




	ใบเตรียมการสอน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 1
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในงาน ช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.1 : ป.- ชั่วโมง
วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกตระหนักถึงอันตรายและวิธีการป้องกันอันตรายที่เกิดจากระบบการปรับอากาศ			
วิธีการฝึก : การฝึกอบรมสามารถเลือกได้ 2 รูปแบบ คือ <ol style="list-style-type: none"> 1. การบรรยาย 2. การสาธิต 			
หัวข้อสำคัญ : <ol style="list-style-type: none"> 1. กฎและข้อปฏิบัติด้านความปลอดภัยในการทำงาน 2. ข้อปฏิบัติด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า 3. กฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัย 			
อุปกรณ์การฝึก : <ol style="list-style-type: none"> 1. สื่อการสอน ภาพประกอบ 2. ตัวอย่างอุปกรณ์ 			
การมอบหมายงาน : ใบงานและทำใบทดสอบท้ายบท			
การวัดประเมินผล : ให้คะแนนใบงานและใบทดสอบ			
บรรณานุกรม : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ และคณะ. 2558. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ ส่งเสริมอาชีพ. พุฒิพงศ์ ไยราช. 2558. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์. กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัยฯ เกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๕๘. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.oshthai.org/index.php?option=com_content&view=article&id=218%3A-m-m-s&catid=1%3Anews-thai&Itemid=201			


	ใบเตรียมการสอน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 2
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง
วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความรู้เกี่ยวกับระบบไฟฟ้า และหน่วยวัดต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ				
วิธีการฝึก : การฝึกอบรวมสามารถเลือกได้ 2 รูปแบบ คือ <ol style="list-style-type: none"> 1. การบรรยาย 2. การสาธิต 				
หัวข้อสำคัญ : <ol style="list-style-type: none"> 1. ชนิดของระบบไฟฟ้า 2. อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า 				
อุปกรณ์การฝึก : <ol style="list-style-type: none"> 1. สื่อการสอน ภาพประกอบ 2. ตัวอย่างอุปกรณ์ 				
การมอบหมายงาน : ใบงานและทำใบทดสอบท้ายบท				
การวัดประเมินผล : ให้คะแนนใบงานและใบทดสอบ				
บรรณานุกรม : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2557. ความรู้พื้นฐานทางด้านไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.blueconcept.co.th/blue-article/109-2014-05-16-16-11-54.html ธวัชชัย จารุจิตร. 2552. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : พิมพ์วังอักษร. พุฒิพงศ์ ไยราช. 2558. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร. กรุงเทพฯ : เอ็มพันธ์.				


	ใบเตรียมการสอน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 3
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	
วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความรู้เกี่ยวกับวิธีการตัด ปอก ต่อสายไฟในลักษณะการต่อระหว่างสายไฟกับ สายไฟ สายไฟกับขั้วต่อสายแบบต่างๆ				
วิธีการฝึก : การฝึกอบรมสามารถเลือกได้ 2 รูปแบบ คือ <ol style="list-style-type: none"> 1. การบรรยาย 2. การสาธิต 3. ปฏิบัติ 				
หัวข้อสำคัญ : ศึกษาและทบทวน ปฏิบัติวิธีการตัด ปอก ต่อสายไฟในลักษณะการต่อระหว่างสายไฟกับสายไฟ สายไฟกับขั้วต่อสายแบบต่างๆ				
อุปกรณ์การฝึก :				
การมอบหมายงาน : ใบงานและทำใบทดสอบท้ายบท ลงมือปฏิบัติ				
การวัดประเมินผล : ให้คะแนนใบงานและใบทดสอบ ผลงานหลังลงมือปฏิบัติ				
บรรณานุกรม : นพ มหิษานนท์. 2555. การเดินสายไฟและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า. นนทบุรี : คอร์ฟิงก์ชั่น บุญสืบ โพธิ์ศรี ; และคณะ. 2550. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ. วีรวรรณ บุรภัทร์เวศม์กุล. 2556. วิธีการต่อสายไฟแบบต่าง ๆ . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=68 ไหวพจน์ ศรีธัญ. 2556. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ.				

	ใบเตรียมการสอน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 4
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
อุปกรณ์การฝึก :			
เครื่องมือและอุปกรณ์			
1) ไชควงแฉก	จำนวน 1 อัน		
2) ไชควงปากแบน	จำนวน 1 อัน		
3) คัตเตอร์	จำนวน 1 อัน		
4) คีมช่างไฟฟ้า	จำนวน 1 ตัว		
5) คีมตัด	จำนวน 1 ตัว		
6) คีมบีบหางปลา	จำนวน 1 ตัว		
7) คีมปากแหลม	จำนวน 1 ตัว		
8) กระจกมือ	จำนวน 1 คู่		
9) ปลั๊กพ่วง	จำนวน 1 ตัว		
10) หัวแร้ง	จำนวน 1 ตัว		
11) Tension Gage	จำนวน 1 ตัว		
วัสดุ			
1) ชุดต่อสายสกรูบีบอัดล็อก ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร	จำนวน 2 ชุด		
2) น้ำยาประสาน	จำนวน 1 กระปุก		
3) ตะกั่วบัดกรี	จำนวน 1 ม้วน		
4) ไขควงค้อนการตรวจสอบ	จำนวน 5 ไข		
5) เทปพันสายไฟ	จำนวน 1 ม้วน		
6) วายนัท ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร (สีเทา)	จำนวน 1 ตัว		
7) วายนัท ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร (สีน้ำเงิน หรือ เหลือง)	จำนวน 1 ตัว		
8) วายนัท ขนาด 6 ตารางมิลลิเมตร (สีแดง)	จำนวน 1 ตัว		
9) สายไฟ THW ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร	จำนวน 4 เส้น		
10) สายไฟ THW ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร	จำนวน 9 เส้น		
11) สายไฟ THW ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 20 เซนติเมตร	จำนวน 4 เส้น		
12) สายไฟ THW ขนาด 6 ตารางมิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร	จำนวน 4 เส้น		
13) สายไฟ THW ขนาด 6 ตารางมิลลิเมตร ยาว 25 เซนติเมตร	จำนวน 4 เส้น		
14) สายไฟ VAF ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร	จำนวน 4 เส้น		
15) สายไฟ VSF ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร	จำนวน 2 เส้น		
16) สายไฟ VSF ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร	จำนวน 16 เส้น		
17) หลอดต่อสาย ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร	จำนวน 2 ชิ้น		
18) หางปลาแบบกลมหัวฉนวน ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร	จำนวน 2 ชิ้น		


	ใบเตรียมการสอน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 5
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม		เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 4		
วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความรู้เกี่ยวกับ ชนิดและขนาด การตัด การต่อ การขยาย การบานแฟร์การตัดท่อ การเชื่อมก๊าซในลักษณะต่าง ๆ			
วิธีการฝึก : การฝึกอบรมสามารถเลือกได้ 2 รูปแบบ คือ <ol style="list-style-type: none"> 1. การบรรยาย การสาธิต 2. ลงมือปฏิบัติ 			
หัวข้อสำคัญ : ศึกษาและทบทวนเกี่ยวกับชนิดและขนาด และการจัดเก็บท่อที่ใช้ในงานเครื่องปรับอากาศ การตัด การต่อ การขยาย การบานแฟร์ การตัดท่อ การเชื่อมก๊าซในลักษณะท่อทองแดงและท่อทองแดง หรือในลักษณะท่อทองแดงกับ ทองเหลือง การเชื่อมท่อผ่านก๊าซไนโตรเจน ฝึกปฏิบัติ การตัด การต่อ การขยาย การบานแฟร์ การตัดท่อ การเชื่อม ก๊าซในลักษณะท่อทองแดงและท่อทองแดง หรือในลักษณะท่อทองแดงกับทองเหลือง การเชื่อมท่อผ่านก๊าซไนโตรเจน			
อุปกรณ์การฝึก : <ol style="list-style-type: none"> 1. โน้ตบุ๊ก 2. โพรเจเตอร์ 3. เครื่องขยายเสียง 			
การมอบหมายงาน : ใบงานและทำใบทดสอบท้ายบท			
การวัดประเมินผล : ให้คะแนนใบงานและใบทดสอบ			
บรรณานุกรม : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์ และคณะ. 2558. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ ส่งเสริมอาชีพ. พุฒิพงศ์ ไยราช. 2558. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์. กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัยฯ เกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๕๘. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.oshthai.org/index.php?option=com_content&view=article&id=218%3A-m-m-s&catid=1%3Anews-thai&Itemid=201			

	ใบเตรียมการสอน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 6																																													
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก																																															
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ																																																
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง																																															
วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความรู้เกี่ยวกับการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือที่ใช้กับวงจรสารทำความเย็น และงานด้านไฟฟ้างานเครื่องปรับอากาศได้อย่างถูกต้อง																																																	
วิธีการฝึก : การฝึกอบรมสามารถเลือกได้ 2 รูปแบบ คือ <ol style="list-style-type: none"> 1. การบรรยาย 2. การสาธิต 																																																	
หัวข้อสำคัญ : ศึกษาและทบทวนเครื่องมือทั้งในกลุ่มของเครื่องมือที่ใช้กับวงจรน้ำยา เครื่องกักเก็บ เครื่องขังเครื่องตรวจ รอยรั่ว เกจวัดความดัน เครื่องวัดอุณหภูมิ เครื่องมือด้านไฟฟ้า เช่น มัลติมิเตอร์ คลิปแอมป์ เป็นต้น โดยระบุ การใช้งาน การบำรุงรักษา วิธีการวัดและทดสอบอุปกรณ์ ฝึกปฏิบัติการใช้งานของเครื่องมือที่ใช้กับวงจรน้ำยา เครื่องกักเก็บ เครื่องขัง เครื่องตรวจรอยรั่ว เกจวัดความดัน เครื่องวัดอุณหภูมิ เครื่องมือด้านไฟฟ้า เช่น มัลติมิเตอร์ คลิปแอมป์ เป็นต้น โดยระบุ การใช้งาน การบำรุงรักษา วิธีการวัดและทดสอบอุปกรณ์ 1. เครื่องมือวัดงานไฟฟ้า เครื่องมือวัดงานเครื่องทำความเย็น และเครื่องปรับอากาศ																																																	
อุปกรณ์การฝึก : <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1.</td> <td style="width: 75%;">วัสดุ</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>1.2</td> <td>สายไฟสำหรับเสียบเข้าชุดฝึก</td> <td>จำนวน 1 ชุด</td> </tr> <tr> <td>1.3</td> <td>หลอดไส้ 120 W</td> <td>จำนวน 1 หลอด</td> </tr> <tr> <td>1.4</td> <td>หลอดไส้ 40 W</td> <td>จำนวน 1 หลอด</td> </tr> <tr> <td>1.5</td> <td>หลอดไส้ 60 W</td> <td>จำนวน 1 หลอด</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>เครื่องมือและอุปกรณ์</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.1</td> <td>ไขควงแฉก</td> <td>จำนวน 1 ตัว</td> </tr> <tr> <td>2.2</td> <td>ไขควงแบน</td> <td>จำนวน 1 ตัว</td> </tr> <tr> <td>2.3</td> <td>เครื่องปรับอากาศ</td> <td>จำนวน 1 ชุด</td> </tr> <tr> <td>2.4</td> <td>แคลมป์ออนมิเตอร์</td> <td>จำนวน 1 ตัว</td> </tr> <tr> <td>2.5</td> <td>ชุดฝึกวงจรไฟฟ้าระบบแสงสว่าง</td> <td>จำนวน 1 ชุด</td> </tr> <tr> <td>2.6</td> <td>เทอร์โมมิเตอร์</td> <td>จำนวน 1 ตัว</td> </tr> <tr> <td>2.7</td> <td>ประแจเลื่อน</td> <td>จำนวน 1 ตัว</td> </tr> <tr> <td>2.8</td> <td>มัลติมิเตอร์</td> <td>จำนวน 1 เครื่อง</td> </tr> <tr> <td>2.9</td> <td>แมนิโพลด์เกจ</td> <td>จำนวน 1 ตัว</td> </tr> </table>					1.	วัสดุ		1.2	สายไฟสำหรับเสียบเข้าชุดฝึก	จำนวน 1 ชุด	1.3	หลอดไส้ 120 W	จำนวน 1 หลอด	1.4	หลอดไส้ 40 W	จำนวน 1 หลอด	1.5	หลอดไส้ 60 W	จำนวน 1 หลอด	2.	เครื่องมือและอุปกรณ์		2.1	ไขควงแฉก	จำนวน 1 ตัว	2.2	ไขควงแบน	จำนวน 1 ตัว	2.3	เครื่องปรับอากาศ	จำนวน 1 ชุด	2.4	แคลมป์ออนมิเตอร์	จำนวน 1 ตัว	2.5	ชุดฝึกวงจรไฟฟ้าระบบแสงสว่าง	จำนวน 1 ชุด	2.6	เทอร์โมมิเตอร์	จำนวน 1 ตัว	2.7	ประแจเลื่อน	จำนวน 1 ตัว	2.8	มัลติมิเตอร์	จำนวน 1 เครื่อง	2.9	แมนิโพลด์เกจ	จำนวน 1 ตัว
1.	วัสดุ																																																
1.2	สายไฟสำหรับเสียบเข้าชุดฝึก	จำนวน 1 ชุด																																															
1.3	หลอดไส้ 120 W	จำนวน 1 หลอด																																															
1.4	หลอดไส้ 40 W	จำนวน 1 หลอด																																															
1.5	หลอดไส้ 60 W	จำนวน 1 หลอด																																															
2.	เครื่องมือและอุปกรณ์																																																
2.1	ไขควงแฉก	จำนวน 1 ตัว																																															
2.2	ไขควงแบน	จำนวน 1 ตัว																																															
2.3	เครื่องปรับอากาศ	จำนวน 1 ชุด																																															
2.4	แคลมป์ออนมิเตอร์	จำนวน 1 ตัว																																															
2.5	ชุดฝึกวงจรไฟฟ้าระบบแสงสว่าง	จำนวน 1 ชุด																																															
2.6	เทอร์โมมิเตอร์	จำนวน 1 ตัว																																															
2.7	ประแจเลื่อน	จำนวน 1 ตัว																																															
2.8	มัลติมิเตอร์	จำนวน 1 เครื่อง																																															
2.9	แมนิโพลด์เกจ	จำนวน 1 ตัว																																															
การมอบหมายงาน : ใบงานและทำใบทดสอบท้ายบท , การลงมือปฏิบัติ																																																	
การวัดประเมินผล : ให้คะแนนใบงานและใบทดสอบ , ดูจากผลงานหลังการปฏิบัติ																																																	
บรรณานุกรม : พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์ และคณะ. 2558. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ. พุฒิพงศ์ ไยราช. 2558. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์. กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัยฯ เกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๕๘. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.oshthai.org/index.php?option=com_content&view=article&id=218%3A-m-m-s&catid=1%3Anews-thai&Itemid=201																																																	

	ใบเตรียมการสอน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 7
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความ เย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรระบบการทำความเย็น ระบบปรับอากาศ และชนิดของสารทำความเย็น			
วิธีการฝึก : บรรยาย			
หัวข้อสำคัญ : <ol style="list-style-type: none"> 1. หลักการทำความเย็นและสภาวะปรับอากาศ 2. วัฏจักรของระบบทำความเย็นและระบบปรับอากาศ 			
อุปกรณ์การฝึก : <ol style="list-style-type: none"> 1. โน้ตบุ๊ก 2. โพรเจเตอร์ 3. เครื่องขยายเสียง 			
การมอบหมายงาน : ใบงานและทำใบทดสอบท้ายบท			
การวัดประเมินผล : ให้คะแนนใบงานและใบทดสอบ			
บรรณานุกรม : ฉัตรชาญ ทองจับ. 2557. เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ. ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์. สุธิกานต์ วงษ์เสถียร. 2549. ระบบไฟฟ้าควบคุม เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์.			

	ใบเตรียมการสอน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก		หน้า 8
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก		
เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ			
	งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป- ชั่วโมง		
วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความรู้เกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์หลักของระบบการทำความเย็นแบบอัดไอใน เครื่องปรับอากาศ				
วิธีการฝึก : การฝึกอบรวมสามารถเลือกได้ 2 รูปแบบ คือ <ol style="list-style-type: none"> 1. การบรรยาย 2. การสาธิต 				
หัวข้อสำคัญ : ศึกษาและทบทวนเกี่ยวกับการจำแนก หน้าที่ และการทำงาน การติดตั้ง การใช้งานของส่วนประกอบดังต่อไปนี้ คอมเพรสเซอร์ คอนเต้เนเจอร์ อีวาพอเรเตอร์ ลิ้นลดแรงดัน หรืออุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล ถังพักสารทำความเย็น อุปกรณ์กรอง และเก็บความชื้น อุปกรณ์แยกน้ำมันหล่อลื่น อุปกรณ์แยกน้ำยาเหลว อุปกรณ์เก็บเสียง อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อุปกรณ์กรอง ด้านความดันต่ำ				
อุปกรณ์การฝึก : <ol style="list-style-type: none"> 1. โน้ตบุ๊ก 2. โพรเจเตอร์ 3. เครื่องขยายเสียง 				
การมอบหมายงาน : ใบงานและทำใบทดสอบท้ายบท				
การวัดประเมินผล : ให้คะแนนใบงานและใบทดสอบ				
บรรณานุกรม : <p>มงคล พูนโตนน. 2557. เครื่องทำความเย็น. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.</p> <p>วีระศักดิ์ มะโนน้อม และสมชาย วนารักษ์. 2556. เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ. กรุงเทพฯ : เอ็มพันธ์</p>				

	ใบเตรียมการสอน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 10
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับการเลือกสถานที่ที่เหมาะสม วิธีการติดตั้ง ตลอดจนการซ่อม บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศได้อย่างถูกต้อง				
วิธีการฝึก : การฝึกอบรวมสามารถเลือกได้ 3 รูปแบบ คือ <ol style="list-style-type: none"> 1. การบรรยาย 2. การสาธิต 3. ปฏิบัติ 				
หัวข้อสำคัญ : ศึกษาและทบทวนการเลือกตำแหน่ง และข้อควรระวังในการติดตั้ง เดินท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้ง การหุ้มฉนวน การ เลือกขนาดสายที่เหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์ การต่อวงจรไฟฟ้า หลักการติดตั้งและเดินสายไฟแบบเดินลอยหรือร้อยท่อ การทดสอบ การทำงานเครื่อง การบำรุงรักษา การวิเคราะห์อาการข้อขัดข้อง การซ่อม แก๊ส ฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้า หลักการติดตั้งและเดิน สายไฟแบบเดินลอยหรือร้อยท่อ การเดินท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้ง การทดสอบเครื่อง การบำรุงรักษา การวิเคราะห์อาการข้อขัดข้อง และซ่อมแก๊ส การหุ้มฉนวน				
อุปกรณ์การฝึก : <ol style="list-style-type: none"> 1. โน้ตบุ๊ก 2. โพรเจเตอร์ 3. เครื่องขยายเสียง 				
การมอบหมายงาน : ใบงานและทำใบทดสอบท้ายบท				
การวัดประเมินผล : ให้คะแนนใบงานและใบทดสอบ				
บรรณานุกรม : นุกูล แก้วมะหิงษ์. 2558. เครื่องปรับอากาศ (ภาคทฤษฎี). กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ. สุธิกานต์ วงษ์เสถียร. 2549. ระบบไฟฟ้าควบคุม เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ. ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์.				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 1
		ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในงาน ช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.1 : ป.- ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 1 กฎและข้อปฏิบัติด้านความปลอดภัยในการทำงาน

ไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีทั้งประโยชน์และโทษ ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าจึงต้องมีความระมัดระวัง เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย โดยควรปฏิบัติตามกฎและข้อปฏิบัติด้านความปลอดภัย ดังต่อไปนี้

1. กฎและข้อปฏิบัติด้านความปลอดภัยในการทำงาน

กฎทั่วไปเกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เพื่อความปลอดภัยในการทำงานมีกฎโดยทั่วไปที่ ผู้ปฏิบัติงานควรทราบ ดังนี้

- 1) ปฏิบัติตามระเบียบ คำแนะนำต่าง ๆ อย่างเคร่งครัด ไม่ฉวยโอกาสหรือละเว้น ถ้าไม่ทราบไม่เข้าใจให้ถามเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยหรือหัวหน้างาน
- 2) อุปกรณ์การติดตั้งทางไฟฟ้า ต้องเป็นชนิดที่ได้รับการรับรองจากมาตรฐานต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ เช่น สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.), UL, VDE และ IEC เป็นต้น โดยจะแสดงสัญลักษณ์เครื่องหมายมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าในประเทศต่าง ๆ ดังภาพที่ 1.1



มอก. มาตรฐานไทย


มาตรฐานอเมริกา


มาตรฐานเยอรมัน


มาตรฐานยุโรป





ภาพที่ 1.1 เครื่องหมายมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าประเทศต่าง ๆ


- 3) ตรวจสอบอุปกรณ์ติดตั้งทางไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นประจำ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
- 4) เมื่อพบเห็นสภาพการทำงานที่ไม่ปลอดภัย หรือพบว่าเครื่องมือเครื่องใช้ชำรุดไม่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยถ้าแก้ไขด้วยตนเองได้ ให้ดำเนินการแก้ไขทันที ถ้าแก้ไขไม่ได้ให้รายงานให้ผู้บังคับบัญชาทราบโดยเร็ว
- 5) สังเกตและปฏิบัติตามป้ายห้ามป้ายเตือนอย่างเคร่งครัด
- 6) ห้ามบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปบริเวณทำงานที่ตนไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง
- 7) อย่าทำงานในที่ลับตาคนเพียงผู้เดียวโดยไม่มีใครทราบ โดยเฉพาะการทำงานหลังเวลาทำงานปกติ
- 8) แต่งกายให้เรียบร้อยรัดกุม และห้ามถอดเสื้อในขณะที่ปฏิบัติงานตามปกติ


