



แผนการสอน

วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

สอนสัปดาห์ที่ 9
หน่วยการสอนที่ 9
รหัสวิชา
2100-1003

เรื่องที่สอน สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า

จำนวนชั่วโมงสอน
4

สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า

1. สายไฟฟ้า (Electric Wire)

สายไฟฟ้า คือ วัสดุที่ทำด้วยโลหะตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพื่อใช้ต่อนำกระแสไฟฟ้าจากจุดหนึ่งไปยังอีก

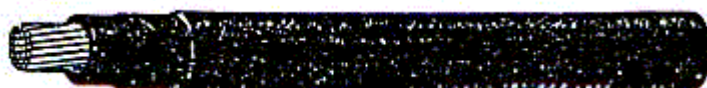
จุดหนึ่ง โลหะตัวนำไฟฟ้าที่ดี เช่น เงิน ทองแดง อลูมิเนียม

1.1 ลักษณะทั่วไปของสายไฟฟ้า

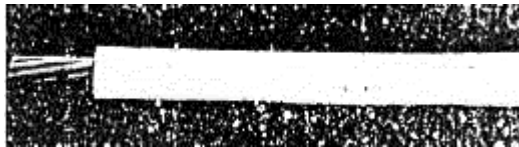
สายไฟฟ้ามักมีด้วยกัน 2 แบบ คือ สายเดี่ยว หรือสายตัน (Solid Wire) และสายตีเกลียว (Stranded Wire) วัสดุที่นำมาทำสายไฟฟ้ามีทั้งอลูมิเนียมและทองแดง สายไฟฟ้าที่ทำด้วยอลูมิเนียมมักจะทำเป็นสายไฟฟ้าแรงสูงในระบบสายส่ง และเป็นสายเปลือย สายไฟฟ้าที่ทำด้วยทองแดงมีใช้ในงานไฟฟ้าทั่วไป และสายไฟฟ้าแบ่งออกได้ 2 ชนิดด้วยกัน คือ สายเปลือย (bare wire) และสายหุ้มฉนวน (insulation wire) สายไฟฟ้าที่ทำด้วยทองแดงจะต้องมีทองแดงไม่น้อยกว่า 98 % และสายไฟฟ้าที่ทำด้วยอลูมิเนียมจะต้องมีอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 99.3%



รูปที่ 1 สายเดี่ยว หรือสายตัน (Solid Wire)

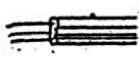
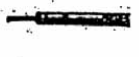


รูปที่ 2 สายตีเกลียว (Stranded Wire)

	แผนการสอน วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	สอนสัปดาห์ที่ 9 หน่วยการสอนที่ 9 รหัสวิชา 2100-1003
เรื่องที่สอน สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า		จำนวนชั่วโมงสอน 4
สายเปลือย แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่ใช้เกี่ยวกับงานเครื่องจักรกลไฟฟ้าในการพันขดลวดสนามแม่เหล็กต่าง ๆ สายเปลือยชนิดนี้ผิวด้านนอกจะอาบด้วยน้ำมันที่เป็นฉนวนไฟฟ้า เช่น น้ำมันวานิช (Vanish) ส่วนสายเปลือยอีกชนิดหนึ่ง คือ สายเปลือยที่ใช้ในระบบสายส่งแรงสูง สายไฟชนิดนี้อาจจะทำด้วยทองแดงหรืออลูมิเนียม  รูปที่ 3 สายเปลือย สายหุ้มฉนวน หมายถึง สายไฟฟ้าที่ทำด้วยทองแดงหรืออลูมิเนียม แล้วหุ้มผิวภายนอกด้วยวัสดุที่เป็นฉนวน  รูปที่ 4 สายหุ้มฉนวน (Insulated Wire) 1.2 ชนิดของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีหลายชนิดด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนำไปใช้งาน ฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟ		

