยเทปพลาสติคเสร็จเรียบร้อยแล้ว (ดูรูปที่ 43)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 43 การพันเทปหุ้มรอยต่อ

ระบบการเดินสายไฟด้วยท่อร้อยสายไฟ

ฤทธิ์ ธีระโกเมน (2523 : 71) กล่าวว่า ความจริงการเดินสายไฟโดยใช้ระบบท่อร้อยสายไฟนั้น ต่างประเทศเขาได้ใช้กันมานานพอสมควรแล้ว เพราะให้ความสะดวก เรียบร้อย และปลอดภัย ส่วนในเมืองไทยเราเพิ่งจะมาใช้ระบบนี้กันไม่นานนัก ในช่วงสิบกว่าปีที่ผ่านมานี่เอง โดยเริ่มเห็นมาจากแคมป์ทหารอเมริกันที่มาตั้งฐานทัพในเมืองไทย (ซึ่งกำลังจะถูกถอนคืนกลับไป) แล้วก็เลียนแบบมาใช้ผิดบ้างถูกบ้าง หาหนังสือหนังหามาอ่านบ้างจนกระทั่งทำเป็น ปัจจุบันการเดินระบบนี้ในประเทศเรามีทั้งแบบใช้ท่อ พีวีซี (มักจะใช้เดินตามบ้านอยู่อาศัย) และท่อเหล็ก (มักจะใช้เดินตามโรงงาน และอาคารใหญ่ ๆ) จะขอแจกแจงรายละเอียดของรับนี้เพื่อจ่ายต่อการศึกษาเป็นหัวข้อ ๆ ดังนี้

1. ท่อร้อยสายไฟ (Conduit)

ท่อที่ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสายไฟ หน้าที่หลัก ๆ ของท่อร้อยสายไฟก็คือ เป็นเกราะป้องกันมิให้สายไฟที่ร้อยอยู่ภายในเสียหาย ป้องกันความชื้น และถ้าเป็นท่อโลหะก็จะถูกใช้เป็นกราวนด์ (Ground) ด้วย ชนิดของท่อที่ใช้กันก็มี

1.1 ท่อพีวีซี ตัวท่อทำด้วยฉนวน PVC ขนาดของท่อมีต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว จนกระทั่งถึงขนาด 6 นิ้ว (ส่วนใหญ่ในการเดินสายไฟมักไม่ใช้ขนาดใหญ่กว่านี้) ขนาดความยาวมาตรฐานที่ขายก็คือ ยาวท่อนละ 4 เมตร

1.2 ท่อ EMT เป็นท่อโลหะ ชนิดบางแบบไม่มีเกลียวหัวท้าย ย่อมาจาก Electrical Metallic Tubing มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1/2 นิ้ว จนถึง 2 นิ้ว ขนาดความยาวมาตรฐาน คือ 10 ฟุต ส่วนใหญ่ใช้ท่อชนิดนี้เดินในที่ ๆ ไม่เปียกชื้น เช่น ในตัวอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ท่อ Rigid Conduit เป็นท่อโลหะชนิดหนาและมีเกลียวหัวท้าย ขนาดก็มีตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว จนกระทั่งถึงใหญ่ขนาด 6 นิ้ว ราคาท่อชนิดนี้จะแพงกว่าเพื่อน เพราะมีความคงทนสูง สามารถฝังลงในพื้นดินหรือพื้นคอนกรีต หรือกระทั่งเอามาเดินแบบกลำแดดกลำฝนเลยก็ได้

อุปกรณ์ประกอบในการเดินสายด้วยระบบท่อร้อยสายไฟ

ในการเดินท่อร้อยสายไฟนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีอุปกรณ์ (Fittings) ใช้ร่วมในการเดินเพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำงาน อุปกรณ์ดังกล่าวพอจะแยกรายละเอียดออกมาได้ดังนี้

1. ข้อต่อ (Coupling) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อท่อร้อยสายไฟเข้าด้วยกันในแนวเดียวกัน

2. ข้อโค้ง (Elbow) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อท่อร้อยสายไฟเข้าด้วยกันในแนวตั้งฉาก

3. Connector ส่วนใหญ่จะเรียกทับศัพท์ว่าคอนเนคเตอร์ทำหน้าที่เชื่อมต่อท่อร้อยสายไฟกับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือกล่องต่อสาย

4. กล่องต่อสาย (Junction box) เป็นอุปกรณ์ที่นับว่าสำคัญมากอย่างหนึ่งในการเดินไฟระบบนี้ เพราะเป็นทางออกของสายไฟที่ร้อยมาตามท่อ ทำหน้าที่เป็นที่พักสาย, ที่ต่อสาย, ที่ยึดตัวสวิทช์, ปลั๊ก ฯลฯ มีหลายชนิด เช่น SQUARE BOX, OCTAGON BOX, HANDY BOX เป็นต้น

5. ลวดดึงสายไฟ เป็นสายโลหะเหล็กเหนียวสำหรับร้อยนำไปก่อน ในท่อแล้วค่อยผูกสายไฟเข้าที่ปลาย ดึงลวดที่ปลายอีกข้างหนึ่งสายไฟก็จะเข้าไปอยู่ในท่อตามปรารถนา

กฎการเดินสายไฟและท่อร้อยสายไฟ

เมื่อรู้จักกับท่อและอุปกรณ์สำหรับเดินท่อแล้ว ควรจะต้องทราบเกี่ยวกับว่าจะต้องเดินสายไฟอย่างไรจึงจะถูกต้องตามกฎที่เขาวางไว้ ซึ่งกฎที่ใช้ตามกันมาก็มีของ NEC (National Electrical Codes) และกฎการสายไฟนครหลวง ซึ่งก็พอจะหาอ่านได้ สำหรับการไฟฟ้านครหลวงก็ต้องไปสอบถามที่การไฟฟ้านครหลวง

กฎต่าง ๆ ในการเดินสายไฟก็พอจะสรุปได้คร่าว ๆ ดังนี้

1. ท่อร้อยสายที่ใช้ถ้าเป็นท่อโลหะต้องไม่เป็นสนิมเพราะจะทำให้ท่อผุ เปราะ และไม่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ทำให้เสียคุณสมบัติความเป็นกราวนด์ไป

2. สายไฟที่ร้อยในท่อร้อยสายไฟ ต้องมีขนาดทนกระแสไฟฟ้าที่ใช้สูงสุดได้อย่างต่ำที่สุด 125 % ของกระแสไฟฟ้าสูงสุด เพื่อป้องกันมิให้สายไฟเสียหายเนื่องจากกระแสไฟเกินอัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเดินร้อยท่อสายไฟห้ามมิให้มีการโค้งตั้งฉากเกินกว่า 3 แห่งขึ้นไป ในการวิ่งท่อแต่ละช่วง เพราะจะทำให้การร้อยสายเป็นไปได้ด้วยความลำบากยากยิ่ง ถ้าจำเป็นจริง ๆ ที่จะต้องเจอถึง 3 โค้ง ก็ให้ใส่กล่องต่อสายไว้ในช่วงนี้ด้วยเพื่อความสะดวกในการร้อยท่อ

4. รอยต่อ ข้อต่อ ทุก ๆ ช่วง ต้องติดตั้งให้แน่นเพื่อเป็นทำให้เนื้อโลหะต่อถึงกันทางไฟฟ้าสำหรับกราวด์ เผื่อเกิดมีสายใดสายหนึ่งรั่วกระแสไฟจะได้ลงดินไปทางท่อร้อยสายไฟไม่ผ่านมาทางตัวคน

5. เนื่องจากน้ำและไฟไม่ค่อยจะอยู่คู่กัน ฉะนั้นอุปกรณ์ชิ้นใดที่อยู่ใกล้น้ำหรือใกล้ความชื้นย่อมต้องใช้ชนิดที่สามารถกันน้ำหรือกันความชื้นได้ ซึ่งระดับของความหนาแน่นของอุปกรณ์จะมีหลายระดับ เช่น กันแค่ฝุ่น กันฝนในนอกอาคาร หรือเอาไปจุ่มในน้ำเลย หรือใช้ในสถานที่ที่อยากจะมีการเผาไหม้จุดระเบิดได้ง่าย

6. ท่อร้อยสายที่ใช้ฝังดิน ฝังพื้นคอนกรีต ฝังก้าแพง ควรใช้ท่อร้อยสายชนิดหนาเพื่อให้ทนต่อแรงกระแทก

7. การต่อสายทั้งหมดต้องกระทำในกล่องต่อสายโดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าไวร์นัทหรือแบบอื่นที่เหมาะสม เพื่อให้การต่อสายเข้าด้วยกันเป็นไปอย่างแน่นหนาและปลอดภัย

8. การงอท่อร้อยสายไฟควรใช้ CONDUIT BENDER งอ จะทำให้ได้ท่อที่สวยงาม

9. ท่อร้อยสายไฟที่ถูกตัดแล้วจะต้องลบความคมด้วย ก่อนที่จะทำการร้อยสายไฟ เพื่อเป็นการป้องกันมิให้สายไฟขูดกับท่อ

10. จำนวนสายที่ร้อยในท่อร้อยสายไฟต้องไม่เกินจำนวนสายต่ำสุดที่อนุญาตให้ใช้ เหตุผลก็คือ ความสะดวกในการร้อยสายไฟและความสามารถในการถ่ายเทความร้อนออกจากท่อ

ที่ยกมานี้พอจะให้แนวความคิดแก่ผู้อ่านบ้างถึงวิธีการเดินท่อร้อยสวยไฟว่า ต้องคำนึงถึงอะไรบ้าง ในระบบไฟฟ้าจริง ๆ แล้ว เราต้องคำนึงถึงส่วนอื่น ๆ อีกมาก นอกจากท่อร้อยสายไฟ เช่น ระบบสายดิน, ระบบการจ่ายโหลด การคำนวณสวิทช์ตัดตอน ฯลฯ ก่อนจะจบบทความก็อยากจะแถมท้ายตารางเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของการเดินสายแบบร้อยท่อ เทียบกับการเดินสายแบบพีวีซีธรรมดา ๆ เพื่อเป็นแนวทางให้ท่านตัดสินใจว่าจะใช้ระบบอะไรดี ถ้าท่านคิดจะเดินระบบไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการเดินสายไฟโดยพีวีซีธรรมดากับระบบท่อร้อยสายไฟ

รายการเปรียบเทียบ	การเดินสายไฟโดย พีวีซีธรรมดา	การเดินสายโดย ระบบท่อร้อยสายไฟ
1. ความคงทนของระบบ	มีอายุการใช้งานสั้น ขึ้นกับสภาพแวดล้อม	มีอายุการใช้งานนาน ไม่ค่อยขึ้นกับสภาพแวดล้อม
2. ราคาอุปกรณ์ที่ใช้	ถูก	แพง
3. ความสวยงาม	แลดูไม่ค่อยสวยงามนัก	แลดูสวยงามเพราะอุปกรณ์ส่วนใหญ่ สามารถฝังในผนังหรือพื้นได้
4. การเดินในช่วงฝังดิน	กระทำไม่ได้เลย	กระทำได้ไม่ยากนัก
5. ความปลอดภัยในการใช้งาน	ธรรมดา	ปลอดภัยมาก
6. ความยากง่ายในการรื้อ สายเก่า เปลี่ยนสายใหม่	รื้อลำบาก	รื้อเปลี่ยนใหม่ง่าย

ที่มา (ฤทธิ์:2523)

การปฐมพยาบาลผู้ถูกกระแสไฟฟ้า

ผู้เคราะห์ร้ายที่หลุดจากไฟฟ้าแล้วยังต้องการความช่วยเหลือ เพราะไฟฟ้าทำให้ระบบหายใจหยุดเต้น จึงช่วยชีวิตโดยวิธีให้ลมหายใจทางปาก และการช่วยชีวิตวิธีนี้ยังอาจใช้ช่วยคนจมน้ำ หรือตกอยู่ในที่อับอากาศ หรือสูดแก๊ส หรือควันจนหมดสติได้อีกด้วย วิธีนี้มีอยู่ 2 วิธีคือ

1. วิธีให้ลมหายใจด้วยปาก (เป่าปาก)

เมื่อคนหมดสติ หยุดหายใจ ท่านอาจช่วยชีวิตไว้ได้ ถ้ารีบปฏิบัติตามวิธีช่วยชีวิตดังนี้

1.1 วางผู้ป่วยนอนหงาย ให้ศีรษะต่ำและลำคอยืดตรง

1.2 สอดนิ้วหัวแม่มือเข้าในปาก จับขากรรไกรล่างยกขึ้นจากปากอ้า

1.3 ล้วงสิ่งอื่นที่อาจค้างในปากและลำคอออก เพื่อมิให้ขวางทางลม แล้วบีบจมูกผู้ป่วยให้ปิดสนิท

1.4 ทาบปากปิดปากผู้ป่วยให้สนิท เป่าลมประมาณ 12 - 15 ครั้งต่อ 1 นาที เท่ากับจังหวะหายใจอย่างปกติ

1.5 ถ้าไม่สามารถอ้าปากผู้ป่วยได้ ให้ปิดปากและเป่าลมเข้าทางจมูกแทน

1.6 ขณะนำส่งโรงพยาบาลให้เป่าติดต่อเป็นครั้งคราวจนกว่าจะถึงมือแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การนวดหัวใจ

2.1 วางคนเจ็บนอนหงายราบ ให้คีรษะแหงนและคอยืดตรง

2.2 ล้วงเอาสิ่งต่าง ๆ ที่อาจจะติดค้างอยู่ในปากออกให้หมด เพื่อไม่ให้ขวางทางลม

2.3 นั่งคุกเข้าลงระหว่างแขนซ้ายกับลำตัวของคนเจ็บ วางสันมือให้ซ้อนทับกันลงบนอกบริเวณหัวใจ เหยียดแขนตรงแล้วกดสันมือลงไปโดยกดให้ทรวงอกคนเจ็บยุบลงไปด้วยการใช้น้ำหนักตัวช่วยให้ยุบประมาณ 1 นิ้ว เป็นจังหวะ ๆ ประมาณ 60 ครั้งต่อ 1 นาที