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ การพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 2
		ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก		
	เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในงาน ช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่าง เครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.1 : ป.-	ชั่วโมง
<p>9) ใส่หมวกนิรภัยตลอดเวลาทำงานในสภาพปกติที่สามารถใส่ได้</p> <p>10) ห้ามใส่รองเท้าแตะ ต้องใส่รองเท้าหุ้มส้นตลอดเวลาทำงานในสภาพปกติที่สามารถใส่ได้</p> <p>11) ห้ามหยอกล้อเล่นกันในขณะปฏิบัติงาน</p> <p>12) เมื่อร่างกายเปียกชื้น ห้ามแตะต้องส่วนที่มีไฟฟ้าโดยเด็ดขาด</p> <p>13) ห้ามเสพของมีนเมา และเข้ามาในสถานที่ปฏิบัติงานในลักษณะมีนเมาโดยเด็ดขาด</p> <p>14) ห้ามปรับแต่งหรือซ่อมแซมเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ตัวเองไม่มีหน้าที่หรือไม่ได้รับอนุญาต</p> <p>15) ใช้อุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ และรักษาอุปกรณ์เหล่านั้นให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ</p> <p>16) ในการซ่อมแซมอุปกรณ์ต่าง ๆ ทางไฟฟ้า ต้องให้ช่างไฟฟ้าหรือผู้ที่รู้วิธีการเท่านั้นปฏิบัติหน้าที่นี้</p> <p>17) หากได้รับบาดเจ็บ ต้องรายงานให้หัวหน้างานและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทราบ เพื่อสอบถามสาเหตุหาวิธีป้องกันแจ้งให้ผู้ปฏิบัติงานอื่น ๆ ทราบ และรับการปฐมพยาบาล เพราะหากปล่อยไว้อาจเกิดอันตรายในภายหลัง</p> <p>18) หากหัวหน้างานเห็นว่าผู้ใดบังคับบัญชาไม่อยู่ในสภาพที่จะทำงานได้อย่างปลอดภัย ต้องสั่งให้หยุดพักทำงานทันที</p>				


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 3
		ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในงาน ช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่าง เครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.1 : ป.-	ชั่วโมง
<p>2. ข้อปฏิบัติด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า</p> <p>เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า มีข้อปฏิบัติที่ควรทราบ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) การเดินสายไฟและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามกฎการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าที่การไฟฟ้าทั้งสองยอมรับ 2) อย่าซ่อมแซมแก้ไขความชำรุดหรือขัดข้องของไฟฟ้าด้วยตนเองหากไม่มีความรู้ 3) ยกสะพานไฟ (Cut Out) ออกก่อนปฏิบัติงานเสมอ 4) ก่อนปฏิบัติงานควรตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในงานไฟฟ้า ไม่ควรใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ชำรุด 5) มีสมาธิ และไม่ประมาทในขณะที่ปฏิบัติงาน 6) อย่าใช้เครื่องมือที่ไม่มีฉนวนหุ้มตรงที่จับ เช่น ไขควง และเครื่องวัดไฟฟ้า เป็นต้น 7) อย่ายืนบนพื้นคอนกรีตด้วยเท้าเปล่าขณะปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า ควรใช้ผ้ายางรองพื้นหรือสวมใส่รองเท้า 8) อย่าใช้ข้อต่อแยกหรือเสียบปลั๊กหลายทาง เนื่องจากเป็นการใช้กระแสไฟเกินกำลัง อาจทำให้สายร้อนและเกิดไฟไหม้ 9) อย่าใช้วัสดุอื่นแทนฟิวส์ หรือใช้ฟิวส์เกินขนาด 10) อย่างนำอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงไปใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 11) อย่าพยายามใช้ไฟฟ้าหรือเปิดสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น พัดลมระบายอากาศในบริเวณที่มีไอของสารระเหยหรือก๊าซไวไฟปกคลุมอยู่เต็มพื้นที่ เช่น ก๊าซหุงต้ม ทินเนอร์ หรือน้ำมันเบนซิน เป็นต้น 12) หากมีความจำเป็น ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีการเสียบปลั๊กทิ้งไว้นาน ๆ โดยไม่มีผู้ดูแล ให้หลีกเลี่ยงการใช้งานในบริเวณที่มีวัสดุที่ติดไฟได้ง่ายอยู่ใกล้ ๆ 13) เดินสายไฟชั่วคราวอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันการเกิดอันตราย 				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 4
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่างเครื่องปรับอากาศ			งานย่อยที่ 1
	เวลา ท.1 : ป.- ชั่วโมง			
<p>14) หากเดินสายไฟติดรั้วสังกะสีหรือเหล็ก ต้องใช้วิธีร้อยสายไฟในท่อเพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่ว</p> <p>15) อย่าปล่อยให้สายเครื่องใช้ไฟฟ้าลวดได้เสื่อหรือพรม เพราะเปลือกหุ้มหรือฉนวนของสายไฟอาจแตกและทำให้เกิดไฟช็อตได้ง่าย</p> <p>16) อย่าให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเปียก เพราะน้ำจะเป็นสะพานให้ไฟฟ้ารั่วไหลออกมาได้ สวิตซ์และสะพานไฟ (Cut Out) ทุกแห่งต้องสามารถปิด-เปิดได้สะดวก</p> <p>17) ในการเดินสายไฟ หรือลากสายไฟไปใช้งานนอกอาคารเป็นการชั่วคราวหรือถาวร นอกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและสายไฟฟ้าต้องเป็นชนิดที่กันน้ำและทนทานต่อสภาวะแวดล้อมทางกลและแสงแดดแล้ว วงจรไฟฟ้า หรือเต้ารับนั้นต้องมีเครื่องตัดไฟรั่วด้วยจึงจะปลอดภัย</p> <p>18) ในกรณีที่ต้องปฏิบัติงานในบริเวณที่มีคนพลุกพล่าน หรือมีการปฏิบัติงานอื่น ๆ ร่วมด้วยต้องแขวนป้ายหรือเขียนป้ายแสดงการงดใช้ไฟฟ้าไว้ให้มองเห็นชัดเจนทุกครั้งก่อนเริ่มการปฏิบัติงาน</p> <p>19) เมื่อจำเป็นต้องปฏิบัติงานในบริเวณที่ไม่สามารถตัดไฟออกได้ ต้องกั้นบริเวณหรือป้องกันไม่ให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องเข้าใกล้ได้</p> <p>20) หลังจากหยุดปฏิบัติงานไปชั่วคราว เช่น พักเที่ยง เป็นต้น เมื่อกลับมาปฏิบัติงานต่อ ต้องตรวจสอบสวิตซ์ตัดตอน สะพานไฟ ตลอดจนเครื่องหมายต่าง ๆ ที่ทำไว้ว่าอยู่ในสภาพเดิม ก่อนปฏิบัติงานต่อไป</p> <p>21) การปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าแรงสูง ควรใช้เครื่องช่วยป้องกันไฟฟ้าให้มากขึ้นกว่าปกติ เช่น ใช้เสื่อยางฉนวนปูพื้น สวมถุงมือฉนวน และปลอกแขนฉนวน เป็นต้น ก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้ง</p> <p>22) สังเกตสิ่งผิดปกติจากสี กลิ่น เสียง และการสัมผัสอุณหภูมิ รวมทั้งการใช้เครื่องมืออย่างง่ายในการตรวจสอบ เช่น ไชควงลองไฟ เป็นต้น</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสังเกตสี เช่น สีของสายไฟเปลี่ยนไป เป็นต้น - การสังเกตความผิดปกติของกลิ่น เช่น กลิ่นเหม็นไหม้ รอยเขม่าหรือรอยไหม้ เป็นต้น - การสัมผัสอุณหภูมิ เช่น เมื่อจับสวิตซ์ไฟหรือเต้าเสียบแล้วรู้สึกอุ่น เป็นต้น 				


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 5
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในงาน ช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่าง เครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 1	เวลา ท.1 : ป.-	ชั่วโมง
<p>ความผิดปกติที่เกิดขึ้นดังกล่าวอาจเกิดจากจุดต่อต่าง ๆ ไม่แน่น เต้าเสียบ เต้ารับหลวม เป็นต้น สามารถตรวจสอบเบื้องต้นได้ โดยการใช้ไขควงลองไฟทดสอบไฟรั่วในบริเวณที่เกิดความผิดปกติแล้ว สังเกตที่ไขควงว่ามีไฟติดหรือไม่ดังภาพที่ 1.2 หากหลอดไฟในไขควงสว่างขึ้น แสดงว่าบริเวณดังกล่าว มีการรั่วของกระแสไฟ</p>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p style="text-align: center;">ภาพที่ 1.2 การใช้ไขควงลองไฟทดสอบไฟรั่ว</p> <p>23) เมื่อไฟฟ้าที่จ่ายมาจากการไฟฟ้าดับ ให้ดับสวิตช์เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดที่เปิดค้างอยู่ทันที เพื่อป้องกันสาเหตุที่จะเกิดขึ้น ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุดจากแรงดันที่ผิดปกติขณะไฟฟ้าดับไม่สนิท แรงดันอาจต่ำกว่าปกติ หรือ ขณะที่เริ่มมีไฟฟ้างกลับเข้ามาใหม่ แรงดันอาจมากเกินไป - อุปกรณ์ตัวจรวจอาจทำงานอีกครั้งเมื่อมีไฟกลับเข้ามา และมีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กินไฟในการเริ่มทำงานมากเปิดใช้งานอยู่ จะทำให้เกิดไฟดับอีกครั้งได้ - อันตรายจากเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความร้อนติดค้างอยู่ในขณะที่มีไฟกลับเข้ามาโดยไม่รู้ตัว <p>3 กฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้า</p> <p>เพื่อให้การปฏิบัติงานทางไฟฟ้ามีมาตรฐานความปลอดภัยที่ชัดเจนและสามารถบังคับใช้ได้ กระทรวงแรงงานจึงออกกฎกระทรวงว่าด้วย “กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้าน ความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. 2558” และเผยแพร่ให้ นายจ้าง ผู้ปฏิบัติงาน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้ศึกษาทำความเข้าใจ ทั้งนี้ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย ในการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 4 หมวด ดังนี้</p>			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 6
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.1 : ป.-	ชั่วโมง
หมวดที่ 1 บททั่วไป				
<ol style="list-style-type: none"> 1) ให้นายจ้างจัดให้มีข้อบังคับเกี่ยวกับการปฏิบัติงานด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า โดยให้มีมาตรฐานไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงนี้ เพื่อให้ลูกจ้างปฏิบัติตาม 2) ให้นายจ้างจัดให้มีการฝึกอบรมให้กับลูกจ้างซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าให้มีความรู้ความเข้าใจ และทักษะที่จำเป็นในการทำงานอย่างปลอดภัยตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ทั้งนี้ ตามหลักเกณฑ์วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีประกาศกำหนด 3) ให้นายจ้างจัดให้มีและเก็บรักษาแผนผังวงจรไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในสถานประกอบกิจการทั้งหมดซึ่งได้รับการรับรองจากวิศวกรหรือการไฟฟ้าประจำท้องถิ่นไว้ให้พนักงานตรวจความปลอดภัยตรวจสอบ หากมีการแก้ไขเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมต้องดำเนินการแก้ไขแผนผังนั้นให้ถูกต้อง 4) ให้นายจ้างจัดให้มีแผ่นป้ายที่มีตัวอักษรหรือสัญลักษณ์เตือนให้ระวังอันตรายจากไฟฟ้าที่มองเห็นได้ชัดเจนติดตั้งไว้โดยเปิดเผยในบริเวณที่อาจเกิดอันตรายจากกระแสไฟฟ้า ทั้งนี้ ให้เป็นไปตามแบบที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือมาตรฐานอื่นตามที่อธิบดีประกาศกำหนด 5) ห้ามนายจ้างให้ลูกจ้างซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าเข้าใกล้หรือนำสิ่งที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่มีที่ถือหุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าเข้าใกล้สิ่งที่มีกระแสไฟฟ้าในระยะที่น้อยกว่าระยะห่างตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ หากยังไม่มีมาตรฐานดังกล่าวให้ใช้มาตรฐานตามที่มีการไฟฟ้าประจำท้องถิ่นกำหนด เว้นแต่นายจ้างจะได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้ <ol style="list-style-type: none"> - ให้ลูกจ้างสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เป็นฉนวนไฟฟ้าที่เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้า หรือนำฉนวนไฟฟ้าที่สามารถป้องกันแรงดันไฟฟ้านั้นได้มาหุ้มสิ่งที่มีกระแสไฟฟ้า - จัดให้มีวิศวกร หรือกรณีการไฟฟ้าประจำท้องถิ่นอาจจัดให้ผู้ที่ได้รับการรับรองเป็นผู้ควบคุมงานจากการไฟฟ้าประจำท้องถิ่นดังกล่าว เพื่อควบคุมการปฏิบัติงานของลูกจ้าง 6) ห้ามนายจ้างให้ลูกจ้างซึ่งปฏิบัติงานอื่นหรืออนุญาตให้ผู้ซึ่งไม่เกี่ยวข้องเข้าใกล้สิ่งที่มีกระแสไฟฟ้าในระยะที่น้อยกว่าระยะห่างตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ หากยังไม่มีมาตรฐานดังกล่าวให้ใช้มาตรฐานตามที่มีการไฟฟ้าประจำท้องถิ่นกำหนด 				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 7
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.1 : ป.-	ชั่วโมง
<p>7) ให้นายจ้างดูแลมิให้ลูกจ้างสวมใส่เครื่องนุ่งห่มที่เปียกหรือเป็นสื่อไฟฟ้าปฏิบัติงานเกี่ยวกับสิ่งที่มีกระแสไฟฟ้า ที่มีแรงดันไฟฟ้าเกินกว่าห้าสิบลโวลต์ โดยไม่มีฉนวนไฟฟ้าปิดกั้น เว้นแต่นายจ้างจะได้จัดให้ลูกจ้างสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลหรือใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าสำหรับการปฏิบัติงานของลูกจ้าง</p> <p>8) ในกรณีให้นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานโดยใช้อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าหรืออยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับสิ่งที่มีกระแสไฟฟ้า ให้นายจ้างจัดหาอุปกรณ์ชนิดที่เป็นฉนวนไฟฟ้าหรือหุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าสำหรับการปฏิบัติงานของลูกจ้าง</p> <p>9) ให้นายจ้างดูแลบริภัณฑ์ไฟฟ้าและสายไฟฟ้าให้ใช้งานได้โดยปลอดภัย หากพบว่าชำรุดหรือมีกระแสไฟฟ้ารั่วหรืออาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้งาน ให้ซ่อมแซมหรือดำเนินการให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ อย่างปลอดภัยและจัดให้มีหลักฐานในการดำเนินการเพื่อให้พนักงานตรวจสอบความปลอดภัยตรวจสอบได้</p> <p>10) นายจ้างต้องจัดให้มีการตรวจสอบและจัดให้มีการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้าเพื่อให้ใช้งาน ได้อย่างปลอดภัย และให้บุคคลที่ขึ้นทะเบียนตามมาตรา ๙ หรือนิติบุคคลที่ได้รับใบอนุญาต ตาม มาตรา ๑๑ แห่งพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. ๒๕๕๔ แล้วแต่กรณี เป็นผู้จัดทำบันทึกผลการตรวจสอบและรับรองไว้เพื่อให้พนักงานตรวจสอบความปลอดภัย ตรวจสอบ ทั้งนี้ตามหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขที่อธิบดีประกาศกำหนด</p> <p>11) ให้นายจ้างจัดให้มีแผ่นภาพพร้อมคำบรรยายติดไว้ในบริเวณที่ทำงานที่ลูกจ้างสามารถมองเห็นได้ชัดเจนในเรื่อง ดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - วิธีปฏิบัติเมื่อประสบอันตรายจากไฟฟ้า - การปฐมพยาบาลและการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐานโดยการผายปอดด้วยวิธีปากเป่าอากาศเข้าทางปากหรือจมูกของผู้ประสบอันตราย และวิธีการนวดหัวใจจากภายนอก <p>หมวดที่ 2 บริภัณฑ์ไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า</p> <p>1) การติดตั้งบริภัณฑ์ไฟฟ้า ให้นายจ้างปฏิบัติตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ หากยังไม่มีมาตรฐานดังกล่าวให้ใช้มาตรฐานตามที่การไฟฟ้าประจำท้องถิ่นกำหนด</p>				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 8
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.1 : ป.-	ชั่วโมง
<p>2) ให้นายจ้างจัดให้มีการใช้กฎแฉ่งป้องกันการสับสวิตซ์เชื่อมต่อวงจร หรือจัดให้มีระบบระวางป้องกันมิให้เกิดการสับสวิตซ์เชื่อมต่อวงจรตลอดเวลาที่ลูกจ้างซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าทำงานติดตั้ง ตรวจสอบ ซ่อมแซม หรือซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าหรือบริภัณฑ์ไฟฟ้า และให้ติดป้ายแสดงเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ห้ามสับสวิตซ์เชื่อมต่อวงจรไว้ด้วย</p> <p>3) ห้ามนายจ้างให้ลูกจ้างทำความสะอาดบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้า เว้นแต่มีมาตรการด้านความปลอดภัยรองรับไว้อย่างครบถ้วน</p> <p>4) ในกรณีที่ส่วนของบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้แรงดันไฟฟ้าเกินกว่าห้าสิบลวัตต์ให้นายจ้างจัดให้มีที่ปิดกั้นอันตรายหรือจัดให้มีแผ่นฉนวนไฟฟ้าปูไว้ที่พื้นเพื่อป้องกันอันตรายจากการสัมผัส</p> <p>5) ให้นายจ้างติดตั้งเต้ารับ สายไฟฟ้า อุปกรณ์ และเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินที่มีขนาดชนิดและประเภทที่เหมาะสมไว้ให้เพียงพอแก่การใช้งาน ทั้งนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ หากยังไม่มีมาตรฐานดังกล่าวให้ใช้มาตรฐานตามที่มีการไฟฟ้าประจำท้องถิ่นกำหนด</p> <p>6) การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้นายจ้างปฏิบัติ ดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ติดตั้งในบริเวณพื้นที่กว้างพอที่จะปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกและปลอดภัย - จัดให้มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ กรณีติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไว้ภายในห้องหากมีไอเสียจากเครื่องยนต์ให้ต่อท่อไอเสียออกสู่ภายนอก - จัดให้มีเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน - จัดให้มีอุปกรณ์ดับเพลิงชนิดที่ใช้ดับเพลิงที่เกิดจากไฟฟ้าและน้ำมันในห้องเครื่องได้ ทั้งนี้การออกแบบและติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ <p>ในกรณีที่ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง นอกจากต้องปฏิบัติตาม 4 ข้อที่กล่าวข้างต้นแล้ว นายจ้างต้องจัดให้มีเครื่องป้องกันการใช้ผิดหรือสวิตซ์สับโยกสองทาง หรืออุปกรณ์อย่างอื่นที่มีคุณลักษณะเดียวกัน เพื่อมิให้มีโอกาสต่อขนานกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าประจำท้องถิ่น เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากการไฟฟ้าประจำท้องถิ่นนั้น</p>				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 9
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในงาน ช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.1 : ป.- ชั่วโมง
<p>หมวดที่ 3 ระบบป้องกันฟ้าผ่า</p> <p>ให้นายจ้างจัดให้มีระบบป้องกันฟ้าผ่าตามมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ หรือมาตรฐานสมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Fire Protection Association: NFPA) หรือมาตรฐานคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานสาขาอิเล็กทรอนิกส์ (International Electrotechnical Commission : IEC) หรือมาตรฐานอื่นตามที่อธิบดีประกาศกำหนดไว้ที่สถานประกอบกิจการ อาคาร ปล่องควัน รวมถึงบริเวณที่มีถังเก็บของเหลวไวไฟหรือก๊าซไวไฟ</p> <p>หมวดที่ 4 อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า</p> <p>1) ให้นายจ้างจัดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับลักษณะงาน เช่น ถุงมือหนัง ถุงมือยาง แขนเสื้อยาง หมวกนิรภัย รองเท้าพื้นยางหุ้มข้อชนิดมีสันหรือรองเท้าพื้นยางหุ้มสัน ให้ลูกจ้างซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า สวมใส่ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานและจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า ที่เหมาะสมกับลักษณะงาน เช่น แผ่นฉนวนไฟฟ้า ฉนวนหุ้มสาย ฉนวนครอบลูกถ้วย กรงฟาราเดย์ (Faraday Cage) ชุดตัวนำไฟฟ้า (Conductive Suit) ในกรณีที่ลูกจ้างต้องปฏิบัติงานในที่สูงกว่าพื้นตั้งแต่สี่เมตรขึ้นไป ให้นายจ้างจัดให้มีการใช้สายหรือเชือกช่วยชีวิตและเข็มขัดนิรภัยพร้อมอุปกรณ์ หรืออุปกรณ์ที่ป้องกันการตกจากที่สูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และหมวกนิรภัยที่เหมาะสมตามมาตรฐานที่กำหนดสำหรับให้ลูกจ้างสวมใส่ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน เว้นแต่อุปกรณ์ดังกล่าวจะทำให้ลูกจ้างเสี่ยงต่ออันตรายมากขึ้น ให้นายจ้างจัดให้มีอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยอื่นที่สามารถใช้คุ้มครองความปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพแทน</p> <p>2) อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลและอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้และต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลและอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดในบริเวณที่ปฏิบัติงานหรือบริเวณใกล้เคียงที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ - ถุงมือยางป้องกันไฟฟ้า ต้องมีลักษณะสวมกับนิ้วมือได้ทุกนิ้ว - ถุงมือหนังที่ใช้สวมทับถุงมือยาง ต้องมีความยาวหุ้มถึงข้อมือและมีความคงทนต่อการฉีกขาดได้ดี การใช้ถุงมือยางต้องใช้ร่วมกับถุงมือหนังทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน <p>3) การปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าที่อยู่ใกล้หรือเหนือน้ำซึ่งอาจทำให้ลูกจ้างเกิดอันตรายจากการจมน้ำ ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างสวมใส่ชูชีพกันจมน้ำ เว้นแต่การสวมใส่ชูชีพอาจทำให้ลูกจ้างได้รับอันตรายมากกว่าเดิม ให้นายจ้างใช้วิธีการอื่นที่สามารถคุ้มครองความปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพแทน</p> <p>4) นายจ้างต้องบำรุงรักษาและจัดเก็บอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลและอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างปลอดภัย รวมทั้งต้องตรวจสอบและทดสอบตามมาตรฐานและวิธีที่ผู้ผลิตกำหนด</p>			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 10
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

1. ชนิดของกระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวกลางหรือตัวนำไฟฟ้าที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของสนามไฟฟ้า ซึ่งแตกต่างจากไฟฟ้าสถิตที่ประจุไฟฟ้าไม่มีการเคลื่อนที่ ทั้งนี้ การผลิตไฟฟ้าขึ้นมาใช้งาน สามารถผลิตได้จากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่แตกต่างกัน โดยกระแสไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับ

1.1 ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current : DC)

ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นไฟฟ้าที่กำเนิดขึ้นมาจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มีขั้วไฟฟ้าจ่ายศักย์ไฟฟ้าออกมาแน่นอน เช่น ศักย์บวก (+) และศักย์ลบ (-) เมื่อนำไปใช้งานจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลไปในทิศทางเดียว และมีระดับแรงดันไฟฟ้าจ่ายออกมาคงที่ตลอด แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตมาใช้งาน เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่รถยนต์ เป็นต้น

1.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current : AC)

ไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นไฟฟ้าที่กำเนิดขึ้นมาจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มีขั้วจ่ายไฟศักย์ไฟฟ้าออกมาไม่แน่นอน ซึ่งแต่ละขั้วไฟฟ้าสามารถจ่ายศักย์ไฟฟ้าออกมาเปลี่ยนแปลงสลับไปมาทั้งบวก (+) และลบ (-) เมื่อนำไปใช้งานจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางกลับไปกลับมาเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และมีแรงดันไฟฟ้าจ่ายออกมาเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ผลิตมาใช้ ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ และแหล่งจ่ายแรงดันไฟสลับ ทั้งนี้ พลังงานที่นำมาใช้ขับเคลื่อนให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับทำงานสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้พลังงานลม ในการขับเคลื่อน และใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ เช่น น้ำมัน ถ่านหิน แก๊ส พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น


2. อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า

2.1 ตัวนำไฟฟ้า (Conductor)

ตัวนำไฟฟ้า คือ สสาร วัสดุ วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย หรือเป็นวัสดุที่มีความต้านทานต่ำ ได้แก่ ทองแดง อะลูมิเนียม ทอง และเงิน ตัวนำของสายไฟฟ้าอาจอยู่ในรูปของตัวนำเดี่ยว (Solid) หรือตัวนำตีเกลียว (Strand) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวนำเล็ก ๆ ตีเข้าด้วยกันเป็นเกลียว ซึ่งมีข้อดี คือ การนำกระแสต่อพื้นที่สูงขึ้น เนื่องจากผลของ Skin Effect ลดลง และการเดินสายทำได้ง่าย เพราะมีความอ่อนตัวกว่า โลหะที่นิยมใช้เป็นตัวนำ ได้แก่

1) ทองแดง

เป็นโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูงมาก มีความแข็งแรง เหนียว ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี แต่มีข้อเสียอยู่ คือ น้ำหนักมากและราคาสูง จึงไม่เหมาะสำหรับงานด้านแรงดันสูง แต่เหมาะสำหรับการใช้งานโดยทั่วไป โดยเฉพาะงานภายในอาคาร

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 11
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

2) อะลูมิเนียม

เป็นโลหะมีความนำไฟฟ้าสูงรองจากทองแดง แต่เมื่อเปรียบเทียบในกรณีกระแสเท่ากันแล้วพบว่า อะลูมิเนียม มีน้ำหนักเบาและราคาถูกกว่า จึงเหมาะกับการเดินสายไฟนอกอาคารและระบบไฟฟ้าแรงดันสูง ถ้าทิ้งอะลูมิเนียม ไว้ในอากาศจะเกิดออกไซด์ของอะลูมิเนียม ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนฟิล์มบาง ๆ เกาะตามผิวช่วยป้องกันการสึกกร่อน แต่มีข้อเสีย คือ ทำให้การเชื่อมต่อทำได้ยาก


โลหะทั้งสองชนิดนี้มีข้อดี ข้อเสียต่างกันไปตามแต่ลักษณะของงาน ดังตารางที่ 1.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของทองแดงและอะลูมิเนียม

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของทองแดงและอะลูมิเนียม

คุณสมบัติ	ทองแดง	อะลูมิเนียม
ความนำไฟฟ้าสัมพัทธ์ (ทองแดง = 100)	100	61
สภาพความต้านทานไฟฟ้าที่ 20°C ($\Omega \text{m} \times 10^{-8}$)	1,724	2.803
สัมประสิทธิ์การขยายตัว เนื่องจากความร้อน (per °C $\times 10^{-6}$)	17	23
จุดหลอมเหลว (°C)	1,083	659
ความนำความร้อน (W/cm°C)	3.8	2.4
ความหนาแน่นที่ 20°C (g/cm^3)	8.89	2.7

1.1 ฉนวนไฟฟ้า (Insulator)

ฉนวนไฟฟ้า คือ สสาร วัตถุ วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่สามารถต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าไม่ให้ผ่านไปได้ ได้แก่ ไม้แห้ง พลาสติก ยาง แก้ว และกระดาษแห้ง เป็นต้น ฉนวนไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าฉนวนของสายไฟ ทำหน้าที่หุ้มตัวนำ เพื่อป้องกันการสัมผัสกันโดยตรงระหว่างตัวนำ หรือระหว่างตัวนำกับส่วนที่ต่อลงดิน และเพื่อป้องกันตัวนำจากผลกระทบทางกลและทางเคมีต่าง ๆ ในระหว่างที่ตัวนำนำกระแสไฟฟ้า จะเกิดพลังงานสูญเสีย ในรูปของความร้อน ซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นจะถ่ายเทไปยังฉนวน ฉนวนจะต้องสามารถป้องกันความร้อนหรือของเหลวที่สามารถกัดกร่อนตัวนำไฟฟ้าได้ รวมทั้งมีคุณสมบัติในการกันน้ำได้ดี มีความต้านทานสูง และไม่ดูดความชื้น ในอากาศ ฉนวนที่ใช้หุ้มตัวนำไฟฟ้ามีอยู่หลายชนิด ได้แก่ แร่ใยหิน ยางทนความร้อน พลาสติก PVC เป็นต้น ส่วนฉนวนสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ป้องกันการสัมผัสกับร่างกาย เช่น ส่วนที่เป็นมือจับของไขควง จะใช้ฉนวนไฟฟ้าจำพวกพลาสติก

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 12
		หน่วยงานฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

การเลือกใช้นิตของฉนวนจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิใช้งาน ระดับแรงดันของระบบ และสภาพแวดล้อมในการติดตั้งวัสดุ ที่นิยมใช้เป็นฉนวนมากที่สุดในขณะนี้ คือ Polyvinyl Chloride (PVC) และ Cross Linked Polyethylene (XLPE) โดยแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวน PVC และ XLPE ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 แสดงคุณสมบัติของฉนวน PVC และ XLPE

คุณสมบัติ	PVC	XLPE
พิกัดอุณหภูมิสูงสุดขณะใช้ (°C)	70	90
พิกัดอุณหภูมิสูงสุดขณะลัดวงจร (°C)	120	250
ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก	6	2.4
ความหนาแน่น (g/cm ³)	1.4	0.92
ความนำความร้อน (cal/cm.sec °C)	3.5	8
ความทนทานต่อแรงดึง (kg/mm ²)	2.5	3

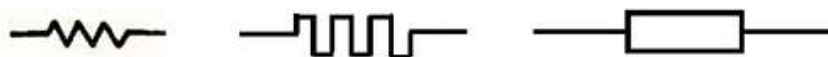
จะเห็นว่า ฉนวน XLPE มีความแข็งแรง ทนต่อความร้อนและถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าฉนวน PVC จึงมีการใช้ฉนวน XLPE เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน

1.2 ฉนวนไฟฟ้า (Insulator)


ฉนวนไฟฟ้า คือ สสาร วัสดุ วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่สามารถต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าไม่ให้ผ่านไปได้ ได้แก่ ไม้แห้ง พลาสติก ยาง แก้ว และกระดาษแห้ง เป็นต้น ฉนวนไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าของสายไฟ ทำหน้าที่ห่อหุ้มตัวนำ เพื่อป้องกันการสัมผัสกันโดยตรงระหว่างตัวนำ หรือระหว่างตัวนำกับส่วนที่ต่อลงดิน และเพื่อป้องกันตัวนำจากผลกระทบทางกลและทางเคมีต่าง ๆ ในระหว่างที่ตัวนำนำกระแสไฟฟ้า จะเกิดพลังงานสูญเสีย ในรูปของความร้อน ซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นจะถ่ายเทไปยังเนื้อฉนวน ดังนั้น ฉนวนจะต้องสามารถป้องกันความร้อนหรือของเหลวที่สามารถกัดกร่อนตัวนำไฟฟ้าได้ รวมทั้งมีคุณสมบัติในการกันน้ำได้ดี มีความต้านทานสูง และไม่ดูดความชื้น ในอากาศ ฉนวนที่ใช้หุ้มตัวนำไฟฟ้ามีอยู่หลายชนิด ได้แก่ แร่ใยหิน ยางทนความร้อน พลาสติก PVC เป็นต้น ส่วนฉนวนสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ป้องกันการสัมผัสกับร่างกาย เช่น ส่วนที่เป็นมือจับของไขควง จะใช้ฉนวนไฟฟ้าจำพวกพลาสติก

1.3 ตัวต้านทาน (Resistor)

ตัวต้านทาน (Resistor) ใช้ในการต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า เพื่อให้กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในวงจรมีขนาดเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ



ภาพที่ 1.1 สัญลักษณ์ตัวต้านทาน

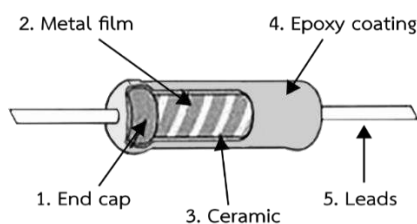
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 13
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง	



ภาพที่ 1.2 ตัวต้านทาน

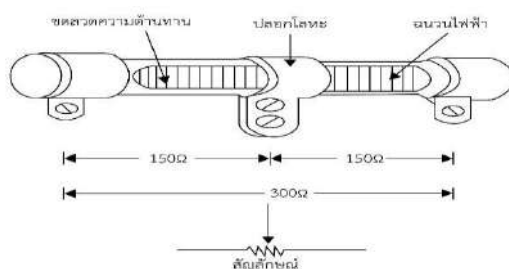
ตัวต้านทานสามารถแบ่งประเภทโดยใช้ค่าความต้านทานเป็นเกณฑ์ ได้ดังนี้

1) ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ (Fixed Resistor) ได้แก่ ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนา ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มบาง




ภาพที่ 1.3 ตัวต้านทานแบบค่าคงที่

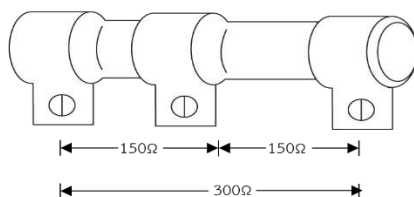
2) ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ (Adjustable Resistor) มีลักษณะคล้ายไวร์วาวด์ โดยบริเวณลวดตัวนำจะไม่เคลือบเซรามิก ในการใช้งานสามารถปรับค่าความต้านทานได้ในช่วงของความต้านทานของตัวต้านทานนั้น ๆ



ภาพที่ 1.4 ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้

- 1) ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ (Variable Resistor) โดยมีแกนหมุนสำหรับเปลี่ยนค่าความต้าน ถูกนำมาใช้ในงานที่ต้องการเปลี่ยนค่าความต้านทานบ่อย ๆ เช่น การปรับลดเพิ่มเสียงวิทยุ การปรับลดเพิ่มแสงในวงจรหรี่ไฟ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 14
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ			ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.-		



ภาพที่ 1.5 ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้


ความต้านทานไฟฟ้า (Resistance)


ความต้านทานไฟฟ้า คือ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสไฟฟ้าของวัตถุ โดยวัตถุที่มีความต้านทานต่ำจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย เรียกว่า ตัวนำไฟฟ้า ในขณะที่วัตถุที่มีความต้านทานสูง จะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ยาก เรียกว่า ฉนวนไฟฟ้า โดยความต้านทานมีหน่วยเป็นโอห์ม (Ohm: Ω) ความต้านทานเกิดขึ้นทุกที่ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในสายไฟเท่านั้น ตัวอย่างความต้านทานต่าง ๆ ได้แก่


1. ความต้านทานของตัวนำ เช่น ความต้านทานของลวดในสายไฟฟ้าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เป็นต้น
2. ความต้านทานของจุดสัมผัส คือ ความต้านทานที่เกิดขึ้นที่จุดสัมผัสของสวิตช์หรือรอยเชื่อมต่อระหว่างสายไฟ ที่จุดสัมผัสนี้กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้ยากเพราะมีความต้านทานสูง ความต้านทานนี้จะลดลงโดยการขัดผิว ที่จุดสัมผัสให้เรียบ หรือเพิ่มแรงกดที่จุดสัมผัส หรือบัดกรีเชื่อมต่อระหว่างสายไฟ
3. ความต้านทานของสายดิน คือ ความต้านทานที่เกิดขึ้นระหว่างดินและแผ่นโลหะฝังลงดิน
4. ความต้านทานของฉนวน เช่น การใช้ฉนวนหรือยางซึ่งเป็นวัสดุที่มีค่าความต้านทานจำเพาะสูงหุ้มสายไฟเพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้ารั่วจากสายไฟ เป็นต้น
5. ค่าความต้านทานของสายส่งกำลังไฟฟ้า

ค่าความต้านทานของสายส่งกำลังไฟฟ้า (R)

วัสดุที่ใช้ทำสายตัวนำจะแตกต่างกันตามสภาพการใช้งาน ดังนั้นเนื้อวัสดุจึงมีค่าความต้านทานไฟฟ้าแตกต่างกัน ซึ่งค่านี้จะต้านทานการไหลของกระแสเกิดเป็นค่าความร้อนในสาย และมีผลต่อแรงดันตกคร่อมสาย การควบคุมไฟฟ้าของระบบ รวมถึงประสิทธิภาพของระบบ แต่เฉพาะผลของค่าความต้านทานที่ทำให้เกิดค่าความร้อนในสายเป็นไปตามสมการ ดังต่อไปนี้

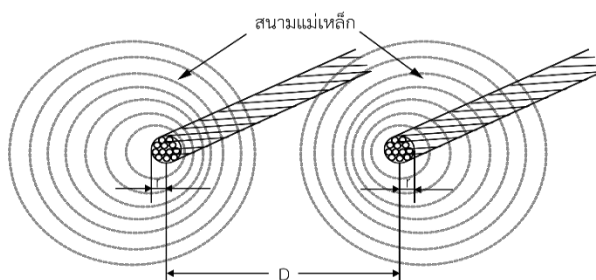
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 15								
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก										
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ											
	งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง									
<p>จาก $P_{\text{loss}} = I^2 R$</p> <p style="margin-left: 150px;">$R = \frac{P_{\text{loss}}}{I^2}$</p> <p>เมื่อ P_{loss} คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายตัวนำ, W</p> <p style="margin-left: 150px;">R คือ ค่าความต้านทานของสายตัวนำ, Ω</p> <p style="margin-left: 150px;">I คือ กระแสที่ไหลในสายตัวนำ, A</p> <p>แต่ค่ากระแสไฟฟ้าสลับไม่ได้ไหลอย่างสม่ำเสมอในพื้นที่หน้าตัดของตัวนำเหมือนกับกระแสไฟฟ้าตรง ดังนั้นสมการ $R = \frac{P_{\text{loss}}}{I^2}$ จะมีความเที่ยงตรงเฉพาะไฟฟ้ากระแสตรง ถ้าเป็นไฟฟ้ากระแสสลับจะต้อง เปลี่ยนค่าความต้านทานเป็นค่าความต้านทานกระแสสลับ อย่างไรก็ตามก็ดี จะต้องคำนวณหาค่าความต้านทาน กระแสตรงก่อน โดยอาศัยสูตรพื้นฐาน ดังนี้</p> $R_{DC} = \rho \frac{l}{A}$ <p>เมื่อ R_{DC} คือ ค่าความต้านทานไฟฟ้ากระแสตรง</p> <p style="margin-left: 150px;">ρ คือ ค่าความต้านทานจำเพาะของสายตัวนำ</p> <p style="margin-left: 150px;">l คือ ความยาวของสายตัวนำ</p> <p style="margin-left: 150px;">A คือ พื้นที่หน้าตัดของสายตัวนำ</p> <p style="text-align: center;">ตารางที่ 1.3 เปรียบเทียบหน่วยระบบอังกฤษและระบบ SI</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">ระบบหน่วยอังกฤษ</th> <th style="text-align: center;">ระบบหน่วย SI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">l = ฟุต (ft)</td> <td style="text-align: center;">l = เมตร (m)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A = เซอร์คิวลาร์มิล (CM)</td> <td style="text-align: center;">A = ตารางเมตร (m^2)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ρ = Ω-CM/ft หรือ p = Ω/CM-ft</td> <td style="text-align: center;">ρ = Ω - m</td> </tr> </tbody> </table>					ระบบหน่วยอังกฤษ	ระบบหน่วย SI	l = ฟุต (ft)	l = เมตร (m)	A = เซอร์คิวลาร์มิล (CM)	A = ตารางเมตร (m^2)	ρ = Ω -CM/ft หรือ p = Ω /CM-ft	ρ = Ω - m
ระบบหน่วยอังกฤษ	ระบบหน่วย SI											
l = ฟุต (ft)	l = เมตร (m)											
A = เซอร์คิวลาร์มิล (CM)	A = ตารางเมตร (m^2)											
ρ = Ω -CM/ft หรือ p = Ω /CM-ft	ρ = Ω - m											

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 16
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ	งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
		พื้นที่หน้าตัด (A)	
$1'' = 100 \text{ มิล}$			
พื้นที่หน้าตัดของสายตัวนำ 1 CM คือ ตัวนำที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิล			
จะได้ $A = 1 \text{ CM} = d^2$			
แต่สายตัวนำในปัจจุบันนิยมบอกขนาดพื้นที่หน้าตัดสายตัวนำเป็นตารางมิลลิเมตร ซึ่งสามารถ			
แปลงหน่วยเซอร์คิววาร์มิล เป็นตารางมิลลิเมตรได้ ดังนี้			
จาก	$A = 1 \text{ CM} = d^2$ $= \frac{d}{1,000} \times \frac{d}{1,000}$ $= (d \times 10^{-3} \times 2.54 \times 10) \times (d \times 10^{-3} \times 2.54 \times 10) \times \frac{\pi}{4}$ $= (10^{-3} \times 2.54 \times 10 \times 10^{-3} \times 2.54 \times 10) \times \pi \frac{d^2}{4}$		
ดังนั้น	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $A = (5.067 \times 10^{-4}) \times d^2$ </div>		
จากสมการ	A คือ พื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็น mm^2 d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของสายตัวนำ มีหน่วยเป็นมิล		
(mils)			
และจากสมการดังกล่าว สามารถทำพื้นที่หน้าตัดในหน่วยตารางเมตร (m^2) ได้ดังนี้			
จาก	$A = [(5.067 \times 10^{-4}) \times d^2] \times 10^{-6}$		
ดังนั้น	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $A = (5.067 \times 10^{-12}) \times d^2$ </div>		
จากสมการ	A คือ พื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็น m^2 d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของสายตัวนำ มีหน่วยเป็นมิล		
ค่าความต้านทานจำเพาะ (ρ)			
ρ ของทองแดงรีดแข็ง	$= 1.77 \times 10^{-8} \quad \Omega\text{-m ที่ } 20^\circ\text{C}$ $= 10.66 \quad \Omega/\text{CM-ft ที่ } 20^\circ\text{C}$		
ρ ของอะลูมิเนียม	$= 2.83 \times 10^{-8} \quad \Omega\text{-m ที่ } 20^\circ\text{C}$ $= 17.00 \quad \Omega/\text{CM-ft ที่ } 20^\circ\text{C}$		

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 17
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

2.4 ตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้า (อินดักเตอร์)

ตัวเหนี่ยวนำ หรืออินดักเตอร์ (Inductor) เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในวงจรไฟฟ้า และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยเป็นเส้นลวดตัวนำพวกทองแดง ขดลวดเป็นวงเรียงกันหลาย ๆ รอบ เรียกว่า ขดลวดหรือคอยล์ (Coil) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในสายส่ง จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) ขึ้นรอบ ๆ สายส่ง ซึ่งสนามแม่เหล็กนี้จะส่งผลให้เกิดความเหนี่ยวนำขึ้นในสายส่ง การพันจำนวนรอบของตัวเหนี่ยวนำมีผลต่อความเหนี่ยวนำ (Inductance) และปริมาณสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น คือ หากพันจำนวนรอบน้อย ความเหนี่ยวนำ และสนามแม่เหล็กจะเกิดน้อย หากพันจำนวนรอบมาก ความเหนี่ยวนำและสนามแม่เหล็กจะเกิดมาก



ภาพที่ 1.6เกิดสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) ในสายส่ง


ตัวเหนี่ยวนำสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลัก ๆ คือ


1) ตัวเหนี่ยวนำชนิดขดเดี่ยว

ตัวเหนี่ยวนำชนิดขดเดี่ยว คือ ตัวเหนี่ยวนำที่มีขดลวดพันไว้ขดเดียว มักเรียกว่า ไซค์ (Choke) หรือคอยล์โครงสร้างประกอบด้วยเส้นลวดทองแดงอาบน้ำยาฉนวน พันเป็นขดลวดอยู่บนแกนหรือฐานรองต่าง ๆ การเรียกชื่อตัวเหนี่ยวนำประเภทนี้จะเรียกตามชื่อของแกนที่ทำเป็นฐานขดลวด แบ่งออกได้เป็น