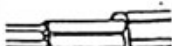
ไฟฟ้าแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน บางชนิดสำหรับติดตั้งในบ้านพัก บางชนิดสำหรับติดตั้งนอกอาคาร บางชนิดเหมาะสำหรับติดตั้งในที่อุณหภูมิสูง ๆ หรือในที่สภาพเปียกชื้น ดังนั้นสายไฟฟ้าแต่ละชนิดจึงแบ่งตามชนิดของฉนวนที่นำมาหุ้มเพื่อให้เหมาะสมในแต่ละสภาพที่จะนำไปติดตั้งฉนวนที่หุ้ม เช่น พี.วี.ซี. , โพลีทีน, โพลีเอทีลีน หรือ นิโอพรีน เป็นต้น

	แผนการสอน วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	สอนสัปดาห์ที่ 9 หน่วยการสอนที่ 9 รหัสวิชา 2100-1003
เรื่องที่สอน สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า		จำนวนชั่วโมงสอน 4
1.2.1 สายแบบที (T) เช่นสายแบบ T, TW, THW เรียกรวมกันว่าแบบที (T) ทั้งสามแบบนี้มีคุณภาพต่างกัน และนำไปใช้งานได้ต่างกัน และมีราคาแพงต่างกันด้วย คือ - แบบ T จะใช้ในที่แห้งทั่วไป - แบบ TW ใช้ได้ทั้งที่แห้งและที่เปียกชื้นใช้เดินในท่อโลหะได้ - แบบ THW แบบนี้ใช้ได้ทั้งที่แห้งและที่เปียกชื้นแต่ทนความร้อนได้สูงทนกระแสได้สูงกว่า แบบ T, TW ในขณะที่ขนาดสายเท่ากัน		

	แบบ	แรงดันไฟฟ้า ไม่เกิน	อุณหภูมิ แวดล้อมไม่เกิน	มาตรฐาน อุตสาหกรรม	การใช้งาน
	VCT	750 V	60° C	ตารางที่ 16	ใช้สำหรับเครื่องมือ เครื่องใช้ที่มีการเคลื่อน ย้ายเป็นประจำ
	HVCT		75° C		
	VCT-G	750 V	60° C	ตารางที่ 22	เช่นเดียวกับ VCT
	HVC T-G		75° C		
	VAFF	250 V	60° C	ตารางที่ 9 + 16 และ 9 + 17	เช่นเดียวกับ VCT แต่ ใช้กับอุปกรณ์เครื่องมือ ที่มีขนาดเล็กกว่า
	HVAFF		75° C		
	VFF	250 V	60° C	ตารางที่ 17	
	HVFF		75° C		
	VEF-G	250 V	60° C	ตารางที่ 23	
	HVFF-G		75° C		
	VTF	250 V	60° C	ตารางที่ 17	
	HVTF		75° C		
	VSF	250 V	60° C	ตารางที่ 17	ใช้ภายในเครื่องมือ เครื่องใช้
	HVSF		75° C		
	TIS-AV	LOW	60° C	มาตรฐานที่ 118-2517	ใช้สำหรับแรงดัน
	JIS-AV	LOW	60° C	มาตรฐาน ญี่ปุ่น	ไฟฟ้า ส่วนมาก เช่น ไฟฟ้ารถยนต์

รูปที่ 5 ตารางแสดงประเภทของสายไฟฟ้าและการใช้งาน

 สอศ.	แผนการสอน วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	สอนสัปดาห์ที่ 9 หน่วยการสอนที่ 9 รหัสวิชา 2100-1003
เรื่องที่สอน สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า		จำนวนชั่วโมงสอน 4
1.2.1สายแบบ XHHW แบบนี้หุ้มฉนวนบางกว่า แต่เป็นฉนวนชนิดดี คือ ทนความร้อน มีความเหนียว ทนต่อแรงกระทบกระแทกได้ดี ไม่ฉีกขาดหรือเป็นรอยได้ง่าย		