2.4 ขณะนำส่งโรงพยาบาลให้ทำการนวดต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าหัวใจจะเต้นขึ้นมาอีก หรือคนเจ็บได้รับการช่วยเหลือจากแพทย์แล้ว

การปฐมพยาบาลผู้ประสบอันตรายจากไฟฟ้าจนหยุดหายใจ ด้วยวิธีทั้งสองนี้ ควรทำร่วมกันในขณะนำส่งโรงพยาบาล ถ้าผู้ป่วยได้รับการปฐมพยาบาลจนฟื้นขึ้นมาแล้ว ควรให้นอนนิ่งอยู่กับที่ก่อน ไม่ควรให้ลุกขึ้นยืนหรือเดิน ซึ่งอาจจะล้มลงได้ จะต้องรอจนกว่าได้รับอนุญาตจากแพทย์ที่ทำการตรวจรักษาก่อน

แหล่งกำเนิดของกระแสไฟฟ้า

ไฟฟ้ามีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. ไฟฟ้าสถิต คือ ไฟฟ้าที่อยู่นิ่งไม่มีการเคลื่อนที่ เกิดได้จากการนำสารต่างชนิดกันมาถูกัน จึงทำให้อิเลคตรอนที่อยู่ในวงโคจรของสารทั้งสองมาชนกัน ทำให้สารชนิดหนึ่งสูญเสียอิเลคตรอนไปให้กับสารอีกชนิดหนึ่ง สารที่ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตได้ง่ายคือ แก้ว อำพัน ยางแข็ง ขี้ผึ้ง สักหลาด เรยอน ไนลอน สารใดจะมีประจุบวกหรือลบนั้นก็อยู่กับว่า เอาสารชนิดใดมาถูกัน ถ้าสารชนิดหนึ่งเสียอิเลคตรอนไปตัวมันเองก็จะมีประจุบวก และสารใดได้รับอิเลคตรอนเพิ่มขึ้นมา สารนั้นก็มีประจุลบ ประจุที่ต่างกันย่อมดูดกัน ประจุเหมือนกันย่อมผลักกัน การถ่ายเทประจุให้แก่กันย่อมจะเกิดเสียงดัง ตัวอย่างการถ่ายเทประจุให้แก่กันในธรรมชาติ ได้แก่ ฟ้าร้องหรือฟ้าผ่า

เราสามารถผลิตไฟฟ้าสถิตได้ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตของกราฟ (Vande Graff Static Generator)

ประโยชน์ของไฟฟ้าสถิต เอาไปใช้ในเรื่องของการพ่นสี กรองฝุ่นและเขม่าออกจากควันไฟ การทำกระดาษทราย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไฟฟ้ากระแส คือ ไฟฟ้าที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิเลคตรอนอิสระ (Free Electron) ซึ่งอยู่วงนอกสุด หลุดไปคยู่ในวงโคจรของปรมาณูตัวอื่นๆ ทำให้ส่วนหนึ่งของสารขาดอิเลคตรอนไป พร้อมกันนั้นทำให้อีกส่วนหนึ่งรับอิเลคตรอนเพิ่มขึ้นมา ทำให้เกิดกระแสอิเลคตรอนไหลหรือกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น

การที่จะทำให้อิเลคตรอนเคลื่อนที่มีทิศทาง จำเป็นต้องมีแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นทั้งผู้รับและผู้จ่ายอิเลคตรอน เรียกส่วนที่รับและจ่ายอิเลคตรอนว่า "ขั้วไฟฟ้า" ขั้วไฟฟ้าส่วนที่รับอิเลคตรอนเรียกว่า "ขั้วบวก" ขั้วไฟฟ้าส่วนที่จ่ายอิเลคตรอนเรียกว่า "ขั้วลบ" ไฟฟ้ากระแสนั้นแยกออกได้ดังนี้

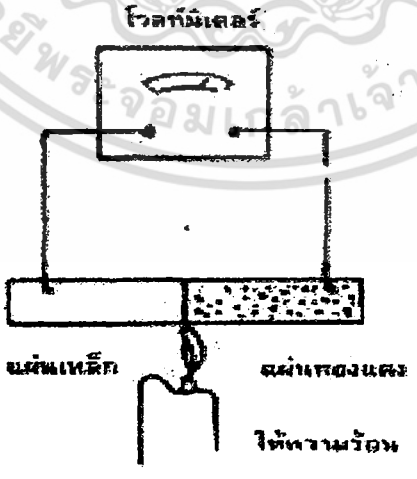
2.1 ไฟฟ้ากระแสตรง คือ กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลไปในทางเดียวตลอดเวลา โดยมีขนาดของกระแสและแรงดันคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

2.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ คือ กระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนทิศทางการไหลตลอดเวลา โดยมีขนาดของกระแส และแรงดันเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันตลอดเวลา

ความเร็วของกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 186,000 ไมล์ต่อวินาทีเท่ากับความเร็วของแสง

แหล่งกำเนิดของไฟฟ้ากระแส

1. โดยเอาของ 2 สิ่งต่างชนิดกัน ซึ่งเป็นสื่อไฟฟ้า เช่น เอาโลหะสองชนิดมาสัมผัสกัน ทำให้เกิดความร้อนขึ้นตรงหน้าสัมผัส จะเกิดมีกระแสไหลสังเกตให้เห็นได้โดยใช้โวลท์มิเตอร์ (ดูรูปที่ 44)

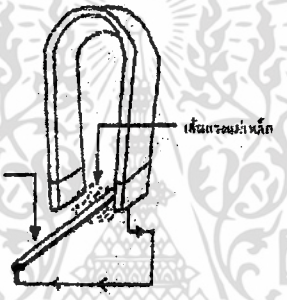


รูปที่ 44 แสดงการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ เซลล์ไฟฟ้า (Electric cell) เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าชนิดหนึ่งซึ่งให้กำลังไฟฟ้าด้วยปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ ไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์ไฟฟ้าเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ถ้าต้องการแรงดันหรือกระแสจำนวนสูงจะต้องนำเซลล์ไฟฟ้าหลาย ๆ เซลล์ ต่อกันเข้าเป็นแบบอนุกรม ขนานหรือผสม เรียกเซลล์ไฟฟ้าหลาย ๆ เซลล์ที่ต่อกันนี้ว่า แบตเตอรี่ (Battery) บางคนเข้าใจผิดเรียกเซลล์ไฟฟ้าเซลล์เดียวว่าแบตเตอรี่ ซึ่งไม่ถูกต้อง แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์เป็นตัวอย่างหนึ่งที่นำเซลล์ไฟฟ้าหลาย ๆ เซลล์มาต่ออนุกรมกัน เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น (เซลล์ต่ออนุกรมกันได้แรงดันสูง เซลล์ต่อขนานกันได้กระแสไฟฟ้าสูง)

3. โดยอาศัยอำนาจแม่เหล็ก คือเอาสื่อไฟฟ้ามาทำปฏิกิริยาตัดเส้นแรงแม่เหล็กหรือเอาเส้นแรงแม่เหล็กทำปฏิกิริยาตัดสื่อไฟฟ้า (ดูรูปที่ 45)



รูปที่ 45 การกำเนิดกระแสไฟฟ้าโดยใช้อำนาจแม่เหล็ก

วิธีการผลิตกระแสไฟฟ้าแบบนี้ เป็นหลักวิธีการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ได้ผลและมีประสิทธิภาพกว่าวิธีอื่น ๆ

ชื่อที่ใช้เรียกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1. แมกเนตโต หรือแมกนิโต (Magneto) เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งสร้างจากแม่เหล็กถาวร (Permanent magnet) เช่น ใช้ในรถยนต์ ทำประกายไฟฟ้าหัวเทียน เพื่อจุดก๊าซเชื้อเพลิง

2. ไดนาโม (Dynamo) เป็นชื่อเรียกเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น ประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (Electro magnet)

3. เยนนิเรเตอร์ (Generator) เป็นชื่อเรียกเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อัลเทอร์เนเตอร์ (Alternator) เป็นชื่อเรียกเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเท่านั้น โดยมากเรียกเครื่องกำเนิดใหญ่ ๆ เช่น ของการไฟฟ้าซึ่งใช้ขดลวดสนามแม่เหล็กหมุนตัดขดลวดตัวนำไฟฟ้า

คุณสมบัติของไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก เช่น แม่เหล็กไฟฟ้า กริ่งไฟฟ้า
2. ทำให้เกิดความร้อน เช่น เตารีด กาต้มน้ำไฟฟ้า ที่จุดบุหรี่ ฯลฯ
3. ทำให้เกิดแสงสว่าง เช่น หลอดไฟฟ้า
4. ทำให้เกิดการแยกธาตุผสมธาตุ เช่น การชุบโครเมี่ยม นิกเกิล หรือการใช้กระแสไฟฟ้าปาร์ค ส่วนผสมของแก๊สไฮโดรเจน และออกซิเจน 2:1 ให้เป็นละอองน้ำ
5. ทำให้เกิดพลังงานทางแมคแคนิคส์ เช่น แรงหมุน แรงดัน แรงดึง ได้แก่ มอเตอร์
6. ทำให้เกิดรังสีต่าง ๆ เช่น เอ็กซเรย์ เลเซอร์
7. ทำให้เกิดเสียง เช่น วิทยุ โทรศัพท์
8. ทำให้เกิดภาพ เช่น โทรทัศน์

การใช้ไฟฟ้าด้วยความปลอดภัย

ความปลอดภัยเกี่ยวกับอาคารบ้านเรือน

1. รั้วหรือหลังคาที่เป็นโลหะ เช่น สังกะสี อาจแตะกับสายไฟฟ้าและมีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่โดยที่เราไม่รู้ก็ได้ จึงควรระมัดระวังไม่ให้คมสังกะสีบาดหรือเสียดสีกับสายไฟฟ้า โดยใช้หลอดกระเบื้องสวมสายไฟฟ้ากันไว้ และควรระวังไม่ให้ตะปูที่ตอกตรึงสังกะสีทะลุไปถูกสายไฟฟ้า
2. ห้องน้ำเป็นสถานที่ที่มีน้ำเปียกชื้นอยู่เป็นประจำ และเมื่อร่างกายเราเปียกน้ำย่อมมีโอกาสที่จะได้รับอันตรายจากไฟฟ้าได้ง่ายมาก ฉะนั้นจึงไม่ควรติดตั้งสวิทช์ไฟฟ้า เต้าเสียบหรือนำเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่มีเครื่องป้องกันอย่างเพียงพอไว้ภายในห้องน้ำ ก่อนจะเปลี่ยนหลอดไฟในห้องน้ำ ควรอ้าสวิทช์ตัดกระแสไฟฟ้าให้เรียบร้อย เวลาจะตอกตะปูยึดราวตากผ้าหรือสิ่งอื่นติดผนังห้องน้ำจะต้องระวังอย่าตอกให้ตะปูทะลุไปถูกสายไฟฟ้า เพราะจะทำให้ราวตากผ้านั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ ซึ่งจะเป็นอันตรายได้

ความปลอดภัยเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. เสาอากาศวิทยุหรือโทรทัศน์ อาจแตะกับสายไฟฟ้าหรือถูกฟ้าผ่าเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้ จึงควรติดตั้งเสาอากาศไว้ให้ห่างจากสายไฟฟ้าในระยะซึ่งถ้าเสาอากาศล้มจะไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พาดกับสายไฟฟ้า เสาอากาศควรต่อสายลงดินไว้ด้วย โดยเฉพาะเสาอากาศที่สูงหรืออยู่ในที่โดดเดี่ยว สายอากาศที่ปลดออกจากเครื่อง ควรม้วนปลายสายเก็บไว้ในที่สูงเพื่อเป็นการป้องกันไว้ล่วงหน้า ในกรณีที่มีเด็กเอาปลายสายแหย่เข้ากับเต้าเสียบไฟฟ้า

2. การติดตั้งสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าประดับไว้กับตู้เลี้ยงปลา ถ้าใช้สายและอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมหรือติดตั้งไม่ถูกต้อง อาจทำให้เกิดไฟฟ้ารั่วอยู่กับตู้เลี้ยงปลา โดยปกติบริเวณที่เลี้ยงปลามักจะเปียกชื้นอยู่แล้ว จึงทำให้มีโอกาสที่จะเกิดอันตรายได้มากและง่ายขึ้น จึงไม่สมควรที่จะติดตั้งสายและอุปกรณ์ไฟฟ้าไว้กับตู้เลี้ยงปลา เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น ปั๊มน้ำ ปั๊มลม หากจะนำมาใช้ควรต่อครอบโลหะลงดินเสมอ

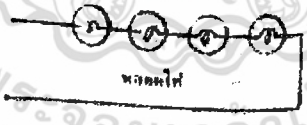
3. โคมไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะและตั้งพื้น เรามักจะย้ายที่บ่อย จึงอาจจะชำรุดจนเป็นเหตุให้เกิดอันตรายได้

4. ควรระวังอย่าวางสายไฟฟ้าลอดไว้ใต้พรมปูพื้น ใต้บานประตู-หน้าต่าง หรือขวางทางเดิน เพราะเมื่อถูกเหยียบย่ำหรือกดทับนานเข้าฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าจะชำรุดฉีกขาด อันตรายย่อมเกิดขึ้นได้ง่าย

5. อย่าให้หลอดไฟฟ้าซึ่งมีความร้อนสูงอยู่ติดกับวัตถุซึ่งเป็นเชื้อเพลิง เช่น มุ้ง ม่าน เสื้อผ้า หรือกระดาษ

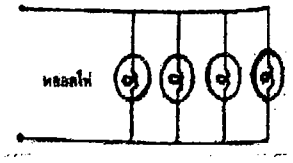
ประเภทของวงจรไฟฟ้า

1. วงจรอนุกรม (Series Circuit) เป็นลักษณะการต่อโหลดหลาย ๆ ตัวพ่วงกัน แสดงให้เห็นหลอดไฟ 4 ดวง ต่อพ่วงกัน กระแสที่ผ่านแต่ละดวงเท่ากันหมด (ดูรูปที่ 46)