- ตัวเหนี่ยวนำแกนอากาศ (Air Core Inductor)
- ตัวเหนี่ยวนำแกนผงเหล็กอัด (Powdered - Iron Core Inductor)
- ตัวเหนี่ยวนำแกนเฟอร์ไรต์ (Ferrite Core Inductor)
- ตัวเหนี่ยวนำแกนทอรอยด์ (Toroidal Core Inductor)
- ตัวเหนี่ยวนำแกนเหล็กแผ่น (Laminated - Iron Core Inductor)

2) ตัวเหนี่ยวนำชนิดหลายขด

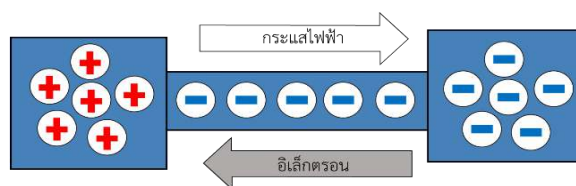
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 18
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง
<p> ตัวเหนี่ยวนำชนิดหลายขด คือ ตัวเหนี่ยวนำที่มีขดลวดพันไว้บนแกนมากกว่าหนึ่งขด โดยแบ่งขดลวดเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนทางเข้า (Input) หรือ ขดลวดปฐมภูมิ (Primary) ทำหน้าที่รับแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้ามา ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กฟองตัวออก เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ สนามแม่เหล็กจะยุบตัวลงเพื่อจ่ายผ่านสนามแม่เหล็กไปทั่วผ่านขดลวดขดอื่น ๆ อีกส่วนของขดลวด คือ ส่วนทางออก (Output) หรือ ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) ทำหน้าที่รับการชักนำของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากขดลวดปฐมภูมิ ในขณะที่สนามแม่เหล็ก ของขดลวดปฐมภูมิฟองตัวออก จะเกิดสนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induce Electro Motive Force : EMF) ขึ้นมา ซึ่งก็คือ ขดลวดทุติยภูมิเกิดแรงดันขึ้นมา โดยขดลวดทุติยภูมิจะมีค่าแรงดันมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของการพันขดลวด หากพันขดลวดรอบน้อยแรงดันจะเกิดน้อย พันขดลวดรอบมากแรงดันจะเกิดมาก เมื่อนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในตัวแปลงแรงดันให้มากขึ้นหรือน้อยลงจะเรียกตัวเหนี่ยวนำชนิดนี้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) โดยการเรียกชื่อหม้อแปลงไฟฟ้า จะเรียกชื่อตามชื่อของแกนที่เป็นฐานรองขดลวด ซึ่งแบ่งได้เป็น </p> <ul style="list-style-type: none"> - หม้อแปลงไฟฟ้าแกนอากาศ (Air - Core Transformer) - หม้อแปลงไฟฟ้าแกนเฟอร์ไรต์ (Ferrite - Core Transformer) - หม้อแปลงไฟฟ้าแกนเหล็ก (Iron - Core Transformer) 				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 19
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

พื้นฐานการคำนวณวงจรไฟฟ้าจะมีค่าต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันคือ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน ซึ่งจะนำค่าเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์หรือหาคำตอบด้วยกฎของโอห์ม เนื่องจากกฎของโอห์มนั้นมีเกณฑ์ตายตัวไม่ซับซ้อน สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับวงจรไฟฟ้าทั้งกระแสตรง และกระแสสลับ

1. กระแสไฟฟ้า

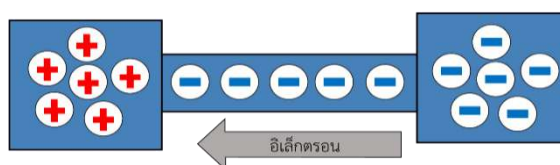
กระแสไฟฟ้า คือ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจำนวนมากจากการให้แรงดันไฟฟ้าระหว่างสารตัวนำหรือสารกึ่งตัวนำโดยด้านหนึ่งเป็นบวกและอีกด้านหนึ่งเป็นลบ โดยอิเล็กตรอนจะวิ่งจากด้านลบไปหาด้านบวก ซึ่งการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนก็คือกระแสไฟฟ้า (Current) นั่นเอง กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ (Ampere ; A)



รูปที่ 2.1 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า

2. แรงดันไฟฟ้า


แรงดันไฟฟ้า หรือโวลเตจ (Voltage) หมายถึง ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างจุด 2 จุด มีหน่วยเป็นโวลต์ (Volt ; V) ซึ่งก็คือแรงผลักดันในวงจรไฟฟ้า และเป็นแรงผลักดันให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

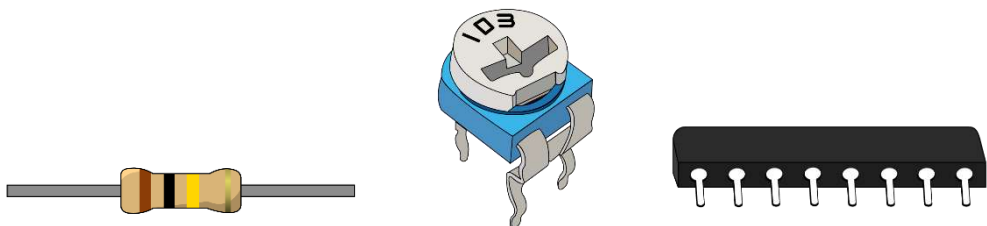


รูปที่ 2.2 แรงดันไฟฟ้าที่ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่

3. ความต้านทาน

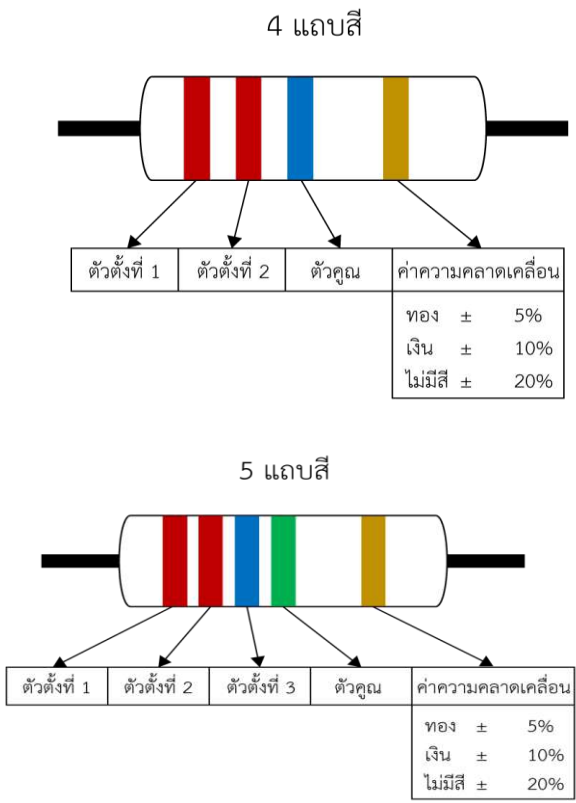
ความต้านทาน คือ การจำกัดการไหลของอิเล็กตรอนให้น้อยลง ทำให้การไหลของกระแสก็จะน้อยลงไปด้วย ความต้านทาน (Resistance) มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ohm ; Ω) โดยความสามารถในการจำกัดการไหลของอิเล็กตรอนก็จะขึ้นอยู่กับสารที่นำมาใช้ เรียกว่าตัวต้านทาน (Resistor) ตัวต้านทานมีหลากหลายชนิด เช่น ตัวต้านทานแบบถ่าน ตัวต้านทานแบบเกือกม้า ตัวต้านทานแบบโครงข่าย เป็นต้น แต่ชนิดที่เป็นที่นิยมในวงจรไฟฟ้านั้นก็คือตัวต้านทานแบบถ่าน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 20
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง	




รูปที่ 2.3 ตัวต้านทานแบบถ่าน รูปที่ 2.4 ตัวต้านทานแบบเกือกม้า รูปที่ 2.5 ตัวต้านทานแบบโคร่งข้าย

ตัวต้านทานแบบถ่านจะมีรหัสค่าแถบสีแสดงอยู่เพื่อบอกค่าความต้านทาน โดยมีทั้ง 4 แถบสีและ 5 แถบสี การอ่านค่าแถบสีของตัวต้านทาน มีหลักการดังนี้




รูปที่ 2.6 การอ่านค่าแถบสีของตัวต้านทาน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 21
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

ตารางที่ 2.1 ค่าแถบสีตัวต้านทาน

แถบสี	ตัวตั้ง	ตัวคูณ	จำนวนศูนย์	หน่วยตัวคูณ	ความคลาดเคลื่อน
ดำ	0	1	-	1	
น้ำตาล	1	10	1	10	± 1 %
แดง	2	100	2	100	± 2 %
ส้ม	3	1,000	3	1 k	
เหลือง	4	10,000	4	10 k	
เขียว	5	100,000	5	100 k	± 0.5 %
น้ำเงิน	6	1,000,000	6	1 M	± 0.25 %
ม่วง	7	10,000,000	7	10 M	± 0.1 %
เทา	8	-	-		
ขาว	9	-	-		
ทอง	-	0.1	-	1/10	± 5 %
เงิน	-	0.01	-	1/100	± 10 %
ไม่มีสี	-	-	-	-	± 20 %

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 22
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

ในเรื่องการคำนวณไฟฟ้าเบื้องต้น จะเป็นการศึกษากฎของโอห์มเพื่อใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าในวงจร รวมไปถึงการหาค่าแรงดันไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ตลอดจนนำกฎของโอห์มมาใช้คำนวณหาค่าจากวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม ขนาน และผสม

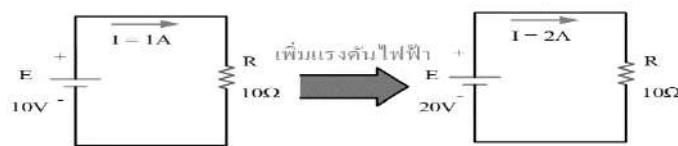
1. กฎของโอห์ม

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกฎของโอห์ม

กฎของโอห์ม กล่าวว่า “ ปริมาณกระแส 1 แอมแปร์ ไหลผ่านความต้านทาน 1 โอห์ม จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ ” เมื่อแต่ละส่วนที่สัมพันธ์กันเปลี่ยนแปลงไป ย่อมทำให้การทำงานของวงจรไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงไปด้วย กล่าวคือ “ จำนวนของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจรนั้น แต่เปลี่ยนแปลงเป็นส่วนกลับกับความต้านทานในวงจร ” ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถเขียนออกมาเป็นสมการได้เป็น 2 สมการ คือ

1.1.1 ถ้าความต้านทาน (R) ในวงจรคงที่ กระแสไฟฟ้า (I) ในวงจรจะไหลได้มากเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้า (E) ให้วงจรมาก และกระแสไฟฟ้า (I) ในวงจรจะไหลได้น้อยเมื่อแรงดันไฟฟ้า (E) ในวงจรมีน้อย โดยสามารถเขียนความสัมพันธ์ออกมาได้ดังภาพที่ 3.1 และ ภาพที่ 3.2

$I \propto V$ เมื่อ R คงที่



(ก) แรงดันไฟฟ้าน้อย กระแสไฟฟ้าไหลน้อย


(ข) แรงดันไฟฟ้ามาก กระแสไฟฟ้าไหลมาก

ภาพที่ 3.1 กระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามแรงดันไฟฟ้า เมื่อความต้านทานคงที่

$I \propto E$ เมื่อ R คงที่

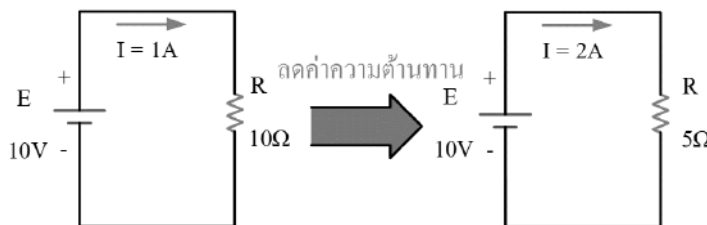


ภาพที่ 3.2 เมื่อกำหนดให้ความต้านทานไฟฟ้าคงที่

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 23
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

1.1.2 ถ้าแรงดันไฟฟ้า (E) ในวงจรคงที่ กระแสไฟฟ้า (I) ในวงจรจะไหลได้มากเมื่อตัวต้านทานในวงจรมีค่าความต้านทาน (R) น้อย และกระแสไฟฟ้า (I) ในวงจรจะไหลได้น้อยเมื่อตัวต้านทานในวงจรมีค่าความต้านทาน (R) มาก โดยสามารถเขียนความสัมพันธ์ออกมาได้ ดังภาพที่ 3.3

$$I \propto \frac{1}{R} \quad \text{เมื่อ E คงที่}$$



ภาพที่ 3.3 การไหลของกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามความต้านทาน

จากปรากฏการณ์ทั้ง 2 ข้อทำให้ จอร์จ ไซมอน โอห์ม เขียนสมการออกมาในรูปกฎของโอห์ม ดังสมการ

$$I = \frac{E}{R}$$

เมื่อ


E คือ Electromotive Force หมายถึง แรงผลักดันของแรงดันไฟฟ้าซึ่งก็คือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้านั่นเอง มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

I คือ Current หมายถึง ปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้า หรือผลของอิเล็กตรอนเกิดการเคลื่อนที่ ซึ่งกระแสไฟฟ้านิยมไหลจากไฟบวกไปหาไฟลบ ส่วนอิเล็กตรอนจะไหลจากไฟลบไปหาไฟบวก มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

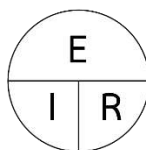
R คือ Resistance หมายถึง ค่าของความต้านทานนั้นมีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) โดยจะแปรผกผันกับค่ากระแส คือ ถ้าค่าความต้านทานสูง จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลได้น้อย และในทางกลับกันถ้าค่าความต้านทานต่ำ จะทำให้ มีกระแสไฟฟ้าไหลได้มาก

จากสมการ $I = \frac{E}{R}$ สามารถสับเปลี่ยนความสัมพันธ์ เพื่อหาค่าความต้านทานหรือแรงดันไฟฟ้าได้ ดังนี้

$$R = \frac{E}{I} \quad \text{และ} \quad E = IR$$

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 24
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

1.2 สูตรการคำนวณ



ภาพที่ 3.4 สูตรกฎของโอห์มในรูปวงกลม

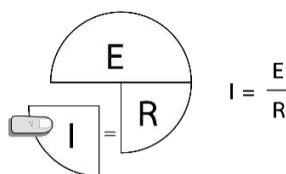
เมื่อ I = กระแสไฟฟ้า มีหน่วย แอมแปร์ (A)

E = แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยโวลต์ (V)

R = ความต้านทาน มีหน่วย โอห์ม (Ω)

ในการคำนวณค่าแต่ละครั้ง ต้องทำการแปลงหน่วยของปริมาณไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้อยู่ในรูปหน่วยมาตรฐานก่อน จึงสามารถคำนวณได้ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดจากผลลัพธ์ที่คำนวณออกมา

การหาสมการในแต่ละส่วนทำได้โดย ใช้นิ้วมือปิดส่วนที่ต้องการหาไว้ ส่วนที่เหลือ คือ สูตรที่ใช้ในการคำนวณ หากสมการที่ได้อยู่ในแถวเดียวกันให้นำมาคูณกัน และถ้าหากสมการอยู่ต่างแถวกันให้นำมาหารกันดังภาพที่ 3.5 ภาพที่ 3.6 และ ภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.5 สูตรการหาค่ากระแส


เมื่อ I = กระแสไฟฟ้า มีหน่วย แอมแปร์ (A)

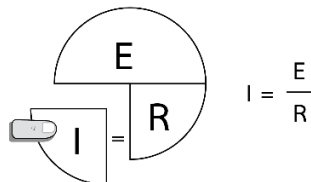
E = แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยโวลต์ (V)

R = ความต้านทาน มีหน่วย โอห์ม (Ω)

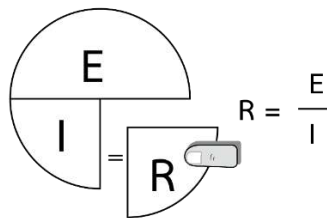
ในการคำนวณค่าแต่ละครั้ง ต้องทำการแปลงหน่วยของปริมาณไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้อยู่ในรูปหน่วยมาตรฐานก่อน จึงสามารถคำนวณได้ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดจากผลลัพธ์ที่คำนวณออกมา

การหาสมการในแต่ละส่วนทำได้โดย ใช้นิ้วมือปิดส่วนที่ต้องการหาไว้ ส่วนที่เหลือ คือ สูตรที่ใช้ในการคำนวณ หากสมการที่ได้อยู่ในแถวเดียวกันให้นำมาคูณกัน และถ้าหากสมการอยู่ต่างแถวกันให้นำมาหารกันดังภาพที่ 3.5 ภาพที่ 3.6 และ ภาพที่ 3.7

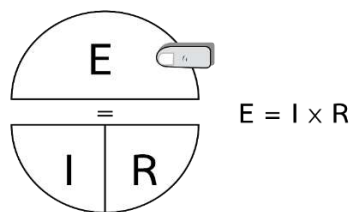
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า .25
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง



ภาพที่ 3.5 สูตรการหาค่ากระแส



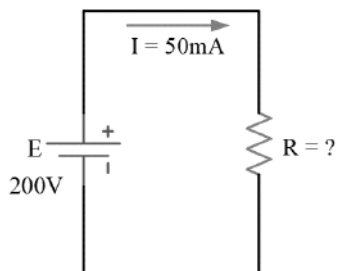
ภาพที่ 3.6 สูตรการหาความต้านทาน




ภาพที่ 3.7 สูตรการหาค่าแรงดันไฟฟ้า

1.1.3 ตัวอย่างโจทย์

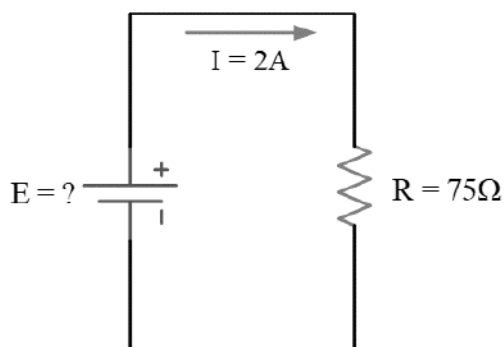
- จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้เส้นลวด เส้นหนึ่ง 200 V เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดความร้อน 50 mA จงคำนวณหาค่าความต้านทานของเส้นลวดความร้อนนี้



	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 26
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

วิธีทำ สูตร $R = \frac{E}{I}$
 เมื่อ $R = ? , E = 200 \text{ V} , I = 50 \text{ mA} = 50 \times 10^{-3} \text{ A}$
 แทนค่า $R = \frac{200\text{V}}{50 \times 10^{-3} \text{ A}} = 4 \times 10^3 \Omega$
 ค่าความต้านทานของเส้นลวดความร้อน = 4 kΩ **ตอบ**


2. มีกระแสไฟฟ้าไหล 2A ผ่านความต้านทาน 75 Ω จะเกิดแรงดันตกคร่อมวงจรเท่าใด



วิธีทำ สูตร $E = IR$
 เมื่อ $E = ? , I = 2 \text{ A} , R = 75 \Omega$
 แทนค่า $E = 2 \text{ A} \times 75 \Omega = 150 \text{ V}$
 มีแรงดันตกคร่อมวงจร = 150 V **ตอบ**

3. จ่ายแรงดันไฟฟ้า 220 V ให้กับเตารีดไฟฟ้าตัวหนึ่งที่มีความต้านทาน 80 Ω จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเตารีดตัวนี้เท่าใด



	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 28
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง	

2.2 ตัวอย่างโจทย์

- 1) หลอดไฟหลอดหนึ่งใช้พลังงานไป 40 จูล ในเวลา 0.5 วินาที หลอดไฟหลอดนี้ใช้กำลังไฟฟ้า

เท่าใด

$$P = \frac{W}{t}$$

วิธีทำ


สูตร

$$P = ? , W = 40 \text{ J} , t = 0.5 \text{ s}$$

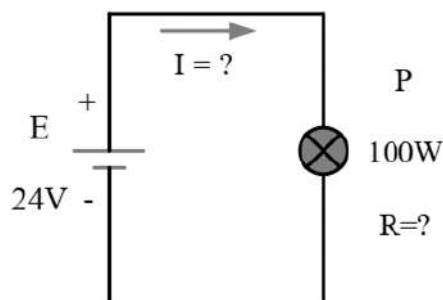
แทนค่า

$$P = \frac{40\text{J}}{0.5\text{s}} = 80\text{W}$$

- หลอดไฟจะใช้กำลังไฟฟ้า = 80 วัตต์ (W)

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 29
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง	

2) หลอดไฟฟ้าขนาด 100 W ต่ออยู่ในวงจรไฟฟ้าที่มีแรงดัน 24 V หลอดไฟฟ้าหลอดนี้จะกินกระแสไฟฟ้าเท่าใดและมีค่าความต้านทานในตัวเท่าไร