	แบบ	แรงดันไฟฟ้า ไม่เกิน	อุณหภูมิ แวดล้อมไม่เกิน	มาตรฐาน อุตสาหกรรม	การใช้งาน
	IV	250 V	60° C	ตารางที่ 8	สายชนิดนี้เหมาะกับการใช้งานทั่วไป โดยเฉพาะงานเดินสาย
	HIV		75° C		
	TW	750 V	60° C	ตารางที่ 11	ร้อยในที่อู่และภาคสายในอาคารยึดกับฉนวนล็กกัวย
	THW		75° C		
	VAF	250 V	60° C	ตารางที่ 9	
	HVAF		75° C		
	VAF-G	250 V	60° C	ตารางที่ 18	สายชนิดนี้เหมาะกับการเดินเกาะกับพื้นผิวอาคาร โดยไว้รีดออก
	HVAF-G		75° C		
	VVF	750 V	60° C	ตารางที่ 12	คลิบรัดสายเดินกับผิวอาคาร สามารถใช้ในบริเวณชื้นและ
	Type B		75° C		
	NM	750 V	60° C	ตารางที่ 20	ได้
	Type B-G		75° C		
	NYY	750 V	60° C	ตารางที่ 13 และ 14	สายชนิดนี้เหมาะกับการวางฝังในดิน
	Type C		75° C		
	NY Y-N	750 V	60° C	ตารางที่ 15	โดยควร ทั้งนี้บริเวณนั้นต้องไม่มีแรงกระแทกกระทอนอันอาจ
	Type C-N		75° C		
	NY Y-G	750 V	60° C	ตารางที่ 21	ทำให้สายไฟชำรุดหรือขาดได้
	Type C-G		75° C		

รูปที่ 6 ตารางแสดงประเภทของสายไฟฟ้าและการใช้งาน



แผนการสอน

วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

สอนสัปดาห์ที่ 9
หน่วยการสอนที่ 9
รหัสวิชา
2100-1003

เรื่องที่สอน สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า

จำนวนชั่วโมงสอน
4

AWG MCM	60° C (140° F)	75° C (167° F)	85° C (185° F)	90° C (194° F)	110° C (230° F)	125° C (257° F)	200° C (392° F)
	Types RUW (14-2), T, TW	Types RH, RHW, RUH (14-2), THW, XHHW, THW-MTW	Types V, MI	Types TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, RHH, THHN, THHW	Types AVA, AVL	Types AI (14-8), AIA	Types A (14-8), AA, FEP, FEPB,
14	15	15	25	25	30	30	30
12	20	20	30	30	35	40	40
10	30	30	40	40	45	50	55
8	40	45	50	50	60	65	70
6	55	65	70	70	80	85	95
4	70	85	90	90	105	115	120
3	80	100	105	105	120	130	145
2	95	115	120	120	135	145	165
1	110	130	140	140	160	170	190
0	125	150	155	155	190	200	225
00	145	175	185	185	215	230	250
000	165	200	210	210	245	265	285
0000	195	230	235	235	275	310	340
250	215	255	270	270	315	335	
300	240	285	300	300	345	380	
350	260	310	325	325	390	420	
400	280	335	360	360	420	450	
500	320	380	405	405	470	500	
600	355	420	455	455	525	545	
700	385	460	490	490	560	600	
750	400	475	500	500	580	620	
800	410	490	515	515	600	640	
900	435	520	555	555			
1000	455	545	585	585	680	730	
1250	495	590	645	645			
1500	520	625	700	700	785		
1750	545	650	735	735			
2000	560	665	775	775	840		

รูปที่ 7 ตารางแสดงขนาดและอายุการใช้สายหุ้มฉนวนชนิดต่าง ๆ



สอศ.