รูปที่ 46 แสดงการต่อวงจรอนุกรม

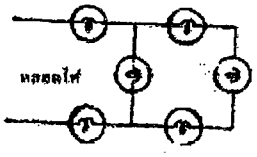
2. วงจรขนาน (Parallel Circuit) เป็นการต่อโหลดหลายตัว คร่อมกับแหล่งกำเนิด เช่น ต่ออุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ในบ้าน (ดูรูปที่ 47)



รูปที่ 47 แสดงการต่อวงจรขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรผสม (Combination Circuit) เป็นวงจรที่รวมเอาวงจรอนุกรม และวงจรขนาน เข้าด้วยกัน (ดูรูปที่ 48)



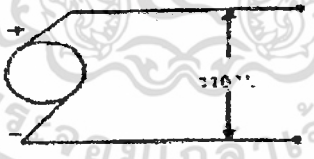
รูปที่ 48 แสดงการต่อวงจรอนุกรม

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์การต่อเพื่อนำไปใช้งานหรือให้มันทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งวิธีการต่อก็จะมีทั้งแบบอนุกรม ขนานและผสม แต่การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานจะนิยมใช้มากที่สุด เช่น การต่ออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เป็นต้น

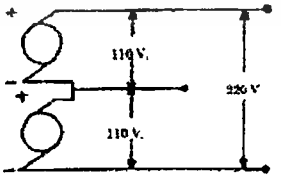
ระบบของกระแสไฟฟ้า (Electric System)

คือระบบการส่งกระแสไฟฟ้าออกไปใช้งาน ได้แก่

1. ระบบเฟสเดียว (Single phase) คือ การต่อกระแสไฟฟ้าระหว่างสายนำไป และนำกลับคู่หนึ่ง ๆ เรียกว่ากระแสไฟฟ้า 1 เฟส ระบบจำหน่ายกระแสไฟฟ้าใช้หลายวิธี เช่น ใช้ระบบ3 สายกระแสตรง 1 เฟสกระแสสลับ และ 3 เฟสกระแสสลับ เป็นต้น (ดูรูปที่ 49,50)



รูปที่ 49 แสดงการส่งกระแสไฟฟ้าตรงหรือสลับ 1 เฟส



รูปที่ 50 ระบบ 3 สายกระแสไฟตรง เส้นนอกเส้นใดเส้นหนึ่งกับเส้นกลางจะได้ 110 V. ส่วนคู่นอกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะได้ 220 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันการผลิตกระแสไฟฟ้าตรงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อออกไปใช้งานโดยตรงนั้นไม่มีใช้แล้ว เพราะเนื่องจากขนาดของเครื่องใหญ่โต การบำรุงรักษาสิ้นเปลือง ตลอดจนค่าซ่อมแซม และการส่งกระแสไฟฟ้าไปในระยะทางไกล ๆ ทำได้ยาก จึงไม่นิยมใช้ หากต้องการใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจะนิยมแปลงกระแสไฟฟ้าสลับมาเป็นกระแสไฟตรงแทน โดยใช้เครื่องเปลี่ยนกระแสไฟฟ้า เรียกว่า เรคติไฟเออร์ (Rectifier) หรือคอนเวอเตอร์ (Converter) เพื่อใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม เช่น การชุบโลหะ การควบคุมมอเตอร์ที่ต้องการความเร็วคงที่ การเปลี่ยนความเร็วในระดับต่าง ๆ ทำได้ง่ายกว่า

สมัยก่อนระบบไฟฟ้าตามบ้านใช้แบบ 1 เฟส 110 V. ซึ่งมีข้อเสียอยู่หลายอย่าง เช่น ทำให้แรงดันไฟฟ้าตกต่ำในสายมากเกินไป หลอดไฟสว่างหรี่ ขนาดของสายที่จะรับปริมาณกระแสไฟฟ้าต้องใหญ่พอ เป็นการไม่ประหยัด ด้วยเหตุนี้ทางการไฟฟ้าจึงเปลี่ยนระบบไฟฟ้าจาก 110 V. มาเป็น 220 V. ซึ่งใช้อยู่ในปัจจุบันนี้

2. ระบบไฟ 3 เฟส 3 สาย (3 Phase 3 Wire) ลักษณะการต่อของ Transformer ทางด้าน Secondary จะเป็นแบบ (Dalta) ถ้าวัดสายคู่ใดคู่หนึ่งจะได้ 380 V.

$E_L = E_P$ และ $I_L = \sqrt{3}\, I_P$

E_L คือ แรงเคลื่อนที่สาย line

E_P คือ แรงเคลื่อนระหว่างขดลวด Transformer หรือ Phase

I_L คือ กระแสที่ไหลในสาย

I_P คือ กระแสที่ไหลในขดลวด

3. ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย เป็นลักษณะการต่อTransformer ทางด้าน Secondary เป็นแบบ Y (Star) จะมีสายไฟ 3 เส้น และสายนิวตรัล หรือสายศูนย์ 1 เส้น Voltage วัดระหว่างสายศูนย์กับสายไฟเส้นใดเส้นหนึ่งจะได้ 220 V. ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าแสงสว่างใช้ตามถนนและอาคารบ้านเรือนโดยทั่วไป ส่วนสายไฟจะใช้ 380 V. ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้า ซึ่งใช้มอเตอร์ใหญ่ ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม

จะได้ $E_L = \sqrt{3}\, E_P$

$I_L = I_P$

หมายเหตุ วัดระหว่างเฟส-เฟส ได้ 380 V.

วัดระหว่างเฟส-นิวตรัล ได้ 220 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

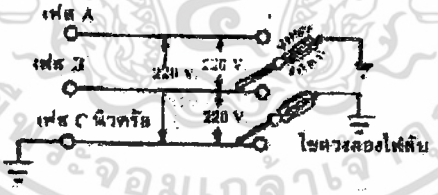
ระบบไฟฟ้าแรงต่ำของการไฟฟ้า

ฤทธิ์ ธีระโกเมน (2523 : 9) กล่าวว่า ในการจ่ายกำลังงานไฟฟ้าจากต้นทาง คือโรงไฟฟ้ามาถึงปลายทางคือ ผู้ใช้ไฟฟ้า วิธีที่จะได้กำลังงานส่วนใหญ่มาถึงปลายทางได้มากที่สุดหรือว่ามีการสูญเสียกำลังไฟฟ้ารายทางน้อยที่สุด (การสูญเสียในสาย) นั้น เขาทำได้โดยการยกแรงดันให้สูงขึ้นและกดกระแสไฟฟ้าให้ต่ำลง วิธีนี้จะทำให้กำลังงานสูญเสียในสายลดน้อยลงมาก (ระบบไฟฟ้าแรงสูงที่ใช้บริเวณกรุงเทพฯ ประมาณ 12 KV หรือ 12,000 V.) เมื่อมาถึงปลายทางแรงดันสูงดังกล่าวก็จะถูกลดให้ต่ำลงโดยการใช้หม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อมิให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้ไฟฟ้า

หน้าที่ในการติดตั้งและควบคุมสายส่งแรงสูง ทั้งแบบฝัง (Under ground Cable) หรือแบบขึงลอย (Aerial Cable) การไฟฟ้าเป็นผู้จัดการแต่ผู้เดียว ส่วนทางด้านจ่ายไฟแรงต่ำนั้นเขาก็อนุญาตให้ผู้ใช้ไฟลงมือทำเองได้ภายใต้การตรวจสอบดูแลอย่างใกล้ชิดของหน่วยงานพิเศษตรวจสอบภายในของการไฟฟ้า

แบบต่างๆ ของระบบไฟแรงต่ำ

ระบบ 220 โวลท์ 3 เฟส 3 สาย เป็นระบบที่แรงดันระหว่างคู่หนึ่งในจำนวน 3 เส้นมีค่าของแรงดันเป็น 220 V. ดังรูปที่ 2.12 จะเห็นว่าระบบนี้มีสายอยู่ 3 เส้น (3 Wire) และทุกเส้นจะเป็นสาย line หรือ hot คือจับแล้วไฟจะดูด และอาจตายได้ เพื่อความปลอดภัยซึ่งเป็นสิ่งแรกที่วิศวกรไฟฟ้ามองเห็น จึงต้องทำการกราวด์หรือต่อลงดินเฟสใดเฟสหนึ่งก่อน (ดูรูปที่ 51)

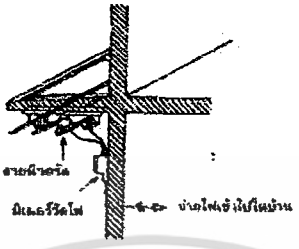


รูปที่ 51 ระบบไฟฟ้า 220 V. 3 เฟส 3 สายที่มีกราวด์ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ไฟ

จะแสดงการต่อเฟส C ลงกราวด์ จุดลงกราวด์นี้มักจะทำตรงจุดที่ติดตั้งหม้อแปลงจ่ายไฟ เช่น โคนเสาไฟฟ้านั่นเอง เมื่อกราวด์แล้วจะเห็นว่าระบบนี้ปลอดภัยขึ้นมาตั้ง 50% กล่าวคือ เมื่อยังไม่ต่อกราวด์ สายที่นำต่อเข้าบ้านนั้นจะมีไฟทั้งสองสาย พอต่อกราวด์แล้วสายไฟที่ต่อเข้าบ้านก็จะมีไฟเพียงเส้นเดียวเท่านั้น อีกเส้นหนึ่งจะไม่มีไฟ ตัวอย่างเช่น การต่อไฟเข้าบ้านนาย ก. และนาย ข. ก็จะต้องต่อสายจากเฟส A หรือเฟส B กับกราวด์ไปเท่านั้น สมมติว่าการต่อเข้าบ้านนาย ก. เราใช้สายเฟส A กับกราวด์ และการต่อสายเข้าบ้านนาย ข. เราใช้เฟส B กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

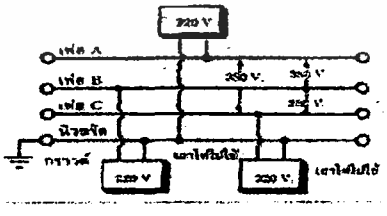
กราวด์ (บ้าน ก. และบ้าน ข. ต้องต่อคนละเฟสเพื่อให้เกิดการสมดุลทางไฟฟ้า) เป็นกฎบังคับของการไฟฟ้า ฉะนั้นจะเห็นว่าคู่สายที่เข้าบ้าน นาย ก. หรือนาย ข. ก็ตาม ต่างก็จะมีไฟอยู่เพียงเส้นเดียว ระบบไฟแบบนี้จะเห็นอยู่ตามห้องแถวที่สร้างมาหลายปี (ดูรูปที่ 52)



รูปที่ 52 ระบบไฟ 220 V. 3 เฟส 3 สาย แบบนิวตรัล (กราวด์)

1. ระบบ 220 โวลท์ 3 เฟส 3 สาย มีข้อเสียตรงที่ว่าผู้ใช้สามารถนำไปใช้ได้เพียง 2 เฟสเท่านั้น ฉะนั้นเฟสที่เหลือซึ่งต่อลงกราวด์ ก็จะเป็นเฟสที่รับภาระกระแสไฟฟ้ามากที่สุด สายไฟฟ้าใช้สำหรับเส้นกราวด์นี้ต้องใหญ่ขึ้นและสำหรับทางด้านโรงไฟฟ้าเองก็จะได้โหลดที่ไม่ สมดุล คือไปหนักอยู่เฟสเดียวเท่านั้น แต่เขาก็มีวิธีแก้โดยเปลี่ยนเส้นกราวด์จากเฟสหนึ่งไปยังอีกเฟสหนึ่ง ตามอาคารสถานที่ต่าง ๆ กัน เพื่อแบ่งภาระไปยังที่ต่าง ๆ โรงไฟฟ้าก็จะเห็นโหลดในลักษณะ สมดุลได้ดีขึ้น

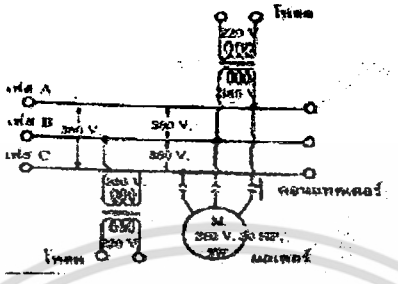
2. ระบบ 380 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย ระบบนี้เป็นระบบที่แพร่หลายในปัจจุบันทั้งโรงงานอุตสาหกรรม โรงแรม ตึกแถว ฯลฯ เพราะเป็นระบบที่สามารถทำให้เกิดการสมดุลในการใช้ไฟฟ้าทั้ง 3 เฟสได้เท่า ๆ กัน แรงดันระหว่างเฟสของระบบนี้มีค่า 380 โวลท์ สายเส้นที่ 4 เป็นสายที่เรียกว่าสายนิวตรัล (Neutral) และสายนี้จะต่อลงดิน (Ground) ที่ตำแหน่งติดตั้งหม้อแปลงเช่นเดียวกัน แรงดันระหว่างเฟสกับนิวตรัลนี้จะวัดได้ $380/\sqrt{3}$ โวลท์หรือ 220 โวลท์พอดี ผู้ใช้ไฟฟ้าก็จะนำเฟสใดเฟสหนึ่งใน 3 เฟสนี้ไปใช้ การไฟฟ้าฯ ก็สบายใจ เพราะแบ่งโหลดให้ สมดุลได้ง่าย (ดูรูปที่ 53)



รูปที่ 53 แสดงระบบไฟ 380 V. 3 เฟส 4 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระบบไฟ 380 โวลท์ 3 เฟส 3 สาย ระบบนี้คล้ายกับแบบ 4 สาย เพียงแต่ตัดสายนิวตรัลออกไป ใช้กับโหลดพวกมอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลท์หรือหม้อแปลง 380 โวลท์ ชนิด 3 เฟส (ดูรูปที่ 54)