วิธีทำ 1) หากกระแสไฟฟ้า จากสูตร $I = \frac{P}{E}$

เมื่อ $I = ?$

$P = 100W$

$E = 24V$

แทนค่าได้ $I = \frac{100W}{24V} = 4.17A$

2) หากความต้านทาน จากสูตร $R = \frac{E}{I}$

เมื่อ $R = ?$


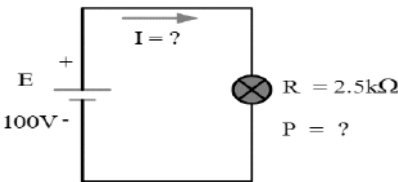
$I = 4.17A$


$E = 24V$


แทนค่าได้ $R = \frac{24V}{4.17A} = 5.76\Omega$

∴ หลอดไฟจะกินกระแสไฟฟ้า = 80 วัตต์

∴ หลอดไฟจะกินกระแสไฟฟ้า = 80 วัตต์ (w) และมีความต้านทานในตัว = 5.76 Ω

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 30
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง	
<p>3) จ่ายแรงดัน 100 V ให้กับตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทาน 2.5 kΩ จงหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลในวงจร และค่าทนกำลังของตัวต้านทานนี้</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>วิธีทำ 1) หากกระแสไฟฟ้า จากสูตร $I = \frac{E}{R}$</p> <p>เมื่อ $I = ?$</p> <p>$E = 100V$</p> <p>$R = 2.5k\Omega = 2,500\Omega$</p> <p>แทนค่าได้ $I = \frac{100V}{2,500\Omega} = 0.04A = 40 \text{ mA}$</p> <p>2) หากำลังไฟฟ้า จากสูตร $P = EI$</p> <p>เมื่อ $P = ?$</p> <p>$E = 100V$</p> <p>$I = 0.04A$</p> <p>แทนค่าได้ $P = 100V \times 0.04A = 4W$</p> <p>3) หรือหากำลังไฟฟ้า จากสูตร $P = \frac{E^2}{R}$</p> <p>เมื่อ $P = ?$</p> <p>$E = 100V$</p> <p>$R = 2.5k\Omega = 2,500\Omega$</p> <p>แทนค่าได้ $P = \frac{(100)^2}{2,500\Omega} = \frac{10,000V}{2,500\Omega} = 4W$</p> <p>∴ ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร = 0.04 A หรือ 40 mA และทนกำลังไฟฟ้าได้ = 4 W</p>				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 31																					
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก																							
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ																							
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง																						
<p>4) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตัวหนึ่งบอกขนาดไว้ 4 hp, 150 V มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ตัวนี้จะใช้กระแสไฟฟ้าเท่าไรขณะทำงาน</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">วิธีทำ</td> <td style="width: 20%;">มอเตอร์</td> <td style="width: 60%;">1hp = 746W</td> </tr> <tr> <td></td> <td>มอเตอร์</td> <td>4hp = 746W x 4 = 2,984W</td> </tr> <tr> <td></td> <td>จากสูตร</td> <td>$I = \frac{E}{P}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>เมื่อ</td> <td>$I = ?$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$P = 2,984W$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$E = 150V$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>แทนค่าได้</td> <td>$I = \frac{150V}{2,984W} = 0.05A$</td> </tr> </table> <p>∴ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตัวนี้ จะใช้กระแสไฟฟ้าขณะทำงาน 0.05 A</p>					วิธีทำ	มอเตอร์	1hp = 746W		มอเตอร์	4hp = 746W x 4 = 2,984W		จากสูตร	$I = \frac{E}{P}$		เมื่อ	$I = ?$			$P = 2,984W$			$E = 150V$		แทนค่าได้	$I = \frac{150V}{2,984W} = 0.05A$
วิธีทำ	มอเตอร์	1hp = 746W																							
	มอเตอร์	4hp = 746W x 4 = 2,984W																							
	จากสูตร	$I = \frac{E}{P}$																							
	เมื่อ	$I = ?$																							
		$P = 2,984W$																							
		$E = 150V$																							
	แทนค่าได้	$I = \frac{150V}{2,984W} = 0.05A$																							

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 32
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

3.พลังงานไฟฟ้า

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy ; W) คือ พลังงานที่ต้องการสำหรับการเคลื่อนย้ายประจุไฟฟ้าจำนวน 1 คูลอมบ์ (C) ผ่านที่ที่มีความต่างศักย์ทางไฟฟ้า 1 โวลต์ (V) อีกความหมายหนึ่ง คือ พลังงานที่ทำให้ได้ กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ (W) ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 1 วินาที (s) ซึ่งพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็น จูล (J) เขียนสมการได้ ดังนี้

$$W = Pt$$

เมื่อ	W = พลังงานไฟฟ้า	หน่วย จูล (J)
	P = กำลังไฟฟ้า	หน่วย วัตต์ (W)
	t = เวลา	หน่วย วินาที (s)

ไฟฟ้าที่ใช้กันในชีวิตประจำวัน ค่าพลังงานไฟฟ้าไม่ได้คิดออกมาเป็นจูล แต่จะคิดออกมาเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง หน่วยนี้ไม่จัดเป็นหน่วยในระบบ SI แต่มีความสัมพันธ์กับหน่วยระบบ SI คือ


$$W (\text{kWh}) = P (\text{kW}) \times t (\text{h})$$


3.2 ตัวอย่างการคำนวณ

1) หลอดไฟฟ้าขนาด 60 วัตต์ จำนวน 3 หลอด เป็นเวลา 40 นาที จะใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่าใด

คิดค่าพลังงานไฟฟ้าในหน่วยของ J และ kJ

หาพลังงานไฟฟ้าจากสูตร	W = Pt
	W = ?
	P = 60 × 3 = 180 W
	t = 60 × 40 = 2,400 s
แทนค่า	W = 180 × 2,400 = 432,000 J หรือ 432 kJ
∴ ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด = 432 kJ	

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 33
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง
<p> <u>คิดค่าพลังงานไฟฟ้าในหน่วยของ กิโลวัตต์-ชั่วโมง</u> หาพลังงานไฟฟ้าจากสูตร $W = Pt$ $W = ?$ $P = 60 \times 3 = 180 \text{ W}$ $t = 40 \text{ นาที}$ เปลี่ยนหน่วยของ P จากหน่วย วัตต์ (w) เป็น กิโลวัตต์ (kw) โดยการหารด้วย 1,000 จะได้ $P = \frac{180}{1,000}$ $P = 0.18 \text{ kW}$ เปลี่ยนหน่วยของ t จากหน่วย วินาที (s) เป็น ชั่วโมง (h) โดยการหารด้วย 60 จะได้ $t = \frac{40}{60}$ $t = 0.67 \text{ h}$ แทนค่า $W = 0.18 \times 0.67 = 0.12 \text{ kWh}$ ∴ ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด = 0.12 kWh </p> <p> 3.2.1 สูตรในการคำนวณ การคำนวณค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน เป็นการคำนวณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ถูกเปิดใช้งานภายในระยะเวลา 1 เดือน โดยคำนวณการใช้งานจากจำนวนวัตต์ ซึ่งจะถูกระบุไว้บนป้ายที่ติดอยู่กับเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือคู่มือของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ๆ สำหรับสูตรในการคำนวณ มีดังนี้ </p> $\frac{\text{กำลังไฟฟ้า (วัตต์) ชนิดนั้น ๆ} \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานใน 1 วัน}}{1,000} = \text{จำนวนหน่วยหรือยูนิท}$ <p> 3.1.1 อัตราค่าไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย ในการคำนวณค่าไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยนั้น จะมีอัตราการคิดค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกัน </p>				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 34
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

ตามหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ โดยลักษณะการใช้งานของผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) การใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือนมีอัตราดังต่อไปนี้ (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)


การใช้ไฟฟ้า (หน่วย)	อัตราค่าไฟฟ้าหน่วยละ(บาท)
หน่วยที่ 1-5 (5 หน่วยแรก)	4.96
หน่วยที่ 6-15 (10 หน่วยต่อไป)	0.7124
หน่วยที่ 16-25 (10 หน่วยต่อไป)	0.8993
หน่วยที่ 26-35 (10 หน่วยต่อไป)	1.1516
หน่วยที่ 36-100 (65 หน่วยต่อไป)	1.5348
หน่วยที่ 101-150 (50 หน่วยต่อไป)	1.6282
หน่วยที่ 151-400 (250 หน่วยต่อไป)	2.1329
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	2.4226

2) การใช้ไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือนมีอัตราดังต่อไปนี้ (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)

การใช้ไฟฟ้า (หน่วย)	อัตราค่าไฟฟ้าหน่วยละ(บาท)
หน่วยที่ 1-35 (35 หน่วยแรก)	85.21
หน่วยที่ 36-150 (115 หน่วยต่อไป)	1.1236
หน่วยที่ 151-400 (250 หน่วยต่อไป)	2.1329
หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป (เกินกว่า 400 หน่วย)	2.4226

2.3.3 ค่า Ft (Energy Adjustment charge)

ค่า Ft หรือ ค่าการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ คือ ตัวประกอบที่ใช้ในการปรับอัตรา
ค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ มีค่าเป็นสตางค์ต่อหน่วย ใช้สำหรับปรับค่าไฟฟ้าขึ้นลงในแต่ละเดือน โดยนำไปคูณกับ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 35
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

หน่วยการใช้ประจำเดือน ซึ่งค่า Ft ดังกล่าวอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ โดยสามารถตรวจสอบได้จาก
 ใบเสร็จรับเงิน/ใบกำกับภาษีค่าไฟฟ้าประจำเดือนนั้น ๆ

2.3.4 ตัวอย่างการคำนวณ

บ้านหลังหนึ่งมีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมด 6 ชนิด ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2541 โดย
 เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้ มีจำนวนวัตต์ระบุไว้บนป้ายที่ติดอยู่กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนี้

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวนวัตต์	หมายเหตุ
หลอดไฟฟ้า	40	รวมบัลลาสต์อีก 10 วัตต์
หม้อหุงข้าว	600	-
ตู้เย็น	125	-
เครื่องปรับอากาศ	2,000	-
เครื่องปรับอากาศ	1,300	-
เตารีด	800	-

วิธีทำ

1. มีหลอดไฟฟ้าขนาด 40 วัตต์ (รวมบัลลาสต์ 10 วัตต์ เป็น 50 วัตต์) จำนวน 10
 ดวง เปิดใช้ประมาณวันละ 6 ชั่วโมง จะใช้ไฟฟ้าวันละ


$$\frac{50 \times 10 \times 6}{1000} = 3 \text{ หน่วย หรือประมาณเดือนละ } (30 \times 3) = 90 \text{ หน่วย}$$


2. หม้อหุงข้าว ขนาด 600 วัตต์ จำนวน 1 ใบ เปิดใช้ประมาณวันละ 30 นาที จะใช้
 ไฟฟ้าวันละ


$$\frac{600 \times 1 \times 0.5}{1000} = 0.3 \text{ หน่วย หรือประมาณเดือนละ } (30 \times 0.3) = 9 \text{ หน่วย}$$

3. ตู้เย็น ขนาด 125 วัตต์ จำนวน 1 ตู้ เปิดตลอด 24 ชั่วโมง สมมติ
 คอมเพรสเซอร์ทำงาน 8 ชั่วโมง จะใช้ไฟฟ้าวันละ

$$\frac{125 \times 1 \times 8}{1000} = 1 \text{ หน่วย หรือประมาณเดือนละ } (30 \times 1) = 30 \text{ หน่วย}$$

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 36																		
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก																				
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ																					
	งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง																				
<p>1. เครื่องปรับอากาศ ขนาด 2,000 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง เปิดวันละ 12 ชั่วโมง สมมติคอมเพรสเซอร์ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง จะใช้ไฟฟ้าวันละ</p> $\frac{2000 \times 1 \times 8}{1000} = 16 \text{ หน่วย หรือ ประมาณเดือนละ } (30 \times 16) = 480 \text{ หน่วย}$ <p>2. เครื่องปรับอากาศ ขนาด 1,300 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง เปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง สมมติคอมเพรสเซอร์ทำงานวันละ 5 ชั่วโมง จะใช้ไฟฟ้าวันละ</p> $\frac{1300 \times 1 \times 5}{1000} = 6.5 \text{ หน่วย หรือ ประมาณวันละ } (30 \times 6.5) = 195 \text{ หน่วย}$ <p>3. เตารีดไฟฟ้า ขนาด 800 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง เปิดวันละ 1 ชั่วโมง จะใช้ไฟฟ้าวันละ</p> $\frac{800 \times 1 \times 1}{1000} = 0.8 \text{ หน่วย หรือประมาณเดือนละ } (30 \times 0.8) = 24 \text{ หน่วย}$ <p>ดังนั้น ใน 1 เดือน ใช้ไฟฟ้าไปทั้งหมดประมาณ 828 หน่วย จากนั้นคำนวณค่าไฟฟ้าของตามอัตราค่าไฟฟ้า ดังนี้</p>																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>หน่วยการใช้ไฟฟ้า</th> <th>จำนวนตามหน่วยการใช้ไฟฟ้า (บาท)</th> <th>จำนวนเงิน (บาท)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>35 หน่วยแรก</td> <td></td> <td>85.21</td> </tr> <tr> <td>115 หน่วยต่อไป</td> <td>115 x 1.1236 บาท</td> <td>129.21</td> </tr> <tr> <td>250 หน่วยต่อไป</td> <td>250 x 2.1329 บาท</td> <td>533.22</td> </tr> <tr> <td>ส่วนที่เกินกว่า 400 หน่วย</td> <td>828-400 = 428 x 2.4226 บาท</td> <td>1,036.87</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">รวมเป็นเงิน</td> <td>1,784.51</td> </tr> </tbody> </table>					หน่วยการใช้ไฟฟ้า	จำนวนตามหน่วยการใช้ไฟฟ้า (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	35 หน่วยแรก		85.21	115 หน่วยต่อไป	115 x 1.1236 บาท	129.21	250 หน่วยต่อไป	250 x 2.1329 บาท	533.22	ส่วนที่เกินกว่า 400 หน่วย	828-400 = 428 x 2.4226 บาท	1,036.87	รวมเป็นเงิน		1,784.51
หน่วยการใช้ไฟฟ้า	จำนวนตามหน่วยการใช้ไฟฟ้า (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)																				
35 หน่วยแรก		85.21																				
115 หน่วยต่อไป	115 x 1.1236 บาท	129.21																				
250 หน่วยต่อไป	250 x 2.1329 บาท	533.22																				
ส่วนที่เกินกว่า 400 หน่วย	828-400 = 428 x 2.4226 บาท	1,036.87																				
รวมเป็นเงิน		1,784.51																				
<p>เมื่อทราบจำนวนเงินตามหน่วยการใช้ทั้งหมดแล้ว ให้นำจำนวนเงินดังกล่าวมาคิดค่า Ft และภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%) โดยใช้ตัวอย่างค่า Ft ของเดือนมิถุนายน 2541 หน่วยละ 5.45 สตางค์ ($\frac{5.45}{100} = 0.0545$ บาท)</p> <p>จากการคำนวณข้างต้นหน่วยการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด = 828 หน่วย</p> <p>คิดค่า Ft (หน่วยละ 0.0545 บาท) = 828 x 0.0545 = 45.126 บาท</p>																						

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 37
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง	
		$= 1,784.51 + 45.126 = 1,829.64 \text{ บาท}$		
คิดภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%)		$= 1,829.64 \times 0.07 = 128.03 \text{ บาท}$		
รวมเป็นเงิน		$= 1,829.64 + 128.03 = 1,957.67 \text{ บาท}$		
ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ		$= 1,829.64 + 128.03 = 1,957.67 \text{ บาท}$		
<p>∴ ค่าไฟฟ้าที่ต้องชำระในเดือนมิถุนายน 2541 คือ 1,957.65 บาท</p>				
<p>หมายเหตุ ในกรณีที่คำนวณค่าไฟฟ้าแล้วเศษสตางค์ที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่า 12.50 สตางค์ กปน. จะการปัดเศษลงให้เต็มจำนวน ทุก ๆ 25 สตางค์ และถ้าเศษสตางค์มีค่าเท่ากับ หรือมากกว่า 12.5 สตางค์ กปน. จะปัดเศษขึ้นให้เต็มจำนวนทุก ๆ 25 สตางค์</p>				

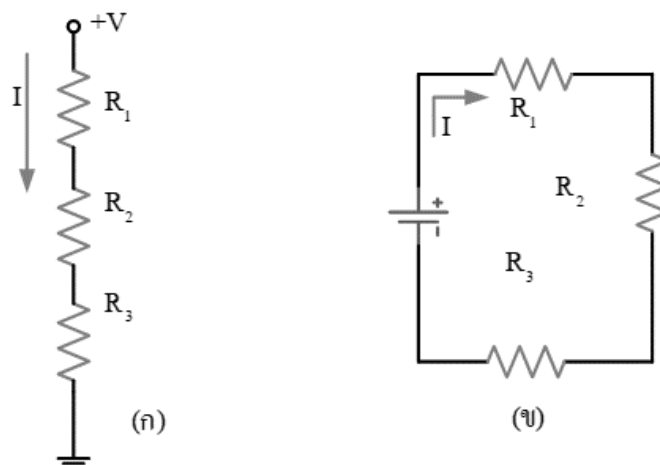
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 38
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 2		

a. การคำนวณเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

การคำนวณเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นมีองค์ประกอบที่สำคัญจากวงจรไฟฟ้าอย่างน้อย 3 อย่าง คือ แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ตัวนำไฟฟ้า (Conductor) และภาระทางไฟฟ้าหรือโหลด (Load)

4.1 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

วงจรอนุกรม คือ วงจรที่อุปกรณ์ต่าง ๆ เรียงต่อกันไปเรื่อย ๆ โดยปลายด้านหนึ่งของอุปกรณ์ตัวแรกต่อกับปลายด้านหนึ่งของอุปกรณ์ตัวถัดไปเรื่อย ๆ จนเป็นลูปโซ่ ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

4.1.1 คุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

- 1) ค่าความต้านทานรวมทั้งหมด (R_T) มีค่าเท่ากับค่าความต้านทานย่อยของแต่ละตัวบวกกัน

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$


- 1) กระแสไฟฟ้า (I_T) ที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัวเท่ากัน และเท่ากับค่ากระแสไฟฟ้ารวมของวงจร

$$I_T = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3} = \dots = I_{Rn}$$

ดังนั้น กระแสไฟฟ้ารวม

$$I_T = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{E}{R_T}$$

- 2) แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะแตกต่างกัน ค่าความต้านทานมากเกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมมาก ค่าความต้านทานน้อยเกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมน้อย ผลรวมของแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวรวมกันเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 39
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

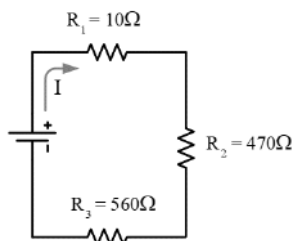
2) ดังนั้น แรงดันแหล่งจ่าย $E = E_{R_1} + E_{R_2} + E_{R_3}$

3) กำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทานแต่ละตัวในวงจรเท่ากับแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวคูณกับกระแสที่ไหลผ่านวงจร (เช่น $P_{R_1} = E_{R_1} \times I$) แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมน้อยกำลังไฟฟ้าเกิดน้อยแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมมากกำลังไฟฟ้าเกิดมาก ผลรวมกำลังไฟฟ้าของตัวต้านทานแต่ละตัวรวมกันเท่ากับกำลังไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร

ดังนั้น กำลังไฟฟ้า $P_T = P_1 + P_2 + P_3$

4.1.2 ตัวอย่างการคำนวณ

1) เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 V เข้าสู่จากวงจรไฟฟ้าดังภาพ จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวมในวงจร กระแสไฟฟ้ารวมในวงจร และแรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทานแต่ละตัว มีค่าเป็นเท่าไร



วิธีทำ

1) ความต้านทานรวม $R_T = R_1 + R_2 + R_3$

$$R_T = 10\Omega + 470\Omega + 560\Omega$$

$$R_T = 1,040\Omega = 1.04k\Omega$$

2) ค่ากระแสไฟฟ้ารวม $I_T = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3}$

$$= \frac{12V}{1,040\Omega}$$


$$I_T = 0.01154A = 11.54 \text{ mA}$$

3) แรงดันตกคร่อม R_1 หากจากสมการ $E = IR$ จะได้

$$E_{R_1} = IR_1$$

$$E_{R_1} = 11.54\text{mA} \times 10\Omega$$

$$= 115.40\text{mV} = 0.115V$$

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 40
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ			เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 2			

4) แรงดันตกคร่อม R_2 หาจากสมการ $E = IR$ จะได้

$$E_{R_2} = IR_2$$

$$E_{R_2} = 11.54\text{mA} \times 470\Omega$$

$$= 5.42\text{V}$$

5) แรงดันตกคร่อม R_3 หาจากสมการ $E = IR$ จะได้

$$E_{R_3} = IR_3$$

$$E_{R_3} = 11.54\text{mA} \times 560\Omega$$

$$= 6.46\text{V}$$

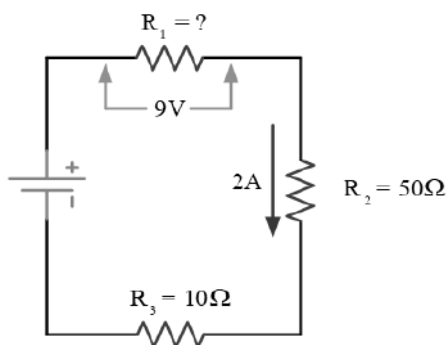
6) แหล่งจ่าย


$$E = E_{R_1} + E_{R_2} + E_{R_3}$$

$$E = 0.115\text{V} + 5.42\text{V} + 6.46\text{V}$$

$$= 12\text{V}$$

2) จากภาพวงจรไฟฟ้าที่กำหนดให้ จงหาแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากแบตเตอรี่ E มีค่าเป็นเท่าไร



	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 41
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 2		

วิธีทำ

จากโจทย์ที่ให้มาวิเคราะห์ได้ว่า

กระแสไฟฟ้ารวมในวงจรมีค่าเท่ากับ 2 แอมแปร์ R_1 ไม่ทราบค่าแต่มี

แรงดันไฟฟ้า 9 โวลต์ตกคร่อม R_1

$$1. \text{ หาค่าความต้านทาน } R_1 \text{ จากสมการ } V_{R_1} = IR_1 \text{ จะได้ } R_1 = \frac{V_{R_1}}{I}$$

$$R_1 = \frac{9V}{2A} = 4.5\Omega$$

$$2. \text{ หาค่าความต้านทานรวม } R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