แผนการสอน

วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

สอนสัปดาห์ที่ 9
หน่วยการสอนที่ 9
รหัสวิชา
2100-1003

1.3 สีของฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า

เพื่อให้เกิดความสะดวกในการที่ต้องนำเอาสายไฟต่อเข้าด้วยกันหรือในการตรวจวงจรไฟฟ้าที่

เดินสายไฟหลาย ๆ เส้น ซึ่งการกำหนดสีต้องเป็นไปตามากลดังนี้

สายหุ้มฉนวนชนิด 2 แกน จะต้องมียีเทาอ่อนกับสีดำ หรือสีขาวกับสีดำ

สายหุ้มฉนวนชนิด 3 แกน จะต้องประกอบด้วยสีเทาอ่อน (ขาว) สีดำและสีแดง

สายหุ้มฉนวนชนิด 4 แกน จะต้องประกอบด้วยสีเทาอ่อน (ขาว) สีดำ สีแดง และสีน้ำเงิน

สายหุ้มฉนวนชนิด 5 แกน จะต้องประกอบด้วยสีเทาอ่อน (ขาว) สีดำ สีแดง สีน้ำเงินและสีเหลือง

สายหุ้มฉนวนที่มีกราวด์ (Ground) จะใช้สายสีเขียว หรือสีเขียวสลับเหลือง

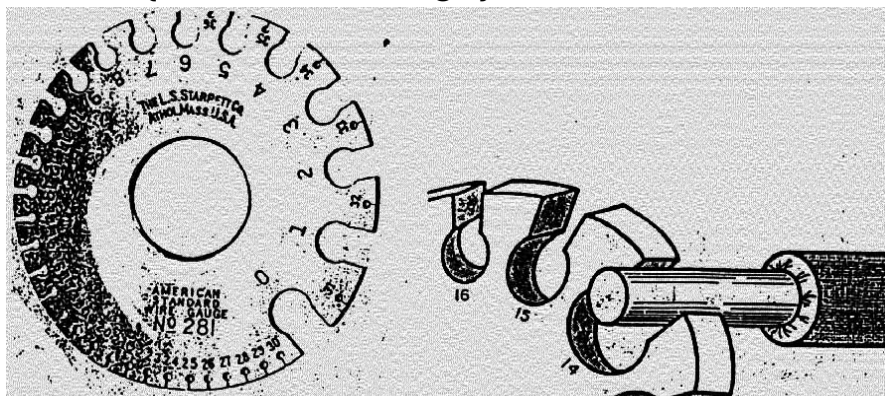
1.4 การเรียกขนาดสายไฟฟ้า

การเรียกขนาดสายไฟฟ้าเรียกกันหลายระบบ แต่ปัจจุบันนิยมเรียกกัน 3 ระบบ คือ

1. เรียกเป็นเบอร์ การเรียกสายไฟฟ้าเป็นเบอร์นี้ มีหลายมาตรฐานด้วยกัน ที่รวบรวมได้ มี 4

มาตรฐานคือ

- S.W.G. {British Standard Wire Gauge}
- B.W.G. {Birmingham Iron Wire Gauge}
- A.W.G. {American Wire Gauge}
- M.M.G. {Millimeter Gauge}



รูปที่ 8 ไวร์เกจ (Wire Gauge) และวิธีวัด



แผนการสอน

วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

สอนสัปดาห์ที่ 9
หน่วยการสอนที่ 9
รหัสวิชา
2100-1003

เรื่องที่สอน สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า

จำนวนชั่วโมงสอน
4

2. เรียกตามความโตของพื้นที่หน้าตัดสายไฟฟ้าเป็นเซอร์คิวลาร์มิล (Circular mil)

3. เรียกตามความโตของพื้นที่หน้าตัดลวดสายไฟฟ้า เป็นตาราง มิลลิเมตร ซึ่งปัจจุบัน มอก.