รูปที่ 54 ระบบไฟ 380 V. 3 เฟส 3 สาย

เครื่องมือสำหรับช่างไฟฟ้า

เครื่องมือทั่ว ๆไปที่ช่างไฟฟ้าควรจะรู้จักมีดังต่อไปนี้

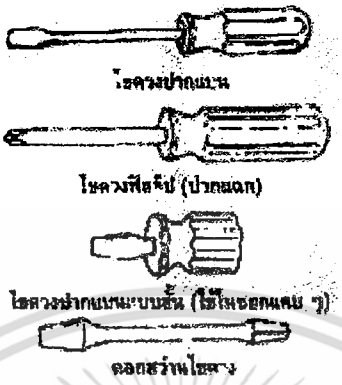
1. คีม คีมใช้ได้ดีทั้งแบบมีฉนวนหุ้ม หุ้มด้าม และไม่มีฉนวนหุ้มที่ด้ามคีมที่มีฉวนหุ้มเหมาะที่จะใช้กับงานเกี่ยวกับสายไฟฟ้าที่มีไฟ คีมที่มีฉนวนหุ้มนอกจากจะป้องกันอุบัติเหตุให้กับตนเองแล้ว ยังป้องกันอุบัติเหตุให้กับผู้อื่นด้วย สำหรับคีมที่ใช้สำหรับช่างไฟฟ้าทั่วไปนั้นก็ได้แก่คีมไฟฟ้า *หุ้มยาง* คีมปากแหลม และคีมตัด รูปแบบคีมต่าง ๆ (ดูรูปที่ 55)

รูปที่ 55 แบบต่าง ๆ ของคีมที่ใช้ในการเดินสาย

2. ไขควง ไขควงที่ใช้ในงานช่างไฟฟ้ามีหลายขนาดดังแสดงในรูปที่ 56 ไขควงที่ใช้เฉพาะงานไฟฟ้าควรมีฉนวนอย่างดี ตลอดเวลาที่ใช้งานจะได้ดีมีประสิทธิภาพปลายของไขควงมีทั้งแบบแบนและแบบสี่แฉกหัวฟิลลิปเวลาใช้กับตะปูเกลียวชนิดใดควรเลือกให้ถูกขนาดกันด้วย

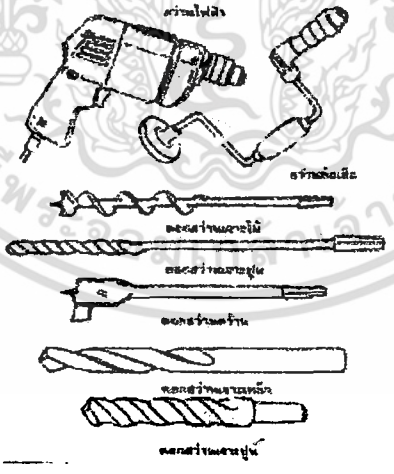
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายไขควงกับหัวตะปูเกลียวควรจะเท่ากัน ถ้าหากใช้ไม่ตรงขนาดกันจะทำให้ปากไขควงบิน บิ่น เสียหายได้นอกจากนี้ก็ยังทำให้หัวตะปูเกลียวเสียด้วย (ดูรูปที่ 56)



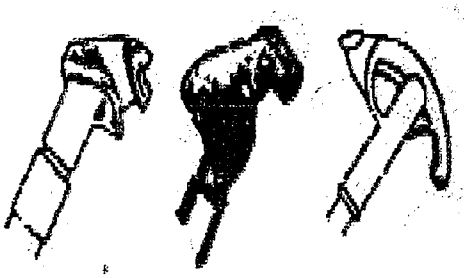
รูปที่ 56 ชนิดต่าง ๆ ของไขควงที่ใช้ในการเดินสาย

3. สว่านมือและสว่านไฟฟ้า สว่านและดอกสว่านใช้ประโยชน์ในการเจาะรู เพื่อการสอดสายเข้าท่อเป็นต้น มีทั้งดอกคว้านดอกเจาะปูนดอกเจาะไม้ เวลาใช้ต้องเลือกประเภทให้ถูกต้อง เช่นการเจาะปูนก็ควรใช้สว่านไฟฟ้าแบบกระแทก จะทำให้งานเสร็จเร็วขึ้น ในการเจาะรูใหญ่ก็ควรใช้ดอกเล็กเจาะนำก่อน เป็นต้น (ดูรูปที่ 57, 58)



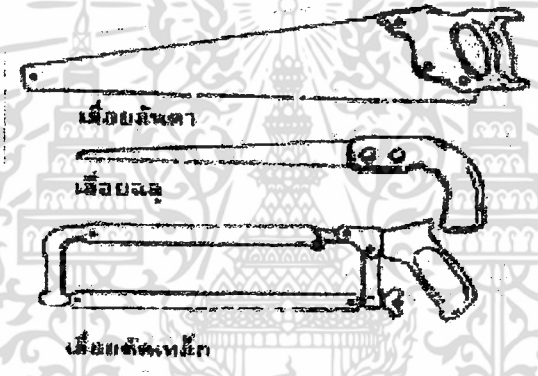
รูปที่ 57 แสดงแบบต่าง ๆ ของสว่านและดอกสว่านประเภทต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

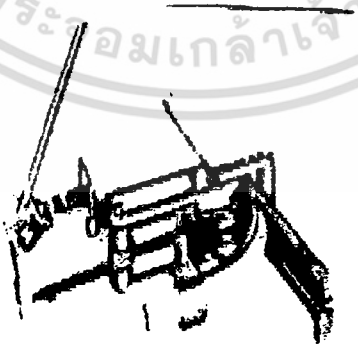


รูปที่ 58 เบนเดอร์แบบต่าง ๆ

4. เลื่อยไม้และเลื่อยเหล็ก เลื่อยที่ใช้สำหรับช่างไฟฟ้ามีหลายแบบเช่น แบบเลื่อยลันดา เลื่อยฉลุ และเลื่อยไฟฟ้า (ดูรูปที่ 59, 60)



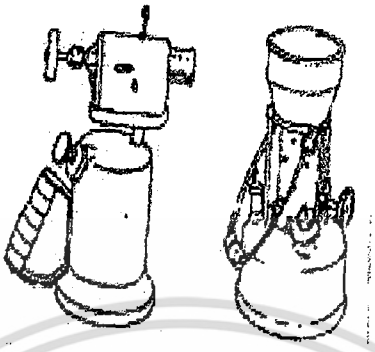
รูปที่ 59 แบบต่าง ๆ ของเลื่อยไม้และเลื่อนเหล็ก



รูปที่ 60 เครื่องตัดท่อแบบไฮโดรลิค

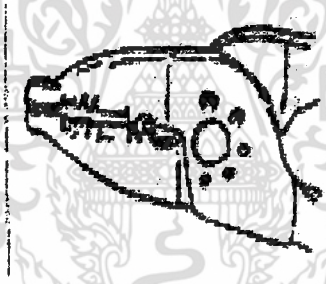
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อุปกรณ์สำหรับการบัดกรี ภายหลังที่ได้ต่อสายเรียบร้อยแล้วควรจะได้ทำการบัดกรี นอกเสียว่าท่านจะได้ใช้หัวต่อไม่ต้องบัดกรีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการบัดกรี (ดูรูปที่ 61)



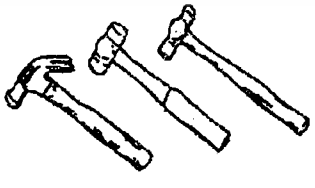
รูปที่ 61 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการบัดกรี เตาฟู่ ตะเกียงฟู่

6. คีมใช้ได้หลายอย่าง เป็นคีมซึ่งใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่นปอกสาย บีบสาย ตัดหัวตะปู เป็นต้น (ดูรูปที่ 62)



รูปที่ 62 คีมใช้ได้หลายอย่างคีมบีบหางปลา

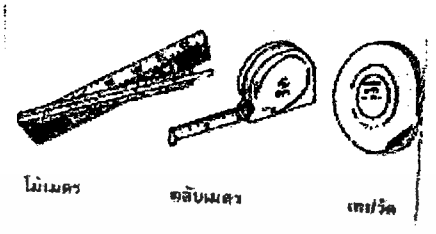
7. ค้อน ค้อนมีประโยชน์ในการตอกตะปู ตอกสกัด ตลอดทั้งการตอก เคาะ ตบแต่ง ต่าง ๆ ดังแสดงในรูป แสดงให้เห็นค้อนสำหรับงานช่างไม้ ค้อนสำหรับงานช่างสาย และค้อนสำหรับงานช่างเหล็ก (ดูรูปที่ 63)



รูปที่ 63 ค้อนแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการเดินสาย

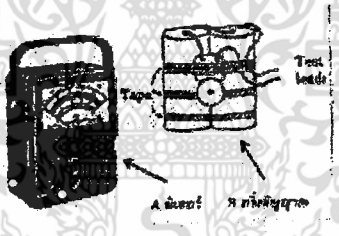
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เครื่องมือวัด ใช้ประโยชน์ในการวัดความยาวของสายตำแหน่งที่จะติดตั้งสวิทซ์ เต้าเสียบ ดวงโคม หรือความยาวท่อ เครื่องวัดสำหรับช่างไฟฟ้า ได้แก่ตลับเมตร ไม้เมตร และเทปวัดเป็นต้น (ดูรูปที่ 64)

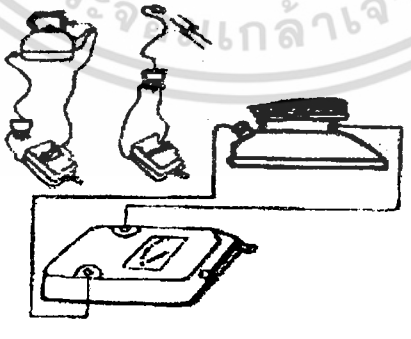


รูปที่ 64 เครื่องวัดความยาวแบบต่าง ๆ

9. เครื่องวัดไฟฟ้า อาจจะใช้หรือก็ได้ เพื่อไว้ตรวจสายวงจรไฟฟ้า การลัดวงจร ใช้หลอดตรวจหาปลายสาย เป็นต้น ข้อสำคัญไขควงเช็คไฟฟ้าควรจะมีไว้เพื่อตรวจสอบสายไฟ เส้นใดเป็นสายไฟและเส้นใดเป็นสายศูนย์ ซึ่งราคาประมาณ 15 บาท (ดูรูปที่ 65, 66)



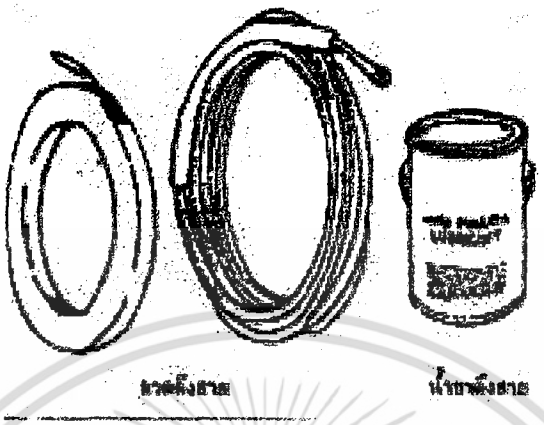
รูปที่ 65 แสดงเครื่องมือตรวจสอบวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 66 แสดงการตรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยเมกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ลวดดึงสาย ลวดดึงสายใช้ประโยชน์ในการดึงสายเข้าท่อ ช่วยในการดึงสายให้ง่ายยิ่งขึ้น ปกติเป็นเหล็กกล้าแข็ง บิดตัวได้มีความยาวหลายขนาดไว้ให้เลือกใช้ (ดูรูปที่ 67)

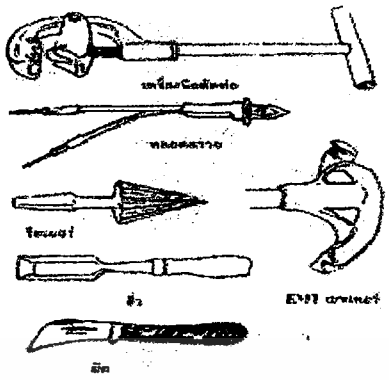


รูปที่ 67 อุปกรณ์ในการดึงสายเข้าท่อ

11. เครื่องมือเบ็ดเตล็ด เครื่องมือที่ใช้ในการเดินสายมีอยู่มากมาย เช่นเครื่องดัดท่อ เครื่องตัดท่อ หลอดตรวจวงจรไฟฟ้า สิ่วเจาะไม้และรีมเมอร์ซึ่งแสดงไว้ในรูปต่อไปนี้ เวลาเลือกใช้ก็เลือกใช้ตามความจำเป็นและเหมาะสมกับงานนั้น ๆ ด้วย (ดูรูปที่ 68, 69)

รูปที่ 68 เครื่องทำเกลียวท่อแบบใช้มือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 69 แสดงเครื่องมือเบ็ดเตล็ดที่ใช้เดินสายในบ้านและในโรงงาน

เครื่องมือต่าง ๆ ที่กล่าวนี้ เวลาเลือกใช้ก็พยายามเลือกให้เหมาะสมกับงานและพยายามใช้เครื่องมือให้ถูกต้องกับงานด้วย เช่นไม่ควรใช้คีมแทนค้อน หรือใช้ไขควงปากเล็กไปไขตะปูเกลียวตัวใหญ่ ๆ เป็นต้น ภายหลังที่เลิกใช้แล้วหรือเลิกงานแล้วควรสำรวจเครื่องมือทุกครั้ง เพื่อป้องกันการหลงลืมสูญหายไป อีกทั้งเครื่องมือเมื่อไม่ได้ใช้หลาย ๆ วัน ควรเอาผ้าเช็ดทำความสะอาด แล้วชะโลมด้วยน้ำมันเครื่อง หรือจารบีบาง ๆ ก่อนที่จะเก็บเข้าตู้ทุกครั้ง

หลักปฏิบัติในการเดินสาย

ปราโมทย์ อุณหิวทยะ(2538 : 78) กล่าวว่า ในการปฏิบัติการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ควรจะยึดหลักดังต่อไปนี้

1. ความปลอดภัย หมายถึงการรู้จักใช้ขนาดของสายที่ถูกต้อง รู้จักการรวมสาย รู้จักอุปกรณ์การเดินสาย รู้จักการใช้ฟิวส์ สวิทซ์ และเครื่องตัดตอนได้ถูกต้องเหมาะสมเป็นต้น

2. การประหยัด หมายถึง การรู้จักกะระยะวางวงจรต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ไม่เดินสายอ้อมไป-มา จนทำให้เปลืองสายรู้จักทำงานได้รวดเร็วรู้จักค่าของอุปกรณ์ไฟฟ้า

3. ความสวยงาม หมายถึงการรู้จักตำแหน่งวางของสายได้เรียบร้อยไม่เกะกะหรือรุงรัง ตลอดทั้งการวางตำแหน่งเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าไดเหมาะสมและรัดกุม

4. ความเหมาะสมกับตำแหน่งของอุปกรณ์ที่จะติดตั้ง เป็นไปตามความประสงค์ของเจ้าของบ้าน และเป็นไปตามกฎของของการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

5. รู้จักวางแผนเพื่ออนาคต หมายถึงในการข้างหน้า อาจมีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าเพิ่มเติม จึงต้องรู้จักเผื่อสาย (สายเมน) ให้มีขนาดใหญ่กว่าที่คำนวณได้ประมาณครึ่งหนึ่งหรือหนึ่งเท่าตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเดินสายแบ่งออกได้ 2 วิธี

1. การเดินสายแบบเปิด คือ การเดินสายไฟไปตามผนังอาคารโดยการใช้ตุ้ม พุกประกับเข็มขัดรัดสาย สายไฟเดินไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถเห็นได้ชัดเจน สายที่ใช้เป็นสายหุ้มยางหรือหุ้มทั้งสายคู่และสายเดี่ยว ตามข้อบังคับของการไฟฟ้านครหลวงยึดด้วยเข็มขัดรัดสายทุก 10-20 ซ.ม.