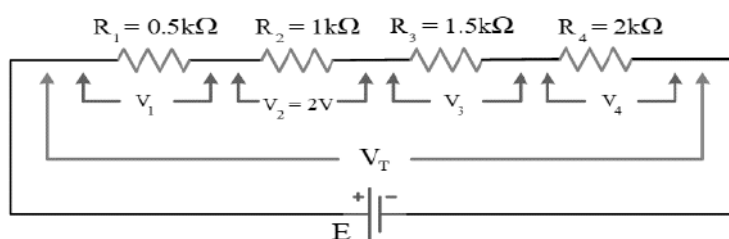
$$R_T = 4.5\Omega + 50\Omega + 10\Omega = 64.5\Omega$$


$$3. \text{ แห่่งจ่าย } E_T = IR_T$$

$$= 2A \times 64.5\Omega$$

$$E = 129V$$

3) ความต้านทาน 4 ตัวต่อกันแบบอนุกรม และต่อเข้ากับแบตเตอรี่ตัวหนึ่งดังภาพ โดยความต้านทานแต่ละตัวมีค่าดังนี้ คือ $0.5\text{ k}\Omega$, $1\text{ k}\Omega$, $1.5\text{ k}\Omega$ และ $2\text{ k}\Omega$ ถ้าระหว่างขั้วของความต้านทาน $1\text{ k}\Omega$ มีค่าความต่างศักย์เกิดขึ้นเท่ากับ $2V$ จงคำนวณหาค่ากระแสที่ไหลในวงจร (I) และแรงดันของแบตเตอรี่ (E)



	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 42
		หน่วยงานฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 2		

วิธีทำ $I = \frac{V_2}{R_2} = \frac{2V}{1k\Omega} = 2mA$

$$V_{R1} = IR_1 = 2mA \times 0.5k\Omega = 1V$$

$$V_{R2} = 2V \text{ (โจทย์กำหนดให้)}$$

$$V_{R3} = IR_3 = 2mA \times 1.5k\Omega = 3V$$

$$V_{R4} = IR_4 = 2mA \times 2k\Omega = 4V$$

$$V_T = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + V_{R4} = 1V + 2V + 3V + 4V = 10V$$

$$E = V_T = 10V$$

4) จากภาพวงจรไฟฟ้าที่กำหนดให้ จงหาค่าของ R_1, R_2, V_2, V_3, V_4

วิธีทำ $R_1 = \frac{V_1}{I} = \frac{3V}{0.5mA} = 6k\Omega$

$$V_4 = IR_4 = 0.5mA \times 10k\Omega = 5V$$

$$V_3 = IR_3 = 0.5mA \times 5k\Omega = 2.5V$$

$$V_2 = E - V_1 - V_3 - V_4 = 50V - 3V - 2.5V - 5V = 39.5V$$

$$R_2 = \frac{V_2}{I} = \frac{39.5V}{0.5mA} = 79k\Omega$$


- เมื่อนำ R มาต่อขนานกับแหล่งไฟฟ้า พบว่าแรงดันที่ตกคร่อม R แต่ละตัวมีค่าเท่ากัน คือ เท่ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า นั่นคือ

- กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R แต่ละตัว หาได้จากอัตราส่วนระหว่างจ่ายแรงดันไฟฟ้าต่อค่าความต้านทาน นั่นคือ $I_{R1} = \frac{E}{R_1}, I_{R2} = \frac{E}{R_2}$

- แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R แต่ละตัวมีค่าเท่ากับกระแสที่ไหลผ่าน R นั้น ๆ เช่น กระแสไหลผ่าน R_1 เท่ากับ 10 มิลลิแอมป์ โดยค่าของ R_1 เท่ากับ 1 k Ω นั้นหมายความว่า แรงดันที่ตกคร่อม R_1 จึงมีค่าเท่ากับ 10 mA \times 1 k Ω มีค่าเท่ากับ 10 โวลต์ สรุปว่า E_1 (แรงดันตกคร่อม R_1) เท่ากับ $= I_1 \times R_1$ นั่นเอง

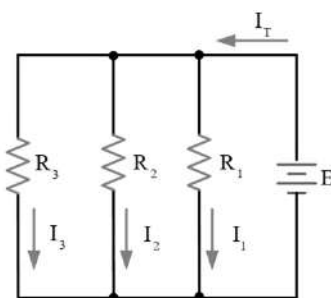
- ค่ากำลังไฟฟ้า R แต่ละตัว หาได้จากปริมาณกระแสคูณกับแรงดันนั้น คือ

$$P_1 \text{ (กำลังไฟฟ้าของ } R_1) = I_1 \text{ (กระแสไหลผ่าน } R_1) \times E_1 \text{ (แรงดันแหล่งจ่าย)}$$

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 43
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 2		

4.1 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน

วงจรไฟฟ้าแบบขนาน คือ การต่อสายไฟฟ้าจากทั้งขั้วบวกและขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟ แล้วจึงต่อสายย่อยออกมาเป็นคู่ ๆ เพื่อต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า นิยมใช้กับการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านเรือน



ภาพที่ 3.9 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน

4.1.1 คุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

1) กระแสที่ไหลผ่าน R แต่ละตัวถูกแยกอิสระออกจากกัน โดยกระแส I_1 ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 กระแส I_2 ผ่าน R_2 และกระแส I_3 ไหลผ่าน R_3 กระแสที่ไหลผ่าน R จะแปรผกผันกับค่าความต้านทาน กระแสที่ไหลผ่าน R ได้มาก แสดงว่า R มีค่าความต้านทานน้อย และกระแสจะไหลผ่าน R ได้น้อย แสดงว่าความต้านทานตัวนั้นมีค่าสูง

2) แรงดันตกคร่อม ตัวต้านทานแต่ละตัวที่ต่อขนานกัน จะมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากัน นั่นคือ

$$E_T = E_{R_1} = E_{R_2} = E_{R_3}$$

3) กระแสที่ไหลผ่าน R แต่ละตัว เมื่อนำมารวมกันแล้วจะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้ารวมของวงจร นั่นคือ


$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

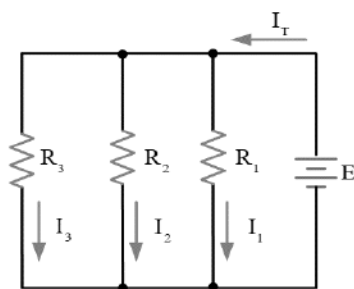
4) กระแสที่ไหลผ่าน R แต่ละตัวนั้นมีค่าเท่ากับอัตราส่วนของแหล่งจ่ายต่อค่าความต้านทานนั้น ๆ เช่น

$$I_1 = \frac{E}{R_1}, I_2 = \frac{E}{R_2} \text{ และ } I_3 = \frac{E}{R_3}$$

4.1.2 ตัวอย่างการคำนวณ

1) จากภาพกำหนดให้แหล่งจ่ายมีค่า 20 V , $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 470 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 560 \text{ k}\Omega$ จงหากระแสที่ไหลผ่าน R แต่ละตัว กระแสไฟฟ้ารวม และค่าความต้านทานรวมของวงจรมีค่าเป็นเท่าไร

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 44
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 2		



วิธีทำ

1) กระแสไฟฟ้า $I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{20V}{1k\Omega} = 20mA$

2) กระแสไฟฟ้า $I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{20V}{470k\Omega} = 0.04mA$

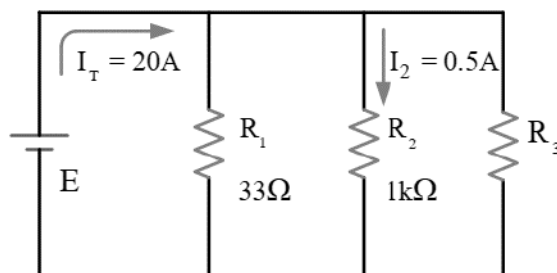
3) กระแสไฟฟ้า $I_3 = \frac{E}{R_3} = \frac{20V}{560k\Omega} = 0.04mA$


4) กระแสไฟฟ้ารวม $I_T = 20mA + 0.04mA + 0.04mA$

$$I_T = 20.08 \text{ mA}$$

5) ความต้านทานรวม $R_T = \frac{E}{I_T} = \frac{20}{20.08mA} = 1k\Omega$

2) จากภาพวงจรไฟฟ้าที่กำหนดให้ จงหาค่าแหล่งจ่าย E และ R_3



	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 45
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 2		

วิธีทำ

1) แหล่งจ่าย E = แรงดันตกคร่อม R_2 (E_{R_2})

$$E_{R_2} = I_2 \times R_2$$

$$= (0.5A)(1k\Omega)$$

$$= 500 \text{ V}$$

2) กระแสที่ไหลผ่าน R_1 คือ I_1

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{500V}{33\Omega} = 15.15 \text{ A}$$

3) กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_3

$$I_3 = I_T - (I_1 + I_2)$$

$$I_3 = 20A - (15.15A + 0.5A)$$

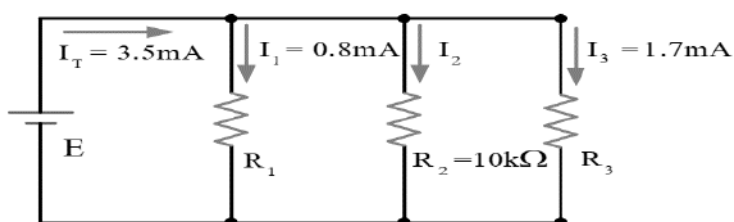
$$I_3 = 4.35A$$


4) ความต้านทาน R_3

$$R_3 = \frac{E}{I_3} = \frac{500V}{4.35A}$$

$$R_3 = 114.94 \Omega$$

3) จากภาพวงจรไฟฟ้าที่กำหนดให้ จงหาค่าของ I_2 , E, R_1 , R_3



	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 46
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 2		

วิธีทำ

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_2 = I_T - I_1 - I_3$$

$$= 3.5\text{mA} - 0.8\text{mA} - 1.7\text{mA} = 1\text{mA}$$

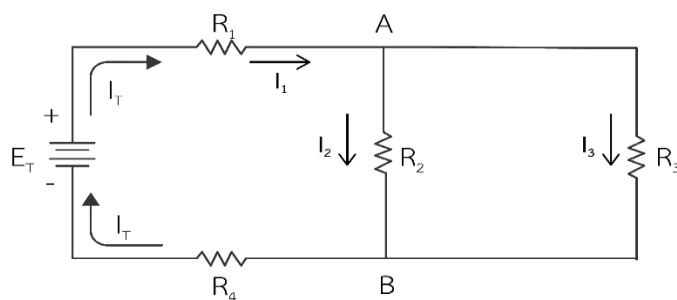
$$E = I_2 R_2 = 1\text{mA} \times 10\text{k}\Omega = 10\text{V}$$

$$R_1 = \frac{E}{I_1} = \frac{10\text{V}}{0.8\text{mA}} = 12.5\text{k}\Omega$$

$$R_3 = \frac{E}{I_3} = \frac{10\text{V}}{1.7\text{mA}} = 5.88\text{k}\Omega$$

4.1 วงจรไฟฟ้าแบบผสม

วงจรไฟฟ้าแบบผสม เป็นวงจรไฟฟ้าที่เกิดจากการรวมกันของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมกับวงจรไฟฟ้าแบบขนาน โดยมีรูปแบบที่ไม่แน่นอน ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 วงจรไฟฟ้าแบบผสม

จากภาพตัวอย่าง สามารถหาค่าได้ ดังนี้

1) หาค่า R รวม


$$R_T = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_4$$

2) หาค่า E รวม

$$E_T = E_{R1} + E_{AB} + E_{R4}$$

3) หาค่า I รวม

$$I_T = \frac{E_T}{R_T}$$

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 47
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 2		

1) หาค่า I_1
$$I_1 = \frac{E_{R1}}{R_1}$$

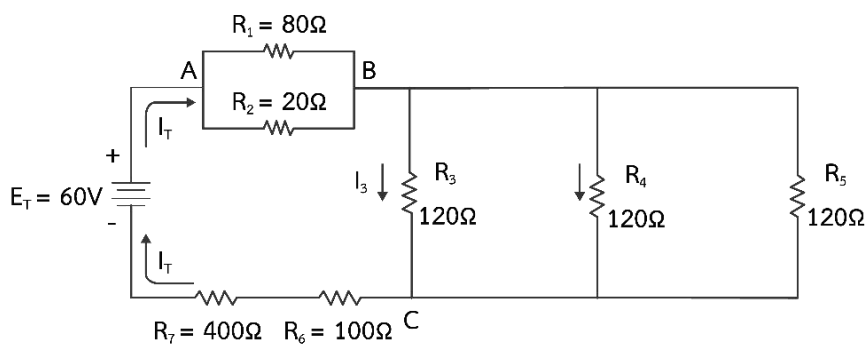
2) หาค่า I_2
$$I_2 = \frac{E_{AB}}{R_2}$$

3) หาค่า I_3
$$I_3 = \frac{E_{AB}}{R_3}$$

4) หาค่า I_4
$$I_T = E_{R4}$$

ตัวอย่าง

จงหาค่าความต้านทาน ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของวงจรต่อไปนี้



วิธีทำ

หาค่าความต้านทานรวมที่จุด AB

$$R_{AB} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{80\Omega \times 20\Omega}{80\Omega + 20\Omega}$$


$$\therefore R_{AB} = 16\Omega$$

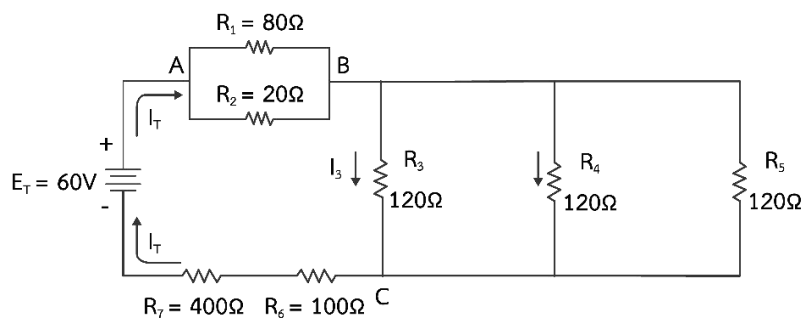
หาค่าความต้านทานรวมที่จุด BC

$$R_{BC} = \frac{\text{ค่าความต้านทาน 1 ตัว}}{\text{จำนวนตัวต้านทานที่ต่อขนาน}}$$

$$R_{BC} = \frac{120\Omega}{3}$$

$$R_{BC} = 40\Omega$$

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 48
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง



หาค่าความต้านทานรวมทั้งวงจร

$$R_T = R_{AB} + R_{BC} + R_6 + R_7$$

$$= 16 \Omega + 40 \Omega + 100 \Omega + 400 \Omega$$

$$\therefore R_T = 556 \Omega$$

หาค่ากระแสรวมในวงจร

$$I_T = \frac{E_T}{R_T} = \frac{60}{556}$$

$$\therefore I_T = 107.9 \text{ mA}$$

หาค่าแรงดันตกคร่อม

$$E_{AB} = I_T R_{AB} = 107.9 \times 10^{-3} \text{ A} \times 16 \Omega$$

$$\therefore E_{AB} = 1.73 \text{ V}$$

$$E_{BC} = I_T R_{BC} = 107.9 \times 10^{-3} \text{ A} \times 40 \Omega$$


$$\therefore E_{BC} = 4.32 \text{ V}$$








$$E_{R_6} = I_T R_6 = 107.9 \times 10^{-3} \text{ A} \times 100 \Omega$$

$$\therefore E_{R_6} = 10.79 \text{ V}$$











$$E_{R_7} = I_T R_7 = 107.9 \times 10^{-3} \text{ A} \times 400 \Omega$$

$$\therefore E_{R_7} = 43.16 \text{ V}$$

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 49
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า			ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1		
19)ทางปลาแบบแฉกหุ้มฉนวน ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร		จำนวน 2 ชิ้น		
20) ทางปลาแบบเหลี่ยมหุ้มฉนวน ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร		จำนวน 2 ชิ้น		
ชนิดของสายไฟ				
เนื่องจากสายไฟฟ้าเป็นสื่อกลางในการนำเอากำลังไฟฟ้าจากแหล่งต้นกำลังไปยังสถานที่ต่าง ๆ ที่ต้องการใช้ ไฟฟ้าไปติดตั้งใช้งาน ดังนั้น การไฟฟ้านครหลวงจึงแนะนำการเลือกใช้สายไฟฟ้าอย่างเหมาะสม ดังต่อไปนี้				
1) ใช้เฉพาะสายไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซึ่งมี เครื่องหมาย มอก.11-2553 เท่านั้น				
2) สายไฟฟ้าชนิดที่ใช้เดินภายในอาคารห้ามนำไปใช้เดินนอกอาคาร เนื่องจากแสงแดดจะทำให้ ฉนวนแตกกรอบชำรุด ดังนั้น สายไฟชนิดที่ใช้เดินนอกอาคารจึงมักจะมีการเติมสารป้องกันแสงแดดไว้ในเปลือก หรือฉนวนของสาย สารป้องกันแสงแดดส่วนใหญ่ที่ใช้กันโดยมากนั้นจะเป็นสีดำ แต่อาจจะเป็นสีอื่นก็ได้ การ เดินร้อยในท่อก็มีส่วนช่วยป้องกันฉนวนของสายจากแสงแดดได้ในระดับหนึ่ง				
3) เลือกใช้ชนิดของสายไฟให้เหมาะสมกับสภาพการติดตั้งใช้งาน เช่น สายไฟชนิดอ่อนห้ามนำ ไปใช้เดินยึดติดกับผนังหรือลากผ่านบริเวณที่มีการกดทับสาย เช่น ลอดผ่านบานพับประตู หน้าต่าง หรือตู้ เป็นต้น เนื่องจากฉนวนของสายไม่สามารถรับแรงกดกระแทกจากอุปกรณ์จับยึดสายหรือบานพับได้ ดังนั้น การ เดินสายใต้ดินจึงต้องใช้สายชนิดที่เป็นสายใต้ดิน (เช่น สายชนิด NYY) พร้อมทั้งมีการเดินร้อยในท่อเพื่อป้องกัน สายใต้ดินไม่ให้เสียหาย เป็นต้น				
4) เลือกขนาดของสายไฟฟ้าให้เหมาะสม คือ ต้องใช้สายตัวนำทองแดงและเลือกให้เหมาะสมกับ ขนาดแรงดันไฟฟ้า (1 เฟส หรือ 3 เฟส) ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้งาน และสอดคล้องกับขนาดของฟิวส์หรือ สวิตช์อัตโนมัติ (เบรกเกอร์) ที่ใช้ สำหรับขนาดสายเมนและสายต่อหลักดินนั้น ต้องสอดคล้องกับขนาดของ เมนสวิตช์และขนาดของเครื่องวัดฯ ด้วย				
ชนิดของสายไฟฟ้า				
สายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2531 เป็นตัวนำทองแดงที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ โดยแต่ละชนิดจะมีลักษณะที่ แตกต่างกัน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องพิจารณาเลือกใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสมตาม ตารางที่ 1.1 ซึ่งแสดง ลักษณะสายไฟตามมาตรฐาน มอก. 11-2531 และข้อกำหนดในการติดตั้ง โดยมีทั้งหมด 17 ชนิด ทั้งนี้ ชนิดที่ ได้รับความนิยมในการใช้งาน ได้แก่ VAF, VSF, THW, VCT และ NYY เป็นต้น				

	ใบข้อมูล		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 50
			หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า		หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
			งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	
ตารางที่ 1.1 ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าที่ผลิตตาม มอก. 11-2531 (อุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส)					
มอก. 11-2531 ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันไฟฟ้าที่ กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง	
1	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน แกนเดียว	IV HIV	300	- เดินลอยต้องยึดด้วยวัสดุฉนวน - เดินในช่องเดินสายในสถานที่แห้ง - ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง	
					
2	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน มี เปลือกนอกแกน เดี่ยว สายแบน 2 แกนและ สายแบน 3 แกน	VAF VAF-S	300	สายกลม - เดินลอย เดินเกาะผนัง เดินซ่อนในผนัง - เดินในช่องเดินสาย - ห้ามฝังดินโดยตรง - เดินร้อยท่อฝังดินได้แต่ต้องป้องกันไม่ให้ น้ำ เข้า ภายในท่อ และป้องกันไม่ให้สายแช่น้ำ สายแบน - เดินเกาะผนัง เดินซ่อนในผนัง - ห้ามเดินในช่องเดินสาย ยกเว้น รางเดินสาย - ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง	
					
					
3	สายไฟฟ้าหุ้ม ฉนวนมีเปลือก นอกหลายแกน	VVR	300	- ใช้งานทั่วไป - ห้ามฝังดินโดยตรง - เดินร้อยท่อฝังดินได้แต่ต้องป้องกันไม่ให้ น้ำ เข้า ภายในท่อ และป้องกันไม่ให้สายแช่น้ำ	

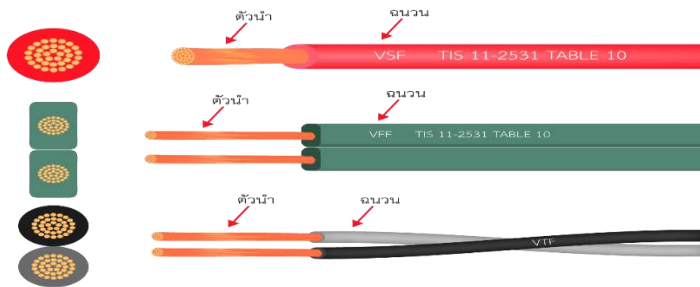
มอก. 11-2531 ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันไฟฟ้าที่ กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง	
				งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
		ใบข้อมูล		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า งานย่อยที่ 3	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า					
3					
4	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน แบบแกนเดี่ยว	THW	750	<ul style="list-style-type: none"> - เดินลอยต้องยึดด้วยวัสดุฉนวน - เดินในช่องเดินสายในสถานที่แห้ง - ห้ามฝังดินโดยตรง - เดินร้อยท่อฝังดินได้แต่ต้องป้องกันไม่ให้ น้ำเข้า ภายในท่อ และป้องกันไม่ให้สายแช่น้ำ 	
5	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมี เปลือกนอกแกนเดี่ยว และสายแบน 2 แกน	VVF VVF-S	750	<ul style="list-style-type: none"> - เหมือนสายในตารางที่ 2 	
6	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมี เปลือกนอกแกนเดี่ยว	IV	750	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้งานทั่วไป - เดินร้อยท่อฝังดิน - ฝังดินโดยตรง 	