นิยมใช้เรียกตามระบบนี้

2. การต่อสายไฟฟ้า (Wire Connection)

ในการเดินสายไฟฟ้าทั่วไปจำเป็นต้องมีการต่อสายเข้าด้วยกัน ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น ต่อเพื่อให้ยาวขึ้นและต่อเพื่อแยกวงจรต่าง ๆ เป็นต้น แต่การต่อสายต้องต่อให้ถูกวิธีมันคงแข็งแรง เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สะดวก และทนต่อการสั่นสะเทือนจากสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อรอยต่อของสายไฟฟ้าในภายหลัง

การต่อสายไฟฟ้าจึงมีรูปแบบและวิธีการต่อหลายรูปแบบแบ่งตาม ลักษณะของสายไฟฟ้าและการใช้งานของสายไฟฟ้านั้น

2.1 การต่อสายเดี่ยว (Solid Wire) แบ่งเป็นการต่อ 2 แบบ คือ

2.1.1 การต่อยาว (Joint) เป็นการต่อขยายวงจรให้ยาวขึ้น ใช้งานได้ไกลขึ้น มีหลายวิธีแต่วิธีที่นิยมใช้มาก คือ

2.1.1.1 แบบเกียวก้อย (Western Union) แบบนี้มีปลายลวด ทั้งสองพันรอบซึ่งกันและกันเรียงเส้นกันประมาณ 5 – 6 รอบ เป็นอย่างน้อย ทำให้มันคงแข็งแรง และกระแสไหลในสายไฟฟ้าได้สะดวกการต่อแบบนี้จะต้องบัดกรีด้วย จะทำให้แข็งแรง เมื่อใช้ไปนาน ๆ รอยต่อจะไม่หลวม

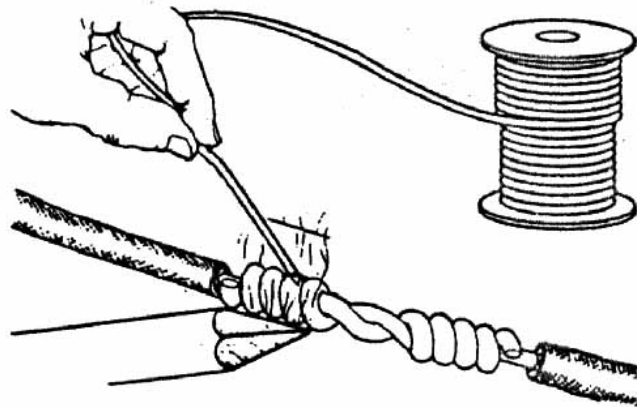


รูปที่ 9 การต่อสายเดี่ยวแบบเกี้ยวก้อย

 สอศ.	แผนการสอน วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	สอนสัปดาห์ที่ 9 หน่วยการสอนที่ 9 รหัสวิชา 2100-1003
เรื่องที่สอน สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า		จำนวนชั่วโมงสอน 4

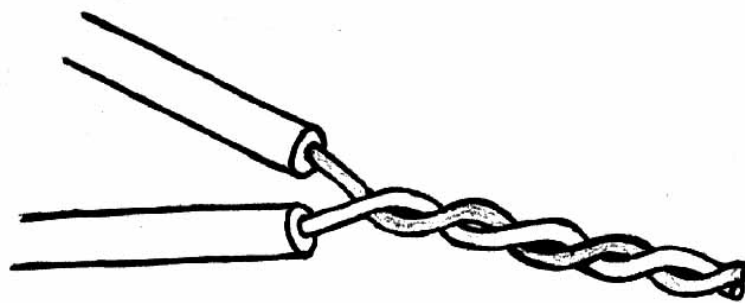


รูปที่ 10 การต่อสาย 2 แกนแบบเกี้ยวกล้วย



รูปที่ 11 การบัดกรี

2.1.1.2 แบบหางเป็ด การต่อแบบนี้นิยมใช้ในกล่องต่อสาย ในการเดินสายในท่อโลหะเมื่อต่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ใช้นิ้วนัดสวมโดยไม่ต้องใช้ เทปพันรอยต่อ ถ้าต่อในบริเวณอื่น ๆ ไม่ใช้การเดินสายในท่อโลหะ ควรใช้ เทปพันสายเพราะสามารถกันน้ำและความชื้นได้