2. การเดินสายแบบปิด คือ การเดินสายที่ซ่อนสายมิดชิดไม่ให้แลเห็นสายใช้เดินในเพดานสำหรับอาคารไม้หรือตึก และเดินในท่อเหล็กหรือท่อเอสรอน ท่อที่ใช้เดินสายตามผนังเรียกท่อหรือท่อที่เดินฝังใต้ดินหรือพื้นคอนกรีตเรียกการเดินสายแบบปิด ใช้เดินในโรงงาน ที่มีละอองเชื้อเพลิงเช่นนุ่น โรงน้ำมัน โรงแก๊ส ต้องเดินในท่อทุกหัวต่อต้องใช้กล่องต่อสาย สวิทช์ หรือเต้าเสียบต้องใช้แบบมีฝาปิดอย่างดีที่สุดเพื่อป้องกันประกายไฟ

การดำเนินงานขั้นแรกในการเดินสายไฟ

1. สำรวจให้ละเอียดตั้งแต่จุดต่อไฟเข้าอาคารคือเริ่มจากจุดที่ต่อจากสายไฟฟ้านครหลวงหรือไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเข้าอาคารนั้น ๆ

2. สำรวจเครื่องใช้และอุปกรณ์ต้องรู้จักจำนวนห้องที่ต้องเดินสายเข้าไป และจำนวนที่ต้องแยกออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตลอดทั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอยู่ภายในบ้าน เช่นตู้เย็น เตารีด เตาหุงต้มไฟฟ้า วิทยุ โทรทัศน์

3. เขียนแผนผังการเดินสายไฟฟ้าอย่างละเอียด เพื่อประกอบการเดินสายได้ถูกต้องรวมทั้งกะประมาณขนาดสาย สายเมนจะใช้ขนาดเท่าใด สายที่แยกจากสายเมนไปยังจุดต่าง ๆ จะใช้ยาวเท่าใด

4. ประมาณราคาสิ่งของอุปกรณ์ทุกอย่างที่ติดตั้งรวมทั้งจำนวนสายไฟฟ้าด้วย

เมื่อสำรวจเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องพิจารณาว่า อาคารหลังนี้จะเดินสายด้วยวิธีใดจึงเหมาะสม เช่นเดินแบบเปิดหรือเดินแบบปิดก็ให้เลือกพิจารณาตามความเหมาะสม และความต้องการของเจ้าของบ้านในที่นี้กล่าวกล่าวเฉพาะการเดินสายแบบเปิดก่อนเพราะอาคารส่วนใหญ่กว่า 90 % เดินสายแบบเปิดทั้งนั้นเพราะประหยัดสาย ประหยัดค่าแรง สะดวดต่อการแก้ไขหากวงจรเกิดขัดข้อง หากมีความเข้าใจในการเดินสายแบบเปิดแล้ว การเดินสายแบบปิดก็คล้าย ๆ กัน เพียงแต่ว่าอาจใช้อุปกรณ์เพิ่มเติม เช่นการใช้ท่อการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมยิ่งขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ
(METERIALS AND RESEARCH)

วิธีการ

1. ออกแบบวงจรไฟฟ้า
2. ทำการออกแบบการวางระบบท่อร้อยสายไฟและคิดอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. ทำการปฏิบัติการเดินสายไฟ

บันทึกข้อมูล

1. ผลการทำงานของเครื่องจักรกลภายในโรงงาน
2. ทดลองใช้เครื่องจักรกลภายในโรงงาน

สถานที่และระยะเวลาการศึกษา

ทำการศึกษา ณ อาคารเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2546 เป็นเวลา 5 เดือน

เครื่องมือ

1. เครื่องกลึง	จำนวน	3	เครื่อง
2. เครื่องไส	จำนวน	1	เครื่อง
3. เครื่องเลื่อยไฟฟ้า	จำนวน	1	เครื่อง
4. เครื่องอัดลม	จำนวน	1	เครื่อง
5. เครื่องเชื่อม	จำนวน	1	เครื่อง
6. เครื่องเจียรนัยมือไฟฟ้า	จำนวน	1	เครื่อง
7. เครื่องตัดเหล็กแบบไฟเบอร์	จำนวน	1	เครื่อง
8. สว่านแท่น	จำนวน	1	เครื่อง
9. เลื่อยตัดเหล็ก	จำนวน	1	อัน
10. ไขควงเช็คไฟ	จำนวน	1	อัน
11. มัลติมิเตอร์	จำนวน	1	เครื่อง
12. แอมมิเตอร์	จำนวน	1	เครื่อง
13. เลื่อยตัดเหล็ก	จำนวน	1	อัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

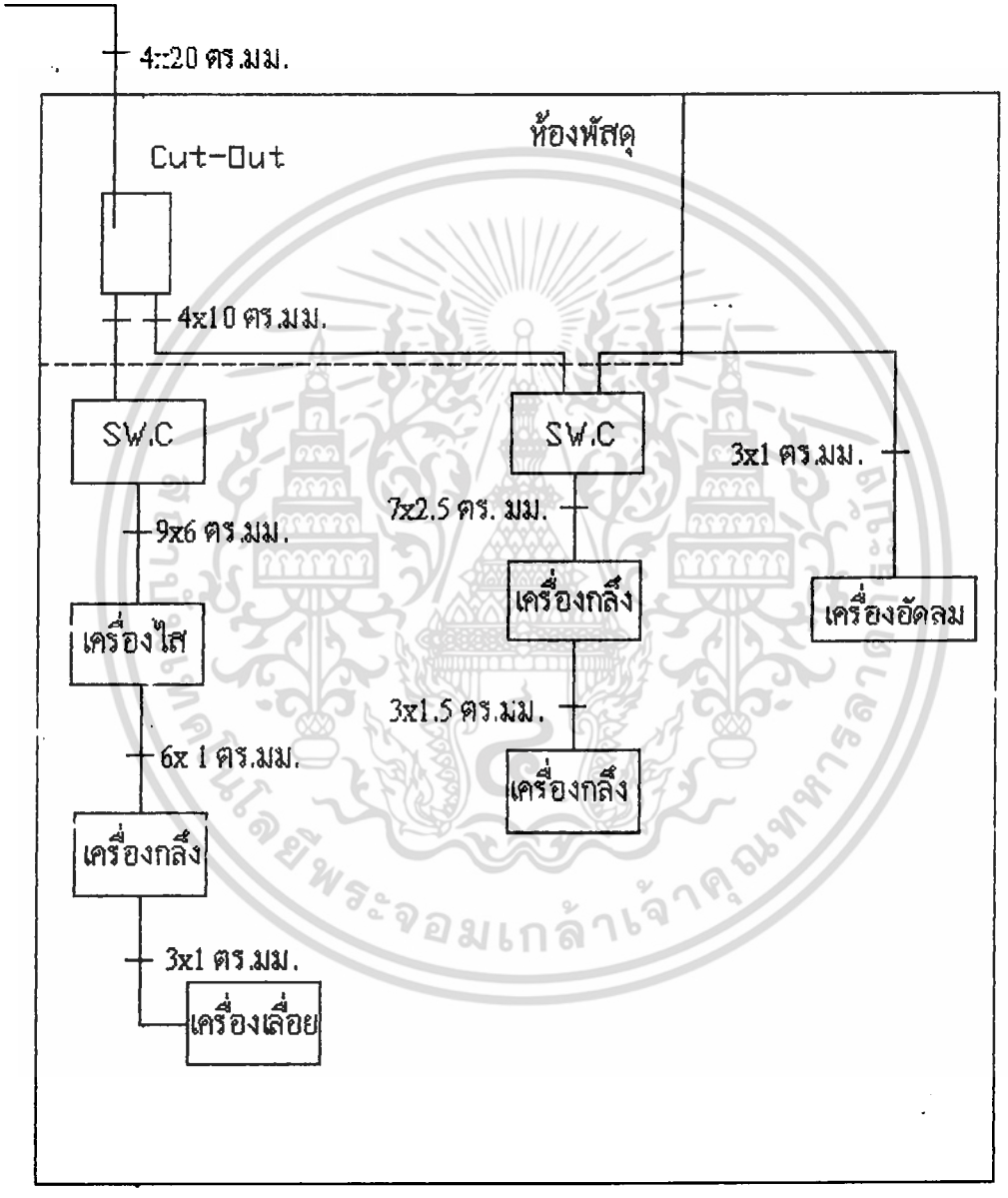
อุปกรณ์

1. เซฟตี้สวิทช์ ขนาด 30 – 1,200 แอมแปร์
2. สะพานไฟชนิดที่ใช้กับไฟ 3 เฟส แบบ 3 ขา
3. สวิทช์ไฟ 3 เฟส
4. สกรูแบบต่าง ๆ
5. สายไฟฟ้าชนิด THW ขนาด 4 mm^2, 2.5 mm^2, 1.5 mm^2 และ 1 mm^2
6. ท่อร้อยสายไฟ แบบ PVC ขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว จำนวน 5 เส้น
7. ข้อต่อ PVC ขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว จำนวน 2 ตัว
8. ข้องอ PVC ขนาด 1 นิ้ว จำนวน 5 ตัว
9. ข้องอ PVC ขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว จำนวน 5 ตัว
10. ข้อต่อ 3 ทาง ขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว จำนวน 5 ตัว
11. ท่อร้อยสายไฟ แบบ PVC ขนาด 1 นิ้ว จำนวน 5 เส้น
12. ข้อต่อลด PVC ขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ลด 1 นิ้ว
13. เหล็กรัดท่อ PVC ขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว
14. เหล็กรัดท่อ PVC ขนาด 1 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการออกแบบ

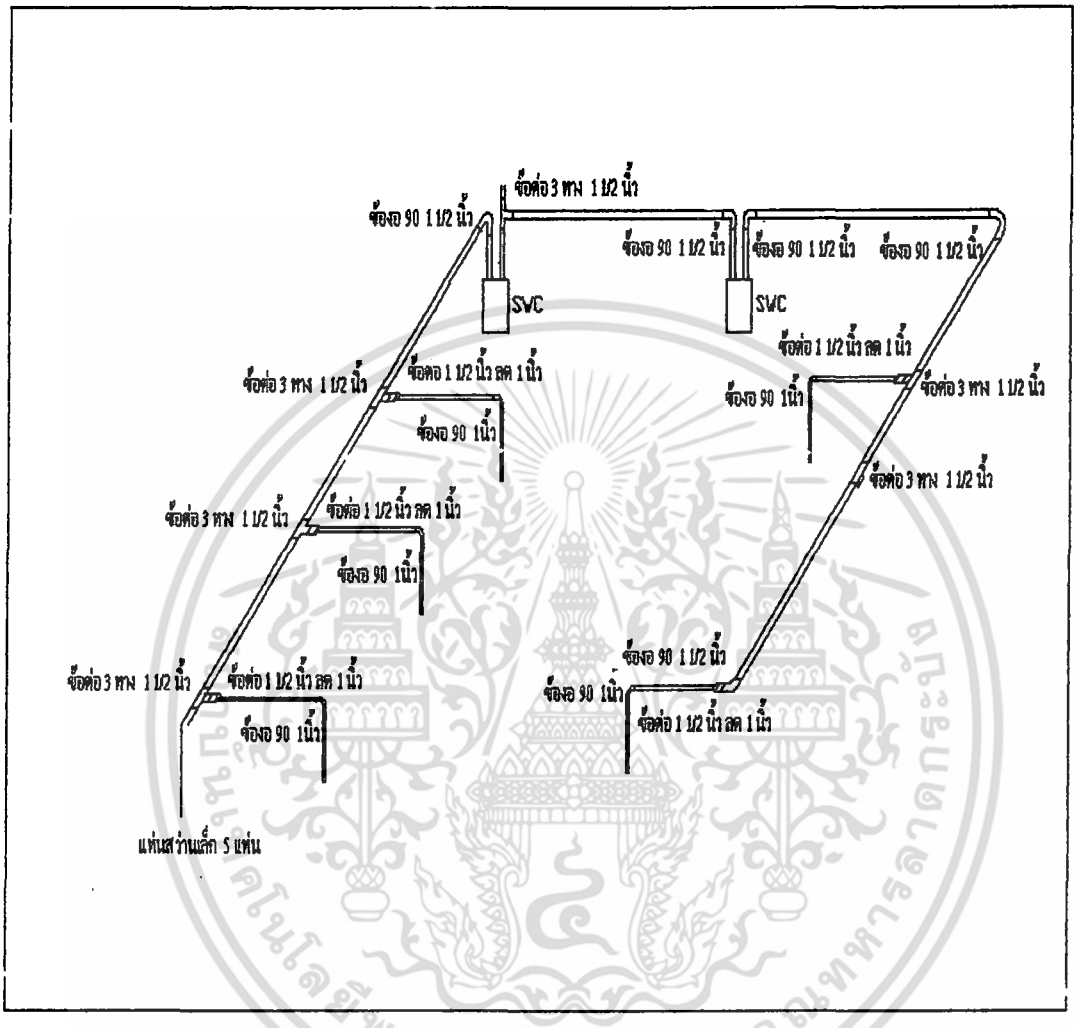
1. ออกแบบวงจรไฟฟ้า ซึ่งจากการศึกษาสภาพพื้นที่ของเครื่องจักรกลในโรงงานเครื่องจักรกลได้ทำการออกแบบวงจรไฟฟ้า (ดูรูปที่ 70)