มอก. 11-2531 ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันไฟฟ้าที่ กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง	
				งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
		ใบข้อมูล		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า งานย่อยที่ 3	
					
7	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมี เปลือกนอกหลายแกน	NYN	750	- ใช้งานทั่วไป - เดินร้อยท่อฝังดิน - ฝังดินโดยตรง	
	  				
8	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมี เปลือกนอก 3 แกน สายนิวทรัล	NYN-N	750	- ใช้งานทั่วไป - เดินร้อยท่อฝังดิน - ฝังดินโดยตรง	
	 				
9	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมี เปลือกนอก	VCT	750	- ใช้งานทั่วไป - เดินร้อยท่อฝังดิน	
					

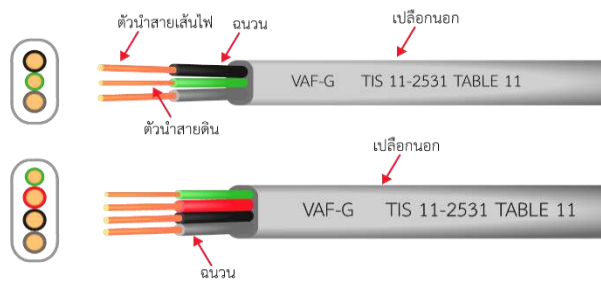
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 53
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
	งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

มอก. 11-2531 ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันไฟฟ้าที่ กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง
-----------------------------	------------	-----------	------------------------------------	------------------

10	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนและเป็นสายชนิดอ่อนตัวได้	VSF VFF VTF	300	- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหีบยกได้และใช้ต่อเข้าดวงโคม
----	--	-------------------	-----	--



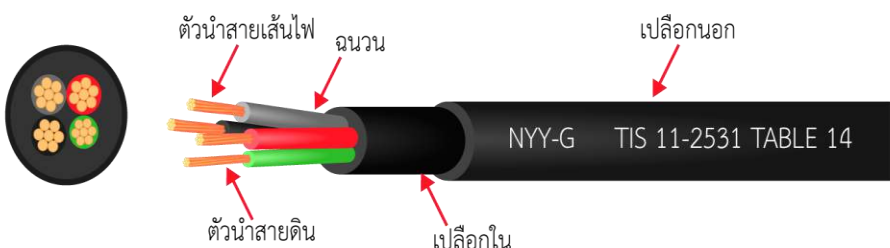
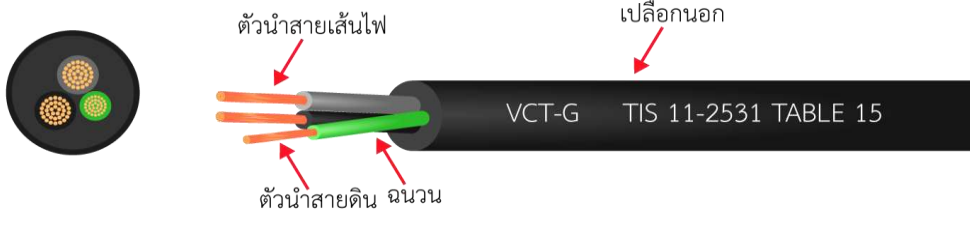



11	สายแบน 2 แกนและสายแบน 3 แกนมีสายดิน	B-GRD VAF-G	300	- เดินเกาะในผนัง เดินซ่อนในผนัง - ห้ามเดินในช่องเดินสาย ยกเว้น รางเดินสาย - ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
----	-------------------------------------	----------------	-----	---

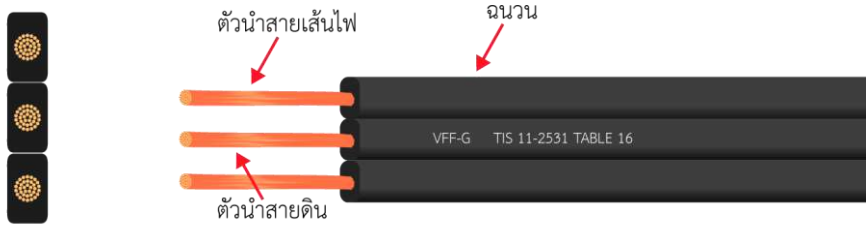
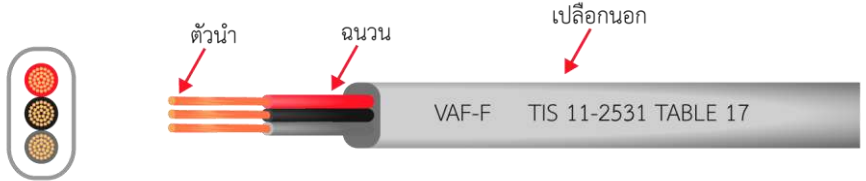



12	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกหลายแกน	VVR -GRD	300	- ใช้งานทั่วไป - ห้ามฝังดินโดยตรง
----	------------------------------------	----------	-----	--------------------------------------



	ใบข้อมูล		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 54
			หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า		หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า			เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
		งานย่อยที่ 3			
มอก. 11-2531 ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันไฟฟ้าที่ กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง	
13	สายแบน 2 แกน มีสายดิน	VVF-GRD	750	- เดินเกาะในผนัง เดินซ่อนในผนัง - ห้ามเดินในช่องเดินสาย ยกเว้น รางเดินสาย - ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง	
					
14	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน แบบมีเปลือกนอกหลาย แกนมีสายดิน	NYY-GRD	750	- ใช้งานทั่วไป - ฝังดินโดยตรง	
					
15	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมี เปลือกนอกมีสายดิน	VCT-GRD	750	- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า	
					

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 55
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	


มอก. 11-2531 ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันไฟฟ้าที่ กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง
16	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน	VFF-GRD	300	- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหีบยกได้ และใช้ต่อเข้าดวงโคม
				
17	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมี เปลือกนอกหลายแกน	VFF-F	300	- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป
				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 56
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

การเทียบเคียงสายไฟมาตรฐาน มอก. 11-2531 และ มอก.11-2553







การเทียบเคียงสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน มอก.11-2531 และ มอก.11-2553 โดยเทียบเคียงสีฉนวนและรหัสชนิดเคเบิลหรือชื่อเรียกบางชนิด ดังตารางต่อไปนี้


ตารางที่ 1.2 การเทียบเคียงสีฉนวนสายไฟฟ้า

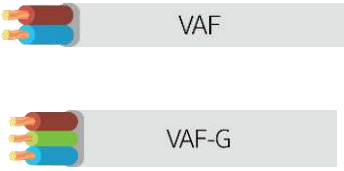
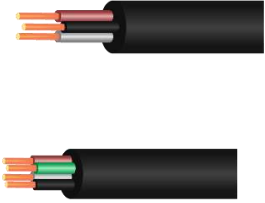
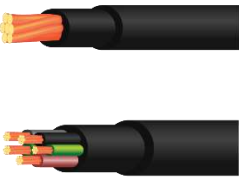
ชื่อสายไฟ	สีฉนวน		สีฉนวน	
	มอก.11-2531		มอก.11-2553	
L1		ดำ		น้ำตาล
L2		แดง		ดำ
L3		น้ำเงิน		เทา
N		เทา หรือ ขาว		ฟ้า
G		เขียวแถบ เหลือง		เขียวแถบเหลือง


สีฉนวน ตามมาตรฐาน มอก.11-2553

- 1 แกน : ไม่กำหนดสี
- 2 แกน : สีฟ้าและสีน้ำตาล
- 3 แกน : สีฟ้า สีน้ำตาล และสีเขียวแถบเหลือง หรือ สีน้ำตาล สีดำ และสีเทา
- 4 แกน : สีน้ำตาล สีดำ สีเทา และสีเขียวแถบเหลือง หรือ สีฟ้า สีน้ำตาล สีดำ และสีเทา
- 5 แกน : สีฟ้า สีน้ำตาล สีดำ สีเทา และสีเขียวแถบเหลือง หรือ สีฟ้า สีน้ำตาล สีดำ สีเทา

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 57
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	
รหัสชนิด	เทียบเคียง มอก.11-2531	สีฉนวนและลักษณะของสาย มอก.11-2553		
60227 IEC 01	THW	 <p> ทั้งตัวนำเดี่ยวแข็งและตีเกลียว ไม่กำหนดสีฉนวน ขนาด 1.5-400 ตร.มม. แรงดันไฟฟ้า 450/750 V </p>		
60227 IEC 05	THW	 <p> ตัวนำเดี่ยวแข็ง ไม่กำหนดสีฉนวน ขนาด 0.5-1 ตร.มม. แรงดันไฟฟ้า 300/500 V </p>		
60227 IEC 02	VSF	 <p> ตัวนำฝอย ไม่กำหนดสีฉนวน ขนาด 1.5-240 ตร.มม. แรงดันไฟฟ้า 450/750 V </p>		
60227 IEC 10	NYY	 <p> ตัวนำตีเกลียว กำหนดสีฉนวน 2 แกนขึ้นไป ขนาด 1.5-35 ตร.มม. แรงดันไฟฟ้า 300/500 V </p>		
60227 IEC 52	VCT	 <p> ตัวนำฝอย กำหนดสีฉนวน 2 แกนขึ้นไป ขนาด 0.5-0.7 ตร.มม. แรงดันไฟฟ้า 300/500 V </p>		

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 58
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

รหัสชนิด	เทียบเคียง มอก.11-2531	สีฉนวนและลักษณะของสาย มอก.11-2553
VAF VAF-G	-	 <p> ตัวนำเดี่ยวแข็งหรือตีเกลียวกำหนดสีฉนวน ขนาด 1-16 ตร.มม. แรงดันไฟฟ้า 300/500 V </p>
VCT VCT-G	-	 <p> ตัวนำฝอย กำหนดสีฉนวน 2 แกนขึ้นไป ขนาด 4-35 ตร.ม ม. แรงดันไฟฟ้า 470/750 V </p>
NYF NYF-G	-	 <p> ตัวนำตีเกลียว กำหนดสีฉนวน 2 แกนขึ้นไป แรงดันไฟฟ้า 470/750 V </p>

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 59
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่หน้าตัด ความยาวของสายไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

ในการเลือกใช้สายไฟฟ้าอย่างเหมาะสม ต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่หน้าตัด ความยาวของสายไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า เนื่องจากเมื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านเส้นลวดตัวนำชนิดเดียวกัน และความยาวเส้นลวดตัวนำเท่ากัน แต่พื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดตัวนำต่างกัน เส้นลวดตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่จะมีความต้านทานน้อยกว่าเส้นลวดที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็ก แต่หากใช้ลวดตัวนำชนิดเดียวกันที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน แต่ความยาวเส้นลวดต่างกัน เส้นลวดตัวนำที่มีความยาวจะมีความต้านทานมากกว่าเส้นลวดตัวนำที่มีความยาวน้อย ส่วนเส้นลวดตัวนำต่างชนิดที่มีความยาวและพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดเท่ากัน จะมีความต้านทานต่างกัน

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดตัวนำ มีผลต่อความต้านทานไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ที่เคลื่อนผ่านเส้นลวดตัวนำ ดังนั้น ในการต่อวงจรไฟฟ้าจึงต้องคำนึงถึงกระแสไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนั้น ๆ กล่าวคือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการกระแสไฟฟ้ามาก เช่น เตารีด หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เป็นต้น จะต้องต่อกับสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาดใหญ่ เพราะถ้าใช้ขนาดเล็กอาจจะเกิดความร้อนมาก เพราะกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านเส้นลวดในปริมาณมากจนทำให้เกิดความร้อนที่อาจก่อให้เกิดเพลิงไหม้ นอกจากนี้ยังไม่ควรใช้เต้าเสียบหลายอันเสียบบนเต้ารับอันเดียว เพราะจะทำให้กระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านสายไฟฟ้าของเต้ารับมากกว่าที่สายไฟฟ้าของเต้ารับนั้นจะทนได้ ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยควรเลือกใช้ขนาดสายไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งานต่าง ๆ


ขนาดของสายไฟฟ้า

การเลือกสายไฟฟ้าที่มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานจะทำให้การใช้งานเป็นไปได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ รวมถึงก่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานด้วยเช่นกัน

- 1) ขนาดของสายไฟฟ้าตามขนาดของเมนสวิตช์

ในการเลือกสายไฟสายเมนและสายต่อหลักดินนั้นต้องสอดคล้องกับขนาดของเมนสวิตช์และขนาดของเครื่องวัดฯ ด้วย ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.4 ขนาดสายไฟฟ้าตามขนาดของเมนสวิตช์

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 60
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า		หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

ขนาดเครื่องวัดฯ (แอมแปร์)	เฟส	ขนาดสูงสุด ของเมนสวิตช์ (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายเมนและ (สายต่อหลักดิน) **ตร.มม.		แรงดันไฟฟ้า ของสายเมน (โวลต์)
			สายเมนในอากาศ	สายเมนในท่อ	
5 (15)	1	16	4 (10)	4,10** (10)	300
15 (45)	1	50	10 (10)	16 (10)	300
30 (100)	1	100	25 (10)	50 (16)	300
50 (150)	1	125	35 (10)	70 (25)	300
15 (45)	3	50	10 (10)	16 (10)	750
30 (100)	3	100	25 (10)	50 (16)	750
50 (150)	3	125	35 (10)	70 (25)	750
200	3	250	95 (25)	150 (35)	750
400	3	500	240 (50)	500 (70)	750

หมายเหตุ

* สายต่อหลักดินขนาด 10 ตร.มม. ให้เดินในท่อ ส่วนสายเมนที่ใหญ่กว่า 500 ตร.มม. ให้ใช้สายต่อหลักดินขนาด 95 ตร.มม. เป็นอย่างน้อย


** สายเมนที่ใช้เดินในท่อฝังดินต้องไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม.

2) ขนาดของสายต่อหลักดิน

สายต่อหลักดินต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.5 ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10 (ควรเดินในท่อ)
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 61
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

3) ขนาดของสายดินป้องกัน

สายดินที่เดินไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า (บริภัณฑ์ไฟฟ้า) หรือตัวรับให้มีขนาดเป็นไปตามขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินตาม ตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.6 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า


พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน ไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

หมายเหตุ

* เครื่องป้องกันกระแสเกิน อาจจะเป็นฟิวส์หรือเบรกเกอร์ (สวิตช์อัตโนมัติ) ก็ได้ หมายถึง ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารของผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ห่างจากหม้อแปลงระบบจำหน่ายระยะไม่เกิน 100 เมตร หากเกินระยะ 100 เมตร ให้ศึกษาเพิ่มเติมจากมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย หรือใช้ขนาดเท่ากับขนาดสายเส้นไฟ

4) ขนาดสายไฟฟ้าที่มีสายดิน

การเลือกขนาดสายดินนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดกระแสลัดวงจรและความเร็วของอุปกรณ์ป้องกัน ดังนั้นในกรณีที่สายดินเดินด้วยสายเดี่ยว เช่น สาย IEC 01 สีเขียว หากไม่มีข้อมูลใด ๆ ทางกรไฟฟ้านครหลวงแนะนำให้ใช้ขนาดสายดินเท่ากับขนาดสายเส้นไฟ สำหรับ มอก. 11-2553 ได้กำหนดขนาดของสายดิน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 62
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง


แนะนำให้ใช้ขนาดสายดินเท่ากับขนาดสายเส้นไฟ สำหรับ มอก. 11-2553 ได้กำหนดขนาดของสายดิน ตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1.7 ขนาดสายไฟฟ้าที่มีสายดินตาม มอก. 11-2553

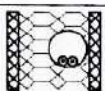




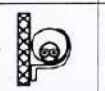
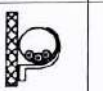

ขนาดสายไฟฟ้าที่มีสายดินตาม มอก. 11-2553	
ขนาดสายเส้นไฟ (ตร.มม.)	ขนาดสายดิน (ตร.มม.)
25.0	16.0
35.0	16.0
50.0	25.0
70.0	35.0
95.0	50.0
120.0	70.0
150.0	95.0
185.0	95.0
240.0	120.0
300.0	150.0


ขนาดสายไฟฟ้าตามการใช้งาน


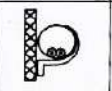


การเลือกใช้ขนาดสายไฟฟ้าให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานต่าง ๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 63
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

ตารางที่ 1.8 ตารางแสดงขนาดกระแสของสายไฟฟ้า มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U _o /U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อนุกรมมิเตอร์รอบ 40 °C เดินในช่องเดินสายในอากาศ								
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
	2		3		2		3	
จำนวนตัวนำ กระแส								
ลักษณะ ตัวนำกระแส	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกน เดี่ยว	หลาย แกน	แกน เดี่ยว	หลาย แกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, NYY-G, VCT, VCT-G, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน สายควีนน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
4	23	22	21	20	28	26	24	23
6	30	28	27	25	36	33	31	30
10	40	37	37	34	50	45	44	40
16	53	50	49	45	66	60	59	54
25	70	65	64	59	88	78	77	70
35	86	80	77	72	109	97	96	86
50	104	96	94	86	131	116	117	103
70	131	121	118	109	167	146	149	130
95	158	145	143	131	202	175	180	156
120	183	167	164	150	234	202	208	179
150	209	191	188	171	261	224	228	196
185	238	216	213	194	297	256	258	222
240	279	253	249	227	348	299	301	258

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 64
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U _o /U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินในช่องเดินสายในอากาศ								
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำ กระแส	2		3		2		3	
ลักษณะ ตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกน เดียว	หลาย แกน	แกน เดียว	หลาย แกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, NYY-G, VCT, VCT-G, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน สายค้ำน้ำหนัก เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
300	319	291	285	259	398	343	343	295
400	-	-	-	-	475	-	406	-
500	-	-	-	-	545	-	464	-

หมายเหตุ


กลุ่มที่ 1 คือ สายแกนเดียวหรือสายหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรือโลหะในฝา
 เพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ

กลุ่มที่ 2 คือ สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรือโลหะเดินเกาะ
 ผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตที่คล้ายกัน

การต่อสายไฟฟ้า คือ การต่อตัวนำตั้งแต่ 2 สายขึ้นไปให้เป็นตัวนำอันเดียวกัน ด้วยการบิดตีเกลียวตัวนำด้วยคีม
 หรือเครื่องมือสำหรับการต่อสายไฟ ซึ่งรอยต่อของสายไฟต้องทนทานต่อแรงที่เกิดกับรอยต่อ และกระแสไฟต้องสามารถ
 ไหลผ่านตัวนำได้ตลอด ถ้าหากรอยต่อนั้นตีเกลียวหลวมไปก็จะนำกระแสไฟฟ้าได้ไม่ดี ทำให้เกิดความร้อนขึ้นและนำพา
 ความเสียหายให้เกิดขึ้นได้ ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานจึงต้องกระทำด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้น ซึ่งวิธีการต่อ
 สายไฟมีหลายชนิดผู้ปฏิบัติงานจึงควรรักษาเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสม ดังนี้

1. การต่อสายไฟฟ้าแบบสายเดี่ยวและสายตีเกลียว

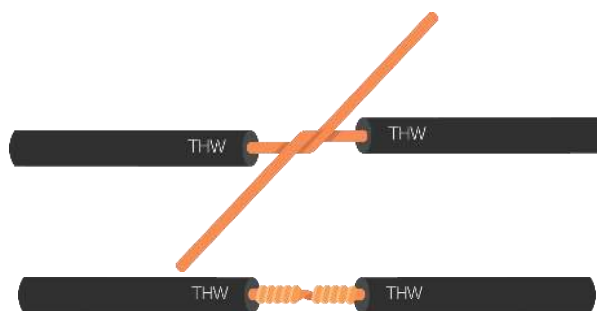
1.1 การต่อสายต่อตรงแบบเดี่ยว

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 65
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

1. การต่อสายไฟฟ้าแบบสายเดี่ยวและสายตีเกลียว

1.1 การต่อสายต่อตรงแบบเดี่ยว

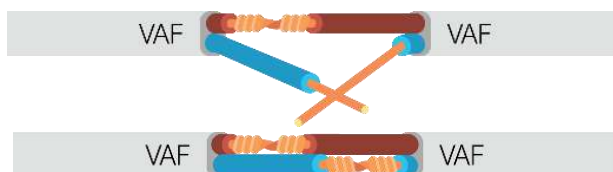
เป็นการต่อสายแบบรับแรงดึง ใช้ในสายรหัสชนิด 60227 IEC 01 วิธีการต่อคือให้ปอกปลายสายเส้นที่ 1 และเส้นที่ 2 ให้มีความยาวประมาณ 10 เซนติเมตร จากนั้นใช้คีมบิดสายเส้นที่ 1 พันรอบสายเส้นที่ 2 แล้วใช้คีมบิดสายเส้นที่ 2 พันรอบสายเส้นที่ 1 ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ด้านละประมาณ 5 – 8 รอบ เพื่อไม่ให้สายคลายตัว




ภาพที่ 1.1 การต่อสายต่อตรงแบบเดี่ยว

1.2 การต่อสายต่อตรงแบบคู่

เป็นการต่อสายแบบรับแรงดึงใช้ในสายรหัสชนิด VAF วิธีการต่อคือ ปอกฉนวนชั้นนอกให้ยาว 15 เซนติเมตร จากนั้นตัดสายสีน้ำตาลและสีฟ้าให้มีความยาว 6 เซนติเมตร และ 9 เซนติเมตรตามลำดับ แล้วปอกฉนวนให้มีความยาว 5 เซนติเมตร ใช้คีมบิดสายสีน้ำตาลเส้นที่ 1 พันรอบสายสีน้ำตาลเส้นที่ 2 แล้วใช้คีมบิดสายสีน้ำตาลเส้นที่ 2 พันรอบสายสีน้ำตาลเส้นที่ 1 ส่วนสายสีฟ้าก็ทำเช่นเดียวกับสีน้ำตาล ให้ทำเช่นนี้ด้านละประมาณ 5 – 8 รอบ เพื่อไม่ให้สายคลายตัว