รูปที่ 12 การต่อสายไฟฟ้าแบบหางเป็ด

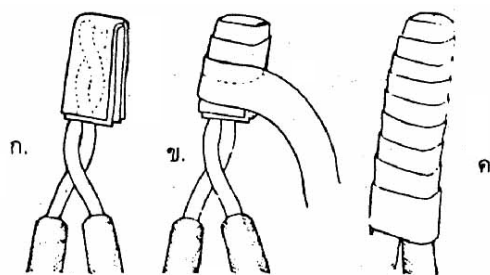


แผนการสอน
วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

สอนสัปดาห์ที่ 9
หน่วยการสอนที่ 9
รหัสวิชา
2100-1003

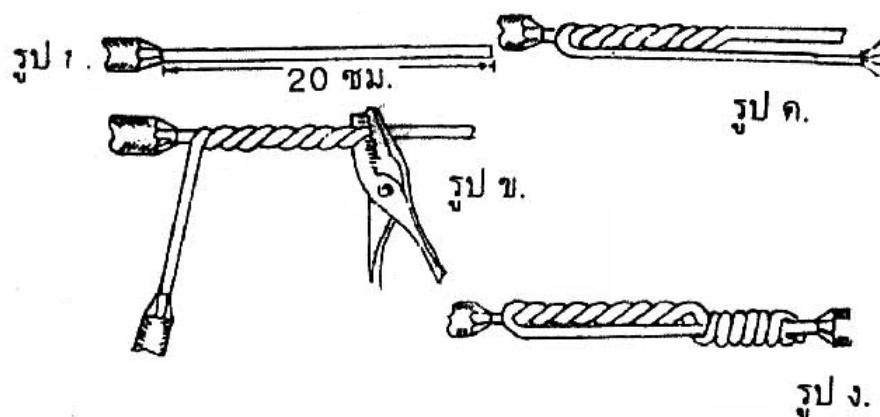


รูปที่ 13 การใช้ฉนวนหุ้มหางเปียของการต่อสายไฟฟ้า



รูปที่ 14 การใช้เทปพันสายพันรอยต่อสายไฟฟ้าแบบหางเปีย

2.1.1.3 การต่อสายแบบกระหนกกลับ แบบนี้ทำให้การต่อสายไฟฟ้ามั่นคงและแข็งแรงขึ้น



รูปที่ 15 การต่อสายแบบกระหนกกลับ



แผนการสอน

วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

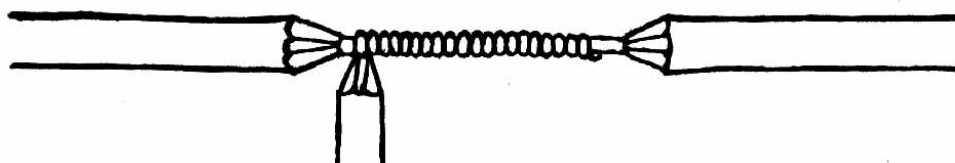
สอนสัปดาห์ที่ 9
หน่วยการสอนที่ 9
รหัสวิชา
2100-1003

เรื่องที่สอน สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า

จำนวนชั่วโมงสอน
4

2.1.2 การต่อสายแยก (Tap Connection) ใช้ต่อเพื่อแยกวงจรให้ใช้งานเพิ่มขึ้น นิยมใช้ในงานประดับไฟฟ้าต่าง ๆ การต่อสายแบบนี้มีหลายแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการใช้งานนั้น ๆ คือ

2.1.2.1 การต่อสายแยกแบบตัวที (T – Tap) แบบนี้ต้องการให้การแยกไหลอย่างเดียวกันไม่สามารถรับแรงดึงได้



รูปที่ 16 การต่อสายแยกแบบตัวที (T)

2.1.2.2 การต่อสายแยกแบบห่วงรัด เพื่อให้สายมั่นคงยิ่งขึ้น ทำให้สายพันแน่น ไม่คายออก เมื่อใช้งานเป็นระยะเวลานาน ๆ