รูปที่ 70 การออกแบบวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ออกแบบการวางระบบท่อร้อยสายไฟ (ดูรูปที่ 71)



รูปที่ 71 การออกแบบการวางระบบท่อร้อยสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คิดวัสดุอุปกรณ์

โดยทำการคิดวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการเดินสายไฟ ซึ่งมีดังนี้

3.1 คิดจากการหาโหลดการทำงานของเครื่องจักร

สูตร $P = EI$

$= I^2R$

$= \frac{E^2}{R}$

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

E คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลท์ (V)

I คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

R คือ ความต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

1 กิโลวัตต์ (kW) = 1000 วัตต์ (W)

โดยเครื่องจักรที่นำมาคิดพิจารณาและข้อมูลที่ได้ คือ

1. เครื่องไส ใช้กระแสไฟฟ้า 16 แอมแปร์
2. เครื่องกลึง(สีเขียว) ใช้กระแสไฟฟ้า 7.5 แอมแปร์
3. เครื่องอัดลม ใช้กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์
4. เครื่องกลึงใหญ่ ซึ่งมีกำลังไฟฟ้า 4 kW

สูตร $P = EI$

คิดกระแส $I = \frac{P}{E}$

เมื่อ $P = 4{,}000\ W$

$E = 380\ V$

แทนค่า $I = \frac{4{,}000\ W}{380\ V}$

$= 10.5\ A$

เครื่องกลึงใหญ่ ใช้กระแสไฟฟ้า 10.5 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องกลึงเล็ก ขนาด $\frac{1}{2}$ H.P.

สูตร $P = EI$

คิดกระแส $I = \frac{P}{E}$

เมื่อ $P = \frac{1}{2}$ H.P.

$E = 380$ V

แทนค่า $I = \frac{373\ W}{380\ V}$

$= 0.98$ A

เครื่องกลึงเล็ก ขนาด $\frac{1}{2}$ H.P. ใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ 1 แอมแปร์

6. เครื่องเลื่อยไฟฟ้า ขนาด 1 H.P.

สูตร $P = EI$

คิดกระแส $I = \frac{P}{E}$

เมื่อ $P = 1$ H.P. (1 H.P. = 746 W)

$E = 380$ V

แทนค่า $I = \frac{746\ W}{380\ V}$

$= 1.96$ A

เครื่องเลื่อยไฟฟ้า ขนาด 1 H.P. ใช้กระแสไฟประมาณ 2 แอมแปร์

3.2 คิดขนาดสายไฟฟ้า

โดยใช้หลักเกณฑ์การหาดังนี้

3.2.1 พื้นที่หน้าตัดของขดลวด 400 เซอร์คิวลาร์มิล จะทนกระแสไฟฟ้าได้ 1 แอมแปร์ หรือพื้นที่หน้าตัดของขดลวด 0.2 ตร.มม. จะทนกระแสไฟฟ้าได้ 1 แอมแปร์

3.2.2 ซึ่งวิธีในการคิดสายไฟฟ้าหรือ คิดจากกระแสไฟที่ได้จากเครื่องจักว่ามีการกินกระแสไฟฟ้ากี่แอมแปร์ ซึ่งจะมีค่าเซฟตี้สายไฟโดยจะคิดเป็น 2 เท่าของขนาดสายที่ได้ หรือโดยคิดเป็น 2 เท่าของกระแสไฟที่ได้ หรือจากกฎการเดินสายไฟ คือ สายไฟที่ร้อยในท่อร้อยสายไฟจะต้องมีขนาดทนกระแสไฟที่เข้สูงสุด ได้ต่ำที่สุด 125% ของกระแสไฟฟ้าสูงสุด เพื่อป้องกันมิให้สายไฟฟ้าเสียหายชำรุดเนื่องจากกระแสเกินอัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้ คือ

1. เครื่องไส ใช้กระแสไฟ 16 แอมแปร์

ความโตลวดที่ใช้ = 16x400 = 6,400 เซอร์คิวลาร์มิล

หรือ ความโตลวดที่ใช้ = 16 x 0.2 = 3.2 ตร.มม.

ดังนั้น ขนาดสายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องไสที่ควรเลือกใช้คือขนาด 4 ตร.มม.

2. เครื่องกลึง (สีเขียว) ใช้กระแสไฟ 7.5 แอมแปร์

ความโตลวดที่ใช้ = 7.5 x 400 = 3,000 เซอร์คิวลาร์มิล

หรือ ความโตลวดที่ใช้ = 7.5 x 0.2 = 1.5 ตร.มม.

ดังนั้น ขนาดสายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องกลึง (สีเขียว) ที่ควรเลือกใช้คือขนาด 1.5 ตร.มม.

3. เครื่องกลึงใหญ่ (สีเทา) ใช้กระแสไฟ 10.5 แอมแปร์

ความโตลวดที่ใช้ = 10.5 x 400 = 4,200 เซอร์คิวลาร์มิล

หรือ ความโตลวดที่ใช้ = 10.5 x 0.2 = 2.1 ตร.มม.

ดังนั้น ขนาดสายไฟฟ้าที่ควรเลือกใช้กับเครื่องกลึงใหญ่คือขนาด 2.5 ตร.มม.

4. เครื่องกลึงเล็ก ขนาด $\frac{1}{2}$ H.P. ใช้กระแสไฟ 1 แอมแปร์

ความโตลวดที่ใช้ = 1 x 400 = 400 เซอร์คิวลาร์มิล

หรือ ความโตลวดที่ใช้ = 1 x 0.2 = 0.2 ตร.มม.

ดังนั้น สายไฟฟ้าที่ควรเลือกใช้กับเครื่องกลึงเล็กคือขนาด 1 ตร.มม.

5. เลื่อยไฟฟ้าขนาด 1 H.P. ใช้กระแสไฟ 2 แอมแปร์

ความโตลวดที่ใช้ = 2 x 400 = 800 เซอร์คิวลามิล

หรือ ความโตลวดที่ใช้ = 2 x 0.2 = 0.4 ตร.มม.

ดังนั้น สายไฟฟ้าที่ควรเลือกใช้กับเลื่อยไฟฟ้าคือขนาด

สายไฟฟ้าที่ใช้เป็นชนิด THW เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดงฉนวนหุ้ม PVC ใช้เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ทนอุณหภูมิได้ 70 C^0 ใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 โวลต์

3.3 การคิดหาขนาดท่อร้อยสายไฟ

จำนวนสายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อร้อยสายไฟต้องไม่เกินจำนวนสายต่ำสุดที่อนุญาตให้ใช้ หรืออาจคิดโดยวิธีการใช้พื้นที่รวมของสายไฟทั้งหมดที่อยู่ในท่อร้อยสายไฟโดยพื้นที่ที่ใช้จะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 50-70% ของขนาดท่อร้อยสายไฟ เหตุผลก็คือ เพื่อความสะดวกในการร้อยสายไฟและความสามารถในการถ่ายเทความร้อยออกจากท่อ

ขั้นตอนการเดินสายไฟ

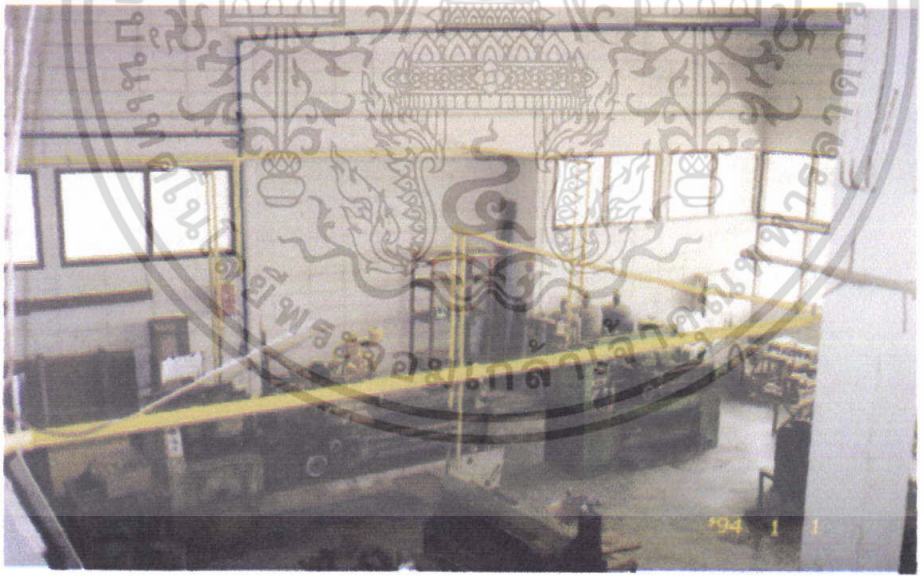
วิธีการ

1. ทำการศึกษาระบบไฟฟ้าให้เข้าใจก่อน จากนั้นเป็นการศึกษาสภาพพื้นที่ตำแหน่งที่อยู่ของเครื่องจักรกลภายในโรงงานเครื่องจักรกลและได้ทำการออกแบบวงจรไฟฟ้า และออกแบบการวางระบบท่อร้อยสายไฟขึ้น

รูปที่ 72 ก่อนทำการเดินสายไฟ

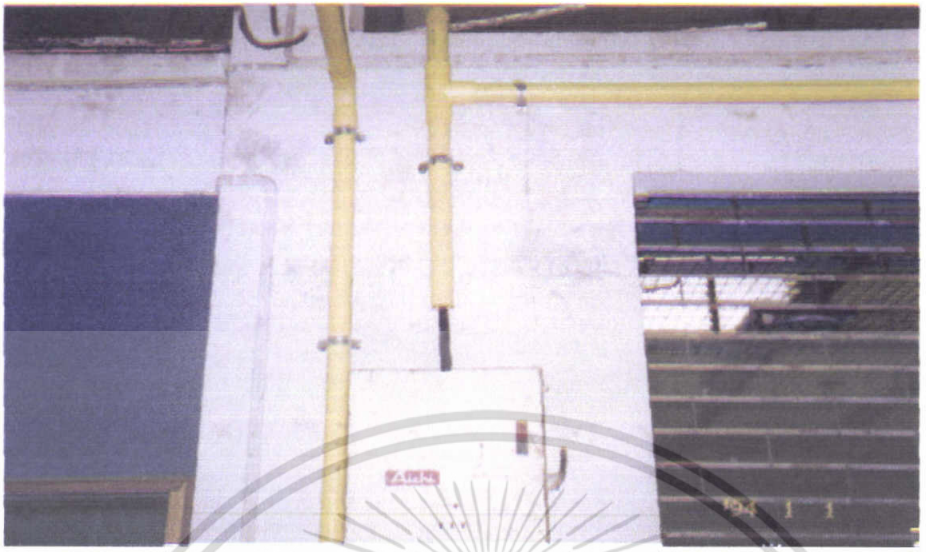
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 73 ก่อนทำการเดินสายไฟ



รูปที่ 74 หลังทำการเดินสายไฟระบบท่อร้อยสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



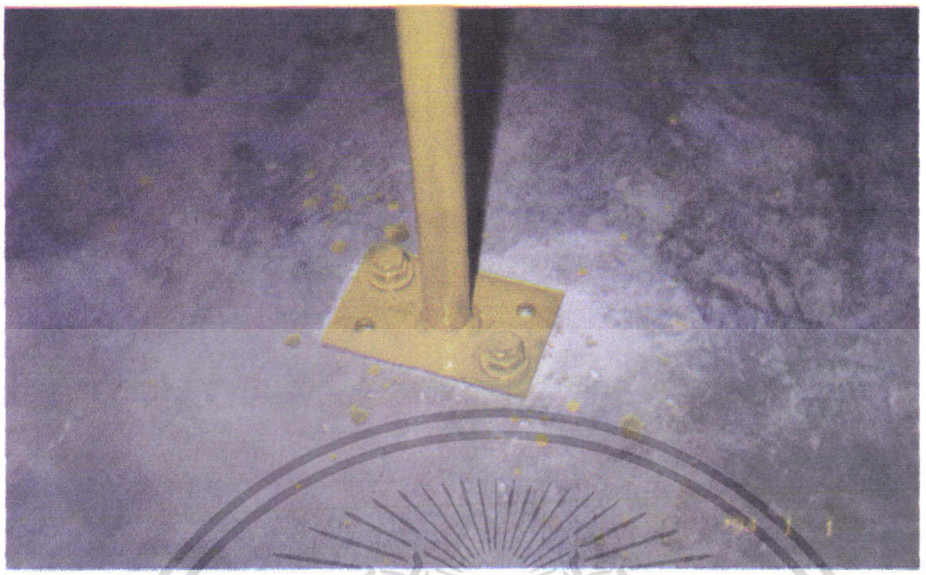
รูปที่ 75 หลังทำการเดินสายไฟระบบท่อร้อยสายไฟ