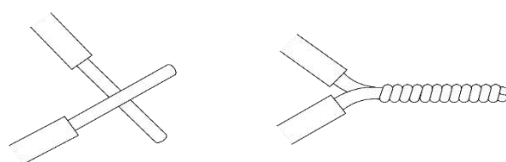


ภาพที่ 1.2 การต่อสายต่อตรงแบบคู่

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 66
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

1.3 การต่อสายไฟฟ้าแบบหางเปีย

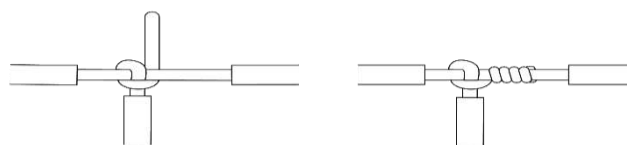
เป็นการต่อสายไฟฟ้าแบบไม่รับแรงดึง ในสายรหัสชนิด 60227 IEC 01 วิธีการต่อคือ ปอกปลายสายไฟฟ้าทั้งสองเส้นให้มีความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วนำปลายสายมาไขว้กันโดยใช้มือหรือคีมบิดตีเกลียวให้แน่น ระยะเกลียวเสมอกันตลอดเพื่อความสวยงามแข็งแรง ซึ่งการต่อแบบหางเปียนิยมใช้ต่อในกล่องต่อสายทั่วไป



ภาพที่ 1.3 การต่อสายไฟฟ้าแบบหางเปีย

1.1 การต่อสายไฟฟ้าแบบแยกทางเดียว หรือแบบตัวที (T – Tap)

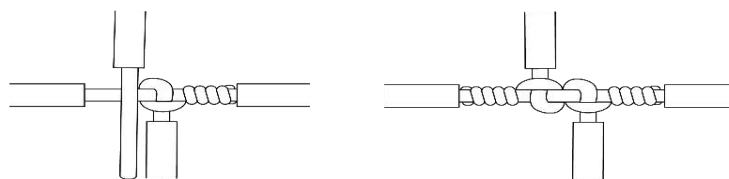
เป็นการต่อสายไฟฟ้าแบบไม่รับแรงดึง ใช้ต่อสายแยกออกจากสายเมน วิธีการต่อ คือ ปอกสายเมนที่บริเวณกึ่งกลางให้ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ส่วนสายที่จะนำมาต่อแยกให้ปอกปลายสายยาวประมาณ 4 เซนติเมตร นำคีมบิดสายแยกพันรอบสายเมนตีเกลียวให้แน่น เพื่อไม่ให้สายคลายตัว




ภาพที่ 1.4 การต่อสายไฟฟ้าแบบแยกทางเดียว

1.2 การต่อสายไฟฟ้าแบบแยก 2 ทาง

เป็นการต่อสายไฟฟ้าตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไปเพื่อแยกออกจากสายเมน ซึ่งเป็นแบบไม่รับแรงดึง วิธีการต่อ คือ ปอกสายเมนที่บริเวณกึ่งกลางให้ยาวประมาณ 3 เซนติเมตร ส่วนสายที่จะนำมาต่อแยก แต่ละเส้นให้ปอกปลายสายยาวประมาณ 4 เซนติเมตร จากนั้นนำคีมบิดสายแยกพันรอบสายเมนที่ละเส้น ตีเกลียวให้แน่น เพื่อไม่ให้สายคลายตัว

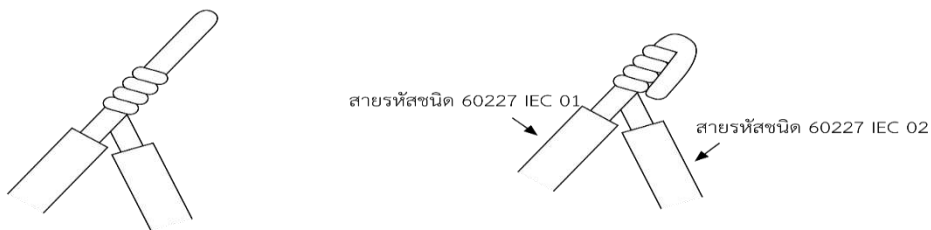


ภาพที่ 1.5 การต่อสายไฟฟ้าแบบแยก 2 ทาง

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 67
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

1.3 การต่อสายไฟฟ้าอ่อนเข้ากับสายไฟฟ้าแข็ง

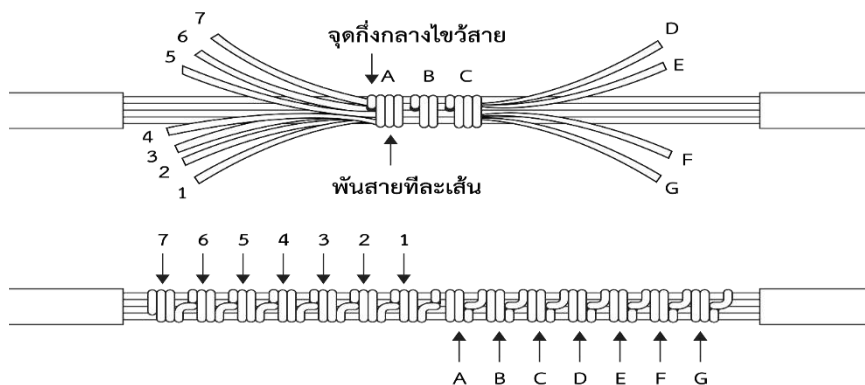
เป็นการต่อสายไฟฟ้าแบบไม่รับแรงดึง ซึ่งใช้ในการต่อสายอ่อนเช่น สายรหัสชนิด 60227 IEC 02 กับสายแข็งเช่น สายรหัสชนิด 60227 IEC 01 วิธีการต่อ คือ ปอกสายทั้ง 2 ชนิด ให้มีความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร แล้วนำสายอ่อนพันรอบสายแข็งประมาณ 5 – 8 รอบ แล้วจึงพับสายแข็งวกกลับให้ทับเกลียว




ภาพที่ 1.6 การต่อสายไฟฟ้าอ่อนเข้ากับสายไฟฟ้าแข็ง

1.4 การต่อสายไฟฟ้าตีเกลียวแบบตรง

ใช้ในการต่อสายขนาด 6 ตารางมิลลิเมตร (มม.²) ขึ้นไป ซึ่งเป็นการต่อสายไฟฟ้าแบบรับแรงดึง โดยวิธีการต่อ คือ ปอกปลายสายเส้นที่ 1 และเส้นที่ 2 ให้ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร แยกสายตีเกลียวแต่ละเส้นออก แล้วนำมาประสานกันโดยใช้คีมบิดสายที่แยกออกของเส้นที่ 1 พันรอบสายที่แยกออกของเส้นที่ 2 แล้วนำสายที่แยกออกของเส้นที่ 2 พันรอบสายที่แยกออกของเส้นที่ 1 ทำเช่นนี้ด้านละประมาณ 5 – 8 รอบ ไล่ไปที่ละเส้นจนครบทั้งหมด



ภาพที่ 1.7 การต่อสายไฟฟ้าตีเกลียวแบบตรง

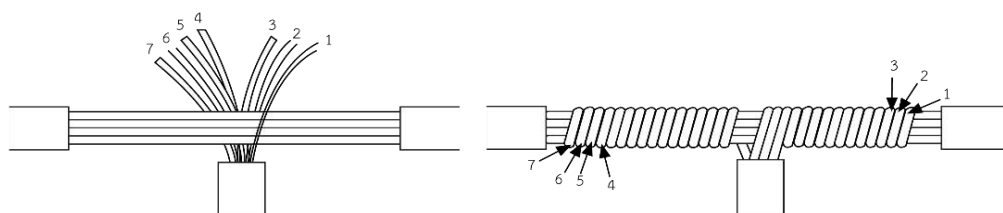
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 68
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

1.5 การต่อสายไฟฟ้าตีเกลียวแบบแยก

ใช้ในการต่อสายขนาด 6 ตารางมิลลิเมตร (มม.²) ขึ้นไป ซึ่งเป็นการต่อสายไฟฟ้าแบบไม่รับแรงดึง ซึ่งสามารถทำได้ 3 แบบ ดังนี้

1.8.1 แบบ Ordinary Tap Splice

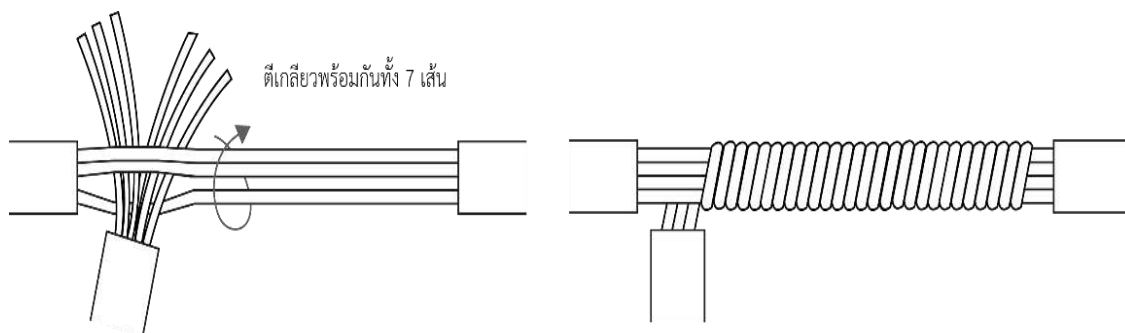
วิธีการต่อ คือ ปอกสายเมนบริเวณกึ่งกลางให้ยาวประมาณ 3 เซนติเมตร ส่วนสายที่จะนำมาต่อแยก ให้ปอกปลายสายยาวประมาณ 7 เซนติเมตร จากนั้นแยกสายตีเกลียวของสายแยกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน แล้วนำไปสวมเข้ากับกึ่งกลางของสายเมน พันสายแยกส่วนที่ 1 เข้ากับสายเมน จากนั้นค่อยพันส่วนที่ 2 ให้มีทิศทางตรงข้ามกันจนครบทั้งด้านซ้ายและขวา




ภาพที่ 1.8 การต่อสายไฟฟ้าตีเกลียวแบบแยกแบบ Ordinary Tap Splice

1.8.1 แบบ Y Splice

วิธีการต่อ คือ ปอกสายเมนบริเวณกึ่งกลางให้ยาวประมาณ 3 เซนติเมตร ส่วนสายที่จะนำมาต่อแยก ให้ปอกปลายสายยาวประมาณ 10 เซนติเมตร จากนั้นจึงพันสายแยกตีเกลียวสายเมนทั้งหมด

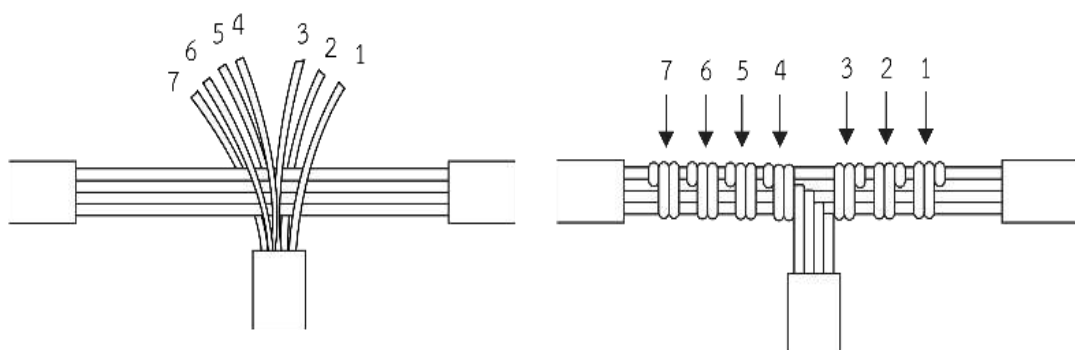


ภาพที่ 1.9 การต่อสายไฟฟ้าตีเกลียวแบบแยกแบบ Y Splice

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 69
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

1.8.2 แบบ Split Tap Splice

วิธีการต่อ คือ ปอกสายเมนบริเวณกึ่งกลางให้ยาวประมาณ 3 เซนติเมตร ส่วนสายที่จะนำมาต่อแยก ให้ปอกปลายสายยาวประมาณ 10 เซนติเมตร จากนั้นแยกสายทีเกลียวของสายแยกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน แล้วนำไปสวมเข้าที่กึ่งกลางของสายเมน พันสายแยกทีละเส้นเข้ากับสายเมนจนครบทั้งด้านซ้ายและขวา




ภาพที่ 1.10 การต่อสายไฟฟ้าทีเกลียวแบบแยกแบบ Split Tap Splice

2. การใช้อุปกรณ์ในการต่อสายไฟ

ในปัจจุบันมีหลากหลายวิธีที่สามารถนำไปใช้ในการต่อปลายสายไฟเข้าด้วยกัน หนึ่งในนั้นคือการใช้ขั้วต่อสายไฟ และเทอร์มินอล ซึ่งสะดวกรวดเร็วและประหยัดเวลามากขึ้น โดยในปัจจุบันมีการพัฒนาหลายหลายรูปแบบ ดังนี้

2.1 ตัวต่อสายสปลิตโบลต์

ใช้สำหรับจับยึดรวมสายเคเบิลใหญ่ ๆ วิธีการต่อ คือ ให้วางสายต่อรูปตัวยูบนสายไฟที่ไม่ตัดสายนั้น วางด้วยแผ่นโลหะทองแดงประสมคั้น แล้วจึงนำเอาสายตัวนำที่จะต่ออีกสายลงไปในเรื่อง จากนั้นจึงขันนอตให้แน่น

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 70
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
	งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1	ชั่วโมง



ภาพที่ 1.11 ตัวต่อสายสปลิตโบลต์

2.2 ขั้วต่อสายแบบกดรัดสาย


ใช้สำหรับต่อปลายสายไฟที่ด้านหลังสวิตช์หรือปลั๊กไฟตัวเมีย วิธีการต่อ คือ งอสายให้รอบสกรูตามเข็มนาฬิกา หมุนสกรูไปทางขวามือ จะทำให้สกรูดึงสายไฟให้ตึงโดยสายไม่หลุดจากที่ต่อสายนั้น

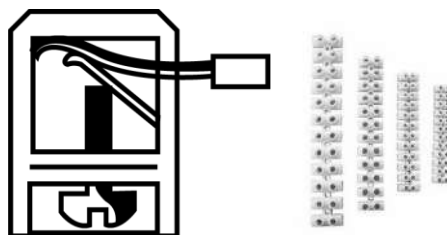


ภาพที่ 1.12 ขั้วต่อสายแบบกดรัดสาย

2.3 ขั้วต่อสายแบบลูกเต๋า

เป็นพลาสติกกรุบสีเหลี่ยมต่อกันเป็นแถว ซึ่งในการใช้งานจะตัดออกให้เหลือเพียงที่ใช้จริงเท่านั้น เหมาะสำหรับการต่อสายจำนวนสองเส้นเพื่อเพิ่มความยาว หรือใช้ต่อกับสายขนาดเล็ก เมื่อเสียบสายไฟไปที่ช่องรูเสียบขั้วแล้วจะถูกยึดด้วยแรงสปริงหรือแรงกดของสกรู เมื่อไม่ใช้งานแล้ว ให้ใช้ไขควงหรือลวดแข็ง ๆ ดันลวดสปริงให้อ้าออกจากช่องรูเสียบ แล้วจึงดึงปลายสายไฟนั้นออกมา แม้ว่าลูกเต๋าจะเป็นแถวยาวติดต่อกัน แต่ว่าลูกเต๋าแต่ละลูกจะไม่ต่อถึงกันในทางไฟฟ้า

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 71
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3		



ภาพที่ 1.13 ขั้วต่อสายแบบลูกเต๋า

1.4 ขั้วต่อสายแบบเซอร์แมน

ใช้ต่อสายไฟโดยนำสกรูขันยึดสายไฟ แล้วใช้เทปพันรอบที่ต่อ



ภาพที่ 1.14 ขั้วต่อสายแบบเซอร์แมน

1.5 ขั้วต่อสายแบบสก็อตโซลด์

ใช้ต่อสายไฟโดยวิธีการต่อเหมือนนายนัท โดยใช้สปริงจับยึดสายเช่นเดียวกัน




ภาพที่ 1.15 ขั้วต่อสายแบบสก็อตโซลด์

1.6 ขั้วต่อสายอะลูมิเนียม

ใช้ต่อสายไฟฟ้าตัวนำอะลูมิเนียมเข้าด้วยกัน แล้วพันเทปภายหลัง



ภาพที่ 1.16 ขั้วต่อสายอะลูมิเนียม

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 72
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
	งานย่อยที่ 3		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

1.7 ขั้วต่อสายแบบแยกสาย

ใช้ในการต่อสายไฟฟ้าเข้ากับสายเมน แล้วต่อแยกสายเมนลงมา โดยใช้นอตขันเข้ากับตัวแยกสายเพื่อ
 จับยึดสายไว้ให้แน่น แข็งแรงทนทานดี



ภาพที่ 1.17 ขั้วต่อสายแบบแยกสาย

1.8 หัวหมวกย้าสาย

ใช้ต่อสายไฟโดยวิธีการต่อเหมือนวายนัท แล้วกดย้าด้วยเครื่องย้าพิเศษให้รอยต่อนั้นแน่นยิ่งขึ้น แล้ว
 จึงพันเทปภายหลัง



ภาพที่ 1.18 หัวหมวกย้าสาย


1.9 การต่อสายไฟฟ้าผ่านเทอร์มินอล

สามารถวิธีการต่อสายตามลักษณะของเทอร์มินอล 3 ประเภทดังนี้

2.9.1 การเข้าสายแบบ Screw ใช้หลักการยึดสายด้วยสกรูบีบอัดล็อก ซึ่งให้การยึดแน่นที่ดีเป็นวิธี
 แรกเริ่มและได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก



ภาพที่ 1.19 การเข้าสายแบบ Screw

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 73
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า			เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3			

2.9.2 การเข้าสายแบบ Tension Spring ใช้หลักการสปริงเป็นตัวกดล็อกสาย มีข้อดีที่ไม่ต้องซ่อมบำรุง เข้าสายได้ง่าย ประหยัดเวลา สามารถใช้ไขควงทั่วไปในการเข้าสาย มีความแข็งแรง สามารถเข้าสายได้ทั้งการใช้สายปกติและการใช้ Ferrule การเข้าสายทำได้รวดเร็ว




ภาพที่ 1.20 การเข้าสายแบบ Tension Spring

1.9.3 การเข้าสายผ่านระบบ Push In เป็นวิธีการเข้าสาย โดยใส่เข้าโดยตรงไม่ต้องใช้เครื่องมือแต่อย่างใด แต่ใช้เทคโนโลยีของการใช้ ที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นรูปแบบที่มีความรวดเร็วในการเข้าสายมาก เหมาะสำหรับผู้สร้างเครื่องจักรและงานอาคาร เนื่องจากสามารถเข้าสายที่มีขนาดถึง 10 mm² กระแส 57 A และแรงดันถึง 1000 V



ภาพที่ 1.21 การต่อสายตรงแบบ Push In

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 74
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

3. การเข้าขั้วสายด้วยหางปลา

หางปลามีด้วยกันหลายรูปแบบ บางชนิดถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานเฉพาะ อย่างไรก็ตามสามารถจำแนกหางปลาออกเป็น 2 กลุ่มคือ 1) จำแนกจากวัสดุและมาตรฐานการผลิต และ 2) จำแนกจากรูปแบบการใช้งาน โดยในแต่ละกลุ่มที่จำแนกออกไปนั้นมีรายละเอียดปลีกย่อยแตกต่างกันออกไปไม่มากนัก โดยรายละเอียดได้ดังนี้

3.1 จำแนกจากวัสดุและมาตรฐานการผลิต

3.1.1 Solderless Terminal คือหางปลาที่ทำจากแผ่นทองแดง ที่มีลักษณะพับขึ้นรูปแล้ว เชื่อมรอยต่อขึ้น บางคนเรียกว่า “หางปลาทรงญี่ปุ่น” เหมาะกับงานที่ใช้กระแสไม่สูงมากใช้กับสายตีเกลียว หรือสายพอยไม่เหมาะกับสายทองแดงตัน (Solid) การย้าหางปลาจะใช้แบบกด



ภาพที่ 1.22 หางปลาทรงญี่ปุ่น (Solderless Terminal)


3.1.2 Tubular Cable Lugs คือหางปลาที่ทำจากท่อทองแดงตัดตามขนาดแล้วทำการกดเปลี่ยนรูปร่างให้ได้ตามแบบที่ต้องการ บางครั้งเรียกว่า “หางปลาทรงยุโรป” เหมาะกับงานที่มีกระแสสูงใช้กับสายไฟทุกชนิด สามารถย้าได้ทั้งแบบกดและแบบหกเหลี่ยม



ภาพที่ 1.23 หางปลาทรงยุโรป (Tubular Cable Lugs)

3.1.3 DIN Terminal คือหางปลาชนิด Tubular Cable Lugs ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐานของ DIN ซึ่งต้องผลิตตามข้อกำหนดดังนี้

- 1) วัสดุที่ใช้ต้องเป็น E-CU เท่านั้น
- 2) ขนาดและรูปร่างต้องได้มาตรฐาน
- 3) การย้าต้องเป็นแบบหกเหลี่ยมเท่านั้น

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 75
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

หางปลาแบบนี้คล้ายแบบ Tubular ต่างกันที่มีขนาดใหญ่และหนากว่าและมีจุด Mark ไว้ให้สะดวกในการกำหนดรอยย้า หางปลาแบบ DIN นิยมใช้กับงานที่ต้องการกระแสสูง ๆ และมีความแน่นอนของระบบ เช่น วงจรไฟฟ้า โรงจักรไฟฟ้า เป็นต้น



ภาพที่ 1.24 DIN Terminal

3.2 การจำแนกหางปลาจากรูปแบบการใช้งาน

สามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท โดยแต่ละประเภทยังแบ่งออกได้เป็นแบบหุ้มฉนวนและแบบไม่หุ้มฉนวน ดังนี้

1) หางปลากลม (Ring Terminal Lug)



ภาพที่ 1.25 หางปลาแบบกลม