รูปที่ 17 วิธีต่อสายแยกแบบห่วงรัด



แผนการสอน

วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

สอนสัปดาห์ที่ 9
หน่วยการสอนที่ 9
รหัสวิชา
2100-1003

เรื่องที่สอน สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า

จำนวนชั่วโมงสอน
4

2.2 การต่อสายสแตนด์ หรือการต่อสายตีเกลียว มีวัตถุประสงค์ให้วงจรเพิ่มขึ้นเพื่อให้ระบบสายไฟฟ้ายาวขึ้น ใช้งานได้เพิ่มขึ้น มีวิธีการต่อหลายรูปแบบ คือ

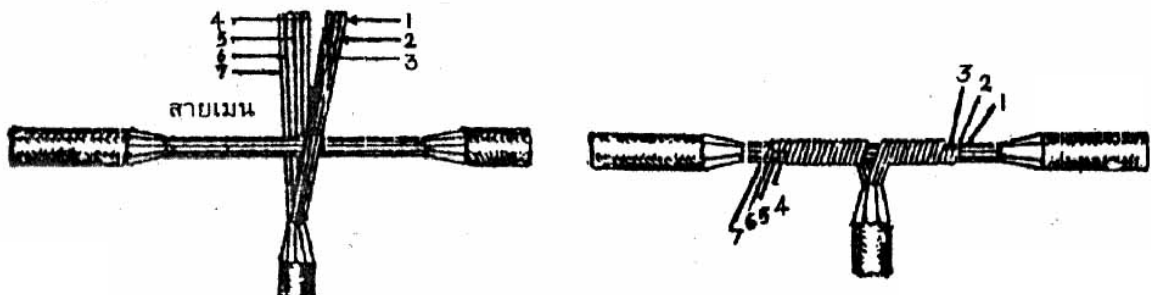
2.2.1 การต่อยาว เพื่อให้วงจรยาวขึ้นใช้งานได้เพิ่มขึ้น มีวิธีการต่อเรียกว่า “การต่อสายแบบจ่าปา”



รูปที่ 18 การต่อสายแบบจ่าปา

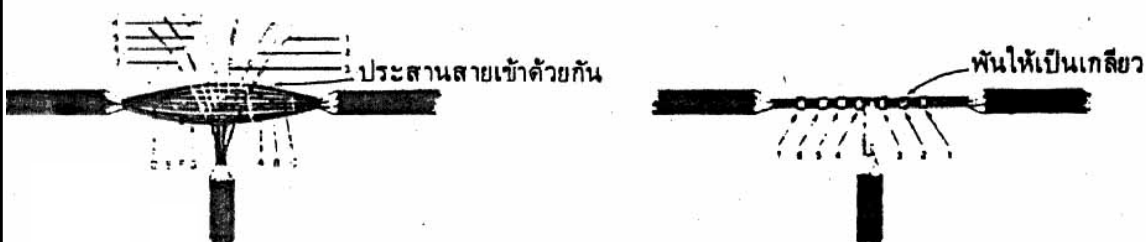
2.2.2 การต่อสายแยก (Tap Connection) เพื่อแยกวงจรให้ใช้งานได้เพิ่มขึ้นมีวิธีการต่อหลายแบบตามความเหมาะสม