2. เสายึดท่อร้อยสายไฟ

การทำเสายึดท่อร้อยสายไฟโดยการพิจารณาเลือกขนาดเสาให้เหมาะสม โดยขนาดของเสาที่เลือกใช้ คือ ใช้เหล็กแป๊ปดำขนาด 1 นิ้ว และความสูงของเสา คือ 3 เมตร จำนวนทั้งหมดที่ติดตั้ง คือ 5 จุด และนำมาเชื่อมปิดหัว – ท้ายโดยใช้เหล็กแผ่นที่ตัดไว้ขนาด 3*4 นิ้ว มาเชื่อมเข้าด้วยกัน โดยเล็กแผ่นนี้จะเจาะรูไว้ขนาด 1 / 2 นิ้ว สำหรับยึดเสาไว้กับพื้นที่เจาะ และเจาะรูขนาด 2 หุน สำหรับยึดท่อร้อยสายไฟ (ดูรูปที่ 76) และการเจาะพื้นเพื่อทำการยึดเสา (ดูรูปที่ 77)

รูปที่ 76 แสดงเสายึดท่อร้อยสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 77 แสดงการเจาะพื้นเพื่อทำการยึดเสา

3. การร้อยสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายไฟ

ในการร้อยสายไฟฟ้าเข้าไปในท่อร้อยสายไฟจะทำการร้อยสายไฟฟ้า โดยใช้เครื่องดึงที่เป็นลวดดึงร้อยสายไฟแต่ละเส้นเข้าไปพร้อม ๆ กัน ในท่อร้อยสายไฟ โดยอาจจะทำการร้อยสายไฟก่อนแล้วจึงทำการยึดท่อไว้กับเสาหรือผนัง หรือทำการร้อยสายไฟหลังติดตั้งท่อกับเสาหรือผนังก็ได้ การร้อยสายไฟในท่อร้อยสายไฟ(ดูรูปที่ 78) การยึดท่อกับผนัง(ดูรูปที่ 79)

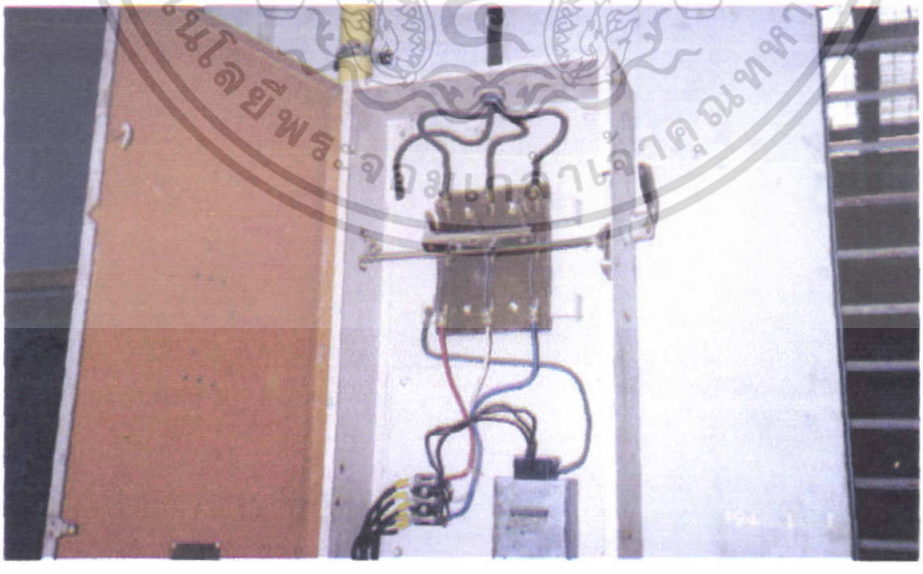
รูปที่ 78 แสดงการร้อยสายไฟในท่อร้อยสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 79 แสดงการยึดท่อกับผนัง

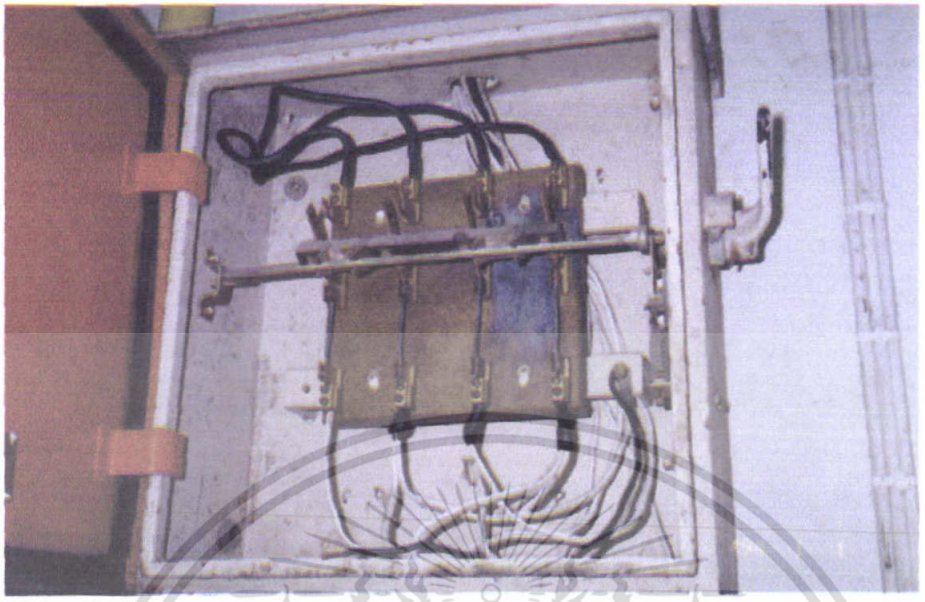
4. เซฟตี้สวิทช์

เซฟตี้สวิทช์ที่ใช้ คือ เซฟตี้สวิทช์ที่ใช้งานธรรมดาหรือชนิด N.D. ใช้กับวงจรย่อยของมอเตอร์ ขนาด 30 –1,200 แอมแปร์ ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไม่เกิน 600 โวลท์ เซฟตี้สวิทช์จุดที่ 1 ขนาด 30 แอมแปร์(ดูรูปที่ 80) และ เซฟตี้สวิทช์จุดที่ 2 ขนาด 30 แอมแปร์(ดูรูปที่ 81)



รูปที่ 80 แสดงเซฟตี้สวิทช์จุดที่ 1 ขนาด 30 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



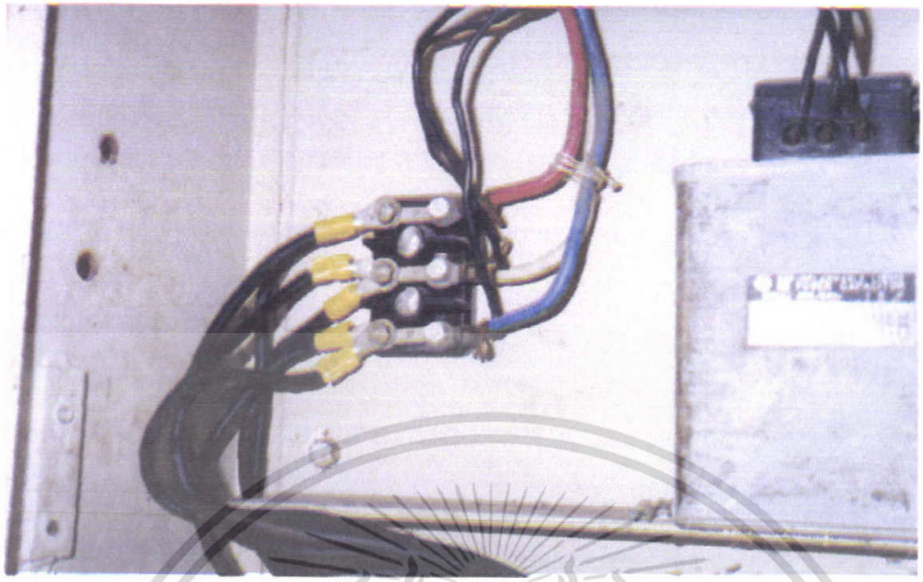
รูปที่ 81 แสดงเซฟตี้สวิทช์จุดที่ 2 ขนาด 30 แอมแปร์

5. การต่อและเข้าสายไฟฟ้า

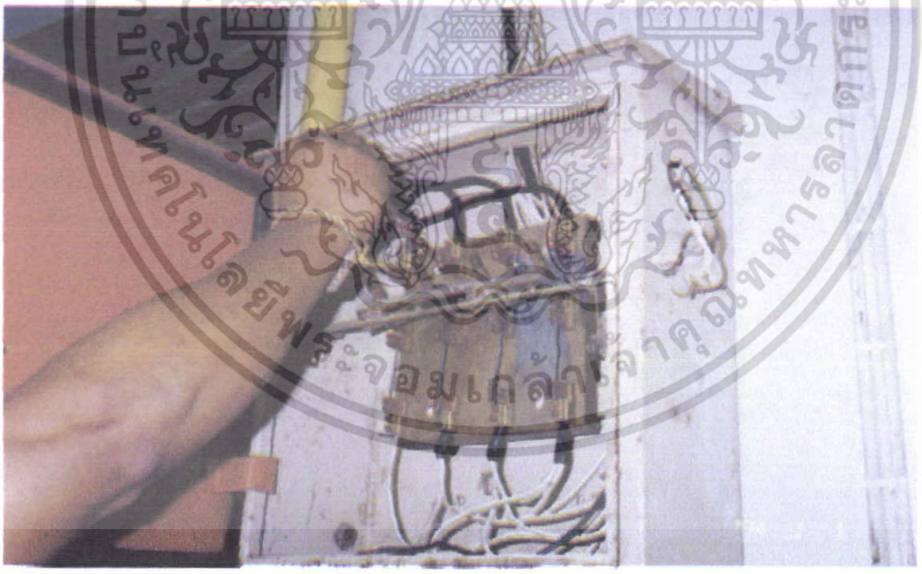
ปกติแล้วข้อกำหนดในการต่อสายไฟให้ปลอดภัยมีมาตรฐานกำหนดไว้ จุดมุ่งหมายของการต่อสายไฟฟ้านั้นก็คือ ต้องการส่งพลังงานไฟฟ้าไปใช้ยังจุดที่ต้องการ หรือเพื่อให้สะดวกในการปฏิบัติงาน การต่อสายไฟฟ้าในการใช้งานส่วนมากจะทำการต่อแบบถักหางเปียซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันมาก ในการต่อสายไฟจะต้องสังเกตการทำงานของมอเตอร์ด้วยจะต้องหมุนถูกทาง การต่อและเข้าสายไฟ(ดูรูปที่ 82) การต่อหางปลาแบบบีบรัด (ดูรูปที่ 83) ในการต่อสายไฟฟ้าทุกครั้งจะต้องใช้ไขควงเช็คไฟทุกครั้งเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานเอง(ดูรูปที่ 84)

รูปที่ 82 แสดงการต่อและเข้าสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 83 แสดงการต่อหางปลาแบบบีบรัด



รูปที่ 84 แสดงการเช็คไฟด้วยไขควรเช็คไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งบประมาณที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้งบประมาณในการศึกษาประมาณ 3,945 บาท

ตารางที่ 5 แสดงราคาอุปกรณ์ต้นทุนการเดินสายไฟฟ้าในโรงงาน

อุปกรณ์	จำนวน	ราคา (บาท)
1.สายไฟฟ้าชนิด THW ขนาด 6 mm^2	3 ม้วน	2,100
2.ท่อร้อยสายไฟ PVC ขนาด 1 1/2 นิ้ว	7 เส้น	1,295
3. ท่อร้อยสายไฟ ขนาด 1 นิ้ว	5 เส้น	450
4. ข้องอ 90 PVC ขนาด 1 นิ้ว	5 ตัว	50
5. ข้องอ 90 PVC ขนาด 1 1/2 นิ้ว	7 ตัว	175
6. ข้อต่อ 3 ทาง ขนาด นิ้ว 1 1/2 นิ้ว	5 ตัว	75
7. ข้อต่อลด ขนาด 1 1/2 นิ้ว ลด 1 นิ้ว	5 ตัว	75
8. เหล็กรัดท่อ PVC ขนาด 1 1/2 นิ้ว	10 ตัว	30
9.เหล็กรัดท่อ PVC ขนาด 1 นิ้ว	5 ตัว	10
10.พุ๊กฝังดิน 3 / 8 นิ้ว	30 ตัว	180
11.น็อต 3 / 8 *1 นิ้ว	30 ตัว	60
12.เทปพันสายไฟ	3 ม้วน	45
13.ค่าจัดพิมพ์เอกสาร	-	2,000
14.เหล็กแป๊ปดำขนาด 1 นิ้ว ยาว 6 เมตร	3 เส้น	540
15.สายไฟฟ้าชนิด THW ขนาด 10 mm^2	1 ม้วน	1,100
รวม		8,185

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางการปฏิบัติงาน

กิจกรรม	ระยะเวลา				
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษารวบรวมข้อมูลระบบไฟฟ้าและการเดินสายไฟฟ้าในโรงงาน	←	—	→		
2. วางแผน ออกแบบระบบไฟฟ้า วางระบบท่อ เตรียมจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ		←	—	→	
3. ปฏิบัติการเดินสายไฟฟ้า			←	—	→
4. ประเมินราคาต้นทุนสิ่งประดิษฐ์				←	— →
5. ทดสอบการทำงานของเครื่องจักรและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็น					← — →
6. สรุปประเมินผล					← — →

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง
(RESULTS)

จากการสังเกตการทำงานของเครื่องไส เครื่องกลึง เครื่องอัดลม เครื่องเลื่อยไฟฟ้า พบว่าทำงานปกติไม่มีเสียงดัง

คำนวณหาค่าแรงดันตกของสายไฟ

สำหรับไฟฟ้าระบบ 3 เฟส ซึ่งเป็นค่าแรงดันลดระหว่างเฟส

สูตร $Vd = \frac{1.732\ IDRT}{1,000}$

เมื่อ Vd = แรงดันไฟฟ้าลด

I = กระแสไฟฟ้า

D = ความยาวสายไฟ-ระยะทาง ฟุต (คิดทางเดียว)

R = ความต้านทาน (จากตารางภาคผนวกที่ 3)

T = อุณหภูมิที่แก้ (จากตารางภาคผนวกที่ 5)