2.2.2.1 การต่อสายสแตนด์แบบตัวที่



รูปที่ 19 การต่อสายสแตนด์แบบตัวที่

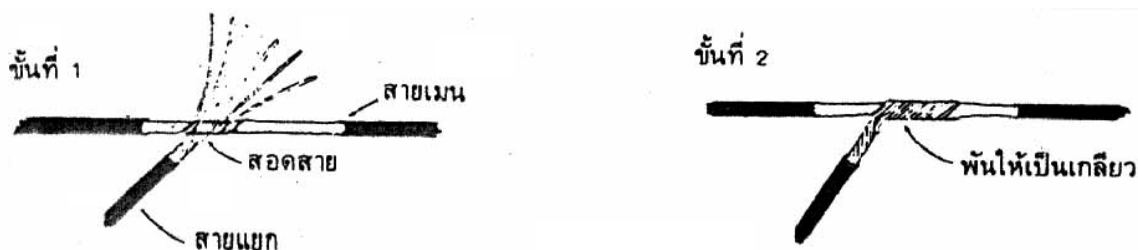
2.2.2.2 การต่อสายสแตนด์แบบแยกประสาน



รูปที่ 20 การต่อสายสแตนด์แบบแยกประธาน

 สอศ.	แผนการสอน วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	สอนสัปดาห์ที่ 9 หน่วยการสอนที่ 9 รหัสวิชา 2100-1003
เรื่องที่สอน สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า		จำนวนชั่วโมงสอน 4

2.2.2.3 การต่อสายสแตนด์แบบวาย

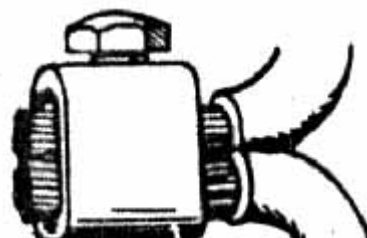


รูปที่ 21 การต่อสายสแตนด์แบบ
วาย

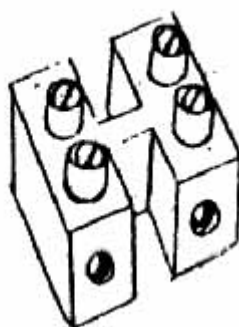
2.3 การต่อสายไฟฟ้าด้วยคอนเนคเตอร์ ในปัจจุบันการติดตั้งไฟฟ้า ต้องการความสะดวกรวดเร็ว และเพื่อความปลอดภัย ในปัจจุบันนิยมใช้คอนเนคเตอร์ต่อสายดังนี้

2.3.1 การต่อสายไฟฟ้าด้วยคอนเนคเตอร์แบบสกรูยึด

2.3.1.1 แบบโลหะ



รูปที่ 21 การต่อสายไฟฟ้าด้วยคอนเนคเตอร์แบบสกรูโลหะ
2.3.1.2 แบบลูกเต๋า



รูปที่ 22 คอนเนคเตอร์แบบลูกเต๋า



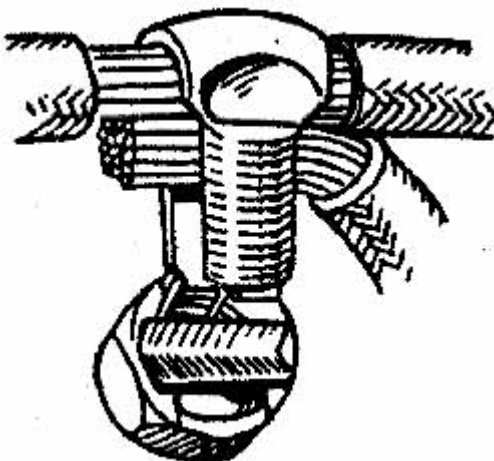
แผนการสอน
วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

สอนสัปดาห์ที่ 9
หน่วยการสอนที่ 9
รหัสวิชา
2100-1003

เรื่องที่สอน สายไฟฟ้าและการต่อสายไฟฟ้า

จำนวนชั่วโมงสอน
4

2.3.2 การต่อสายไฟฟ้าด้วยคอนเนคเตอร์แบบนัต (Screw Nut) แบบนี้นิยมใช้ในงานเดินสายไฟฟ้าภายนอกอาคารและนิยมใช้ในกล่องต่อสาย (Connector Box) ในงานเดินสายด้วยท่อโลหะ เช่น ท่อบาง (EMT) และท่อหนา (Rigid Conduit) เป็นต้น



รูปที่ 23 การต่อสายไฟฟ้าด้วยคอนเนคเตอร์แบบน๊อต