ข้อมูลที่ได้ คือ

1. เครื่องไส กระแสไฟฟ้าที่ใช้ = 16 A

ความยาวสายไฟที่ใช้ = 10 *m*

พิจารณาเลือกสายขนาด 4 มม.^{2}

ระยะทางเป็นเมตร เท่ากับ 10 เมตร

อุณหภูมิ 70 C° ค่าที่แก้ = 1.1965 (ตารางภาคผนวกที่ 5)

ความต้านทาน = 4.5 โอห์ม/กม. (ตารางภาคผนวกที่ 3)

จากสูตร $Vd = \frac{1.732IDRT}{1,000}$

แทนค่าในสูตร $Vd = \frac{1.732 \times 16\,A \times 10M \times 4.5\,\Omega \times 1.1965}{1,000}$

∴ แรงดันลดในสาย = 1.492 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องกลึง (สีเขียว) กระแสไฟที่ใช้ = 7.5 A

ความยาวสายไฟที่ใช้ = 17 เมตร

พิจารณาเลือกสายขนาด 1.5 มม.^{2}

ระยะทางเป็นเมตร เท่ากับ 17 เมตร

อุณหภูมิ 70 C° ค่าที่แก้ = 1.1965 (ตารางภาคผนวกที่ 5)

ความต้านทาน = 12 โอห์ม/กม. (ตารางภาคผนวกที่ 3)

จากสูตร $Vd = \frac{1.732IDRT}{1,000}$

แทนค่าในสูตร $Vd = \frac{1.732 \times 7.5\,A \times 17\,M \times 12\,\Omega \times 1.1965}{1,000}$

∴ แรงดันลดในสาย = 3.17 โวลท์

3. เครื่องกลึงใหญ่ (สีเทา) กระแสไฟที่ใช้ = 10.5 A

ความยาวสายไฟที่ใช้ = 12 เมตร

พิจารณาเลือกสายขนาด 2.5 มม^2

ระยะทางเป็นเมตร เท่ากับ 12 เมตร

อุณหภูมิ 70 C° ค่าที่แก้ = 1.1965 (ตารางภาคผนวกที่ 5)

ความต้านทาน = 7.28 โอห์ม/กม. (ตารางภาคผนวกที่ 3)

จากสูตร $Vd = \frac{1.732IDRT}{1,000}$

แทนค่าในสูตร $Vd = \frac{1.732 \times 10.5\,A \times 12\,M \times 7.28\,\Omega \times 1.1965}{1,000}$

∴ แรงดันลดในสาย = 1.90 โวลท์

4. เครื่องกลึงเล็ก กระแสไฟที่ใช้ = 1 A

ความยาวสายไฟที่ใช้ = 13 เมตร

พิจารณาเลือกสายขนาด 1 มม.^{2}

ระยะทางเป็นเมตร เท่ากับ 13 เมตร

อุณหภูมิ 70 C° ค่าที่แก้ = 1.1965 (ตารางภาคผนวกที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้านทาน = 18 โอห์ม/กม. (ตารางภาคผนวกที่ 3)

จากสูตร $Vd = \frac{1.732IDRT}{1,000}$

แทนค่าในสูตร $Vd = \frac{1.732 \times 1A \times 13M \times 18\Omega \times 1.1965}{1,000}$

∴ แรงดันลดในสาย = 0.48 โวลท์

5. เครื่องเลื่อยไฟฟ้า กระแสไฟที่ใช้ = 2 A

ความยาวสายไฟที่ใช้ = 17 เมตร

พิจารณาเลือกสายขนาด 1 มม.^{2}

ระยะทางเป็นเมตร เท่ากับ 17 เมตร

อุณหภูมิ 70 C^o ค่าที่แก้ = 1.1965 (ตารางภาคผนวกที่ 5)

ความต้านทาน = 18 โอห์ม/กม. (ตารางภาคผนวกที่ 3)

จากสูตร $Vd = \frac{1.732IDRT}{1,000}$

แทนค่าในสูตร $Vd = \frac{1.732 \times 2A \times 17M \times 18\Omega \times 1.1965}{1,000}$

∴ แรงดันลดในสาย = 1.268 โวลท์

6. เครื่องอัดลม กระแสไฟที่ใช้ = 1 A

ความยาวสายไฟที่ใช้ = 15 เมตร

พิจารณาเลือกสายขนาด 1 มม.^{2}

ระยะทางเป็นเมตร เท่ากับ 15 เมตร

อุณหภูมิ 70 C^o ค่าที่แก้ = 1.1965 (ตารางภาคผนวกที่ 5)

ความต้านทาน = 18 โอห์ม/กม. (ตารางภาคผนวกที่ 3)

จากสูตร $Vd = \frac{1.732IDRT}{1,000}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าในสูตร $Vd = \frac{1.732 \times 1A \times 15M \times 18\Omega \times 1.1965}{1,000}$

∴ แรงดันลดในสาย = 0.56 โวลท์

สายไฟฟ้าที่ใช้เป็นชนิด THW เส้นลวดตัวนำทำด้วยทองแดง ฉนวนหุ้ม PVC ใช้เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าในอาคารทนอุณหภูมิได้ 70 C° ใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ
(SUMMARY AND RECOMMENDATION)

สรุปผล(Summary)

ผลการศึกษาการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานครั้งนี้พบว่า เครื่องจักรกลโรงงานมีการทำงานที่เป็นปกติและมีประสิทธิภาพดี และมีการใช้สายไฟฟ้าในขนาดต่าง ๆ กันตามความเหมาะสมของประโยชน์ในการใช้งาน โดยมีเซฟตี้สวิทช์หลักเป็นตัวตัดระบบการทำงานทั้งหมด และแบ่งการทำงานออกเป็น 2 จุด คือมีเซฟตี้สวิทช์อีก 2 ตัว เป็นตัวตัดระบบการทำงานของเครื่องจักรกลที่แบ่งออกไปแต่ละจุด โดยจุดที่ 1 มีเครื่องจักรกลอยู่ 3 เครื่อง และจุดที่ 2 มีเครื่องจักรกลอยู่ 3 เครื่อง ซึ่งได้นำมาสรุปดังตารางที่ 5

ตารางที่ 6 แสดงผลข้อมูลการศึกษา

	เซฟตี้สวิทช์หลัก (ขนาด 100 แอมแปร์)					
	เซฟตี้สวิทช์ จุดที่ 1 (30 แอมแปร์)			เซฟตี้สวิทช์ จุดที่ 2 (30 แอมแปร์)		
	เครื่องไส	เครื่องกลึง (เล็ก)	เครื่องเลื่อย	เครื่องกลึง (ใหญ่)	เครื่องกลึง (สีเขียว)	เครื่องอัดลม
โหลด (แอมแปร์)	16	1	2	10.5	7.5	1
ขนาดสายไฟ (ตร.มม.)	4	1	1	2.5	1.5	1
ระยะทาง (ม.)	10	13	17	12	17	15
แรงดันลดในสาย (โวลท์)	1.49	0.48	1.26	1.90	3.17	0.56

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่า เซฟตี้สวิทช์หลักที่มีขนาด 100 แอมแปร์ สามารถรับโหลดจากเซฟตี้สวิทช์ที่เป็นตัวตัดระบบการทำงานของเครื่องจักรกลทั้ง 2 จุด ที่โหลดรวมกันได้ 60 แอมแปร์ และเซฟตี้สวิทช์ที่เป็นตัวตัดระบบการทำงานของเครื่องจักรกลทั้ง 2 จุด แต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถรับโหลดได้ 30 แอมแปร์ โดยเครื่องจักรกลที่ต่อเข้ากับเซฟตี้สวิทช์แต่ละจุดใช้โหลดรวมกันเพียง 19 แอมแปร์เท่านั้น จะเห็นได้ว่าในระบบการเดินสายไฟฟ้าในครั้งนี้ได้มีการเผื่อโหลดในเซฟตี้สวิทช์แต่จะจุดไว้พอสมควร เพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ได้

ข้อเสนอแนะ

จากการทำงานในการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานพบว่า การเดินสายไฟฟ้าในโรงงานจะมีวิธีการอยู่หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อดีและข้อเสียซึ่งจะแตกต่างกันออกไป ซึ่งในการใช้งานนั้นจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการใช้งาน และที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในการเดินสายไฟฟ้า ก็คือการเลือกขนาดสายไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อป้องกันไม่ให้สายไฟฟ้าเกิดความเสียหายชำรุดเนื่องจากกระแสเกินอัตรา การสูญเสียกำลังไฟฟ้าเนื่องจากแรงดันตก และยิ่งไปกว่านั้นเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าจะได้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

จากการเดินสายไฟฟ้าในโรงงานในครั้งนี้ ได้มีการวางแผนเผื่อไว้ในอนาคต คือ ถ้ามีการนำเครื่องจักรกลมาใช้งานเพิ่มขึ้น ก็สามารถที่จะนำเครื่องจักรกลต่อใช้งานได้เลย เนื่องจากได้ทำการออกแบบเผื่อไว้สำหรับต่อใช้งานอยู่แล้ว และเซฟตี้สวิทช์ก็สามารถรับโหลดจากเครื่องจักรกลที่จะนำมาต่อใช้งานได้ โดยที่ระบบการทำงานสามารถใช้งานได้อย่างปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชิดชัย ประจงแสงสี. 2516. **ไฟฟ้าทั่วไป**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์นิยมวิทยา.

ฟูศักดิ์ จงเฟื่องปริญญา. 2511. **ช่างไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ : ป.พิศนาคะการพิมพ์.

ปราโมทย์ อุณหไวทยะ. 2538. **วิศวกรรมไฟฟ้าภาคปฏิบัติ**. พิมพ์ครั้งที่ 2.

ฤทธิ์ ธีระโกเมน. 2515. **ไฟฟ้าสำหรับประชาชน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิชย์.

ศรีสด พานิชย์. 2524. **ความรู้ไฟฟ้าเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์นิยมวิทยา.

ส่ง สุขตานนท์. 2523. **ไฟฟ้ากำลังสำหรับประชาชน**. กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์.

สุวรรณ บุญทิพย์. 2539. **ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ขนาดกระแสสูงสุดของสายทองแดงหุ้มฉนวน PVC แรงดันถึง 750 V 40°

ขนาดสายตารางมิลลิเมตร	กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มเดินในอากาศ		กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มเดินในท่อ, เพดาน,ผนัง,ราง	
	สาย TW 60°c	สาย THW 75°c	สาย TW 60°c	สาย THW 75°c
1.0	13	14	9	9
1.5	14	15	10	11
2.5	18	19	14	15
4.0	25	27	19	21
6	35	40	25	30
10	50	65	35	45
16	70	90	50	60
25	95	120	60	65
35	115	150	80	100
50	150	190	100	125
70	185	240	120	155
95	225	290	145	185
120	270	345	170	215
150	305	390	195	250
185	355	455	220	280
200	370	500	230	295
240	410	530	255	325
300	470	605	290	370
400	555	715	335	430
500	610	820	370	450
625	730	935	405	520
750	888	1,035	425	550
875	875	1,125	445	570
1,000	945	1,215	460	685

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ขนาดกระแสของสายทองแดงหุ้มฉนวน PVC และ XLPE แรงดันถึง 1,000 V 30°c

ขนาดสาย AWG,MCM	ขนาดสาย mm^2	NEC[1]) table-16 ANSI cl-1978		ขนาดสายตามมาตรฐานTISI mm^2	เคเบิล 3 และ 4 แกน[2]	
		THW 75° A	XHHW 90° A		PVC 70°c (A)	XLPE 90°c (A)
18	0.82		21	1		
16	1.31		22	1.5	19	24
14	2.08	15	25	2.5	25	33
12	3.31	20	30	4	33	43
10	5.27	30	40	6	43	57
8	8.4	45	50	10	58	76
6	13.3	65	70	16	74	100
4	21.2	85	90	25	98	128
3	26.7	100	105	25	98	128
2	33.6	115	120	25	116	157
1	42.4	130	140	50	144	195
1/0	53.4	150	155	50	144	195
2/0	67.5	175	185	70	181	242
3/0	85.0	200	210	95	219	295
4/0	107.2	130	235	120	251	337
250	126.7	150	270	120	251	337
300	152.0	175	300	150	288	385
350	177.4	200	325	185	321	428
400	202.7	230	360	240	358	480

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ความต้านทานของสายไฟฟ้า

Nominal area Of conductor	Max.resistance per km at 20°C			
	Conductor for fix wiring		Flexible conductor	
	Single - core	Muti - core	Single - core	Muti - core
mm^2	ohms	ohms	ohms	ohms
0.5 (solid)	35.7	36.4	-	-
0.5 (28W)	-	-	37.7	39.6
0.5 (16W)	-	-	37.1	39.0
0.75 (42W)	-	-	25.1	26.4
0.75 (24W)	-	-	24.7	26.0
1	17.7	18.1	18.5	19.5
1.5	11.9	12.1	12.7	13.3
2.5	7.14	7.28	7.60	7.98
4	4.47	4.56	4.71	4.95
6 (solid)	2.97	3.03	-	-
6 (strand)	3.02	3.08	-	-
6	-	-	3.14	3.30
10 (solid)	1.77	1.81	-	-
10 (strand)	1.79	1.83	1.82	1.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 จำนวนสายไฟฟ้าขนาดต่างๆ ที่ร้อยในท่อไฟ

Conduit Trade	Size (inches)	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5
Type Letters	Conductor Size AWG,MCM											
	14	13	24	39	69	94	154					
	12	10	18	29	51	70	114	164				
	10	6	11	18	32	44	73	104	160			
	8	3	5	9	16	22	36	51	79	106	136	
	6	1	4	11	11	15	26	37	57	76	97	154
	4	1	2	7	7	9	16	22	35	47	60	94
	3	1	1	6	6	8	13	19	29	39	51	80
	2	1	1	5	5	7	11	16	25	33	43	67
	1		1	3	3	5	8	12	18	25	32	50

ตารางที่ 5 ค่าแก้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

Temperature C°	Temperature correction factor	
	Copper	Aluminum
25	1.0197	1.0202
30	1.0393	1.0403
35	1.0590	1.0605
40	1.0786	1.0806
45	1.0983	1.1008
50	1.1179	1.1209
55	1.1376	1.1411
60	1.1572	1.1612
65	1.1769	1.1814

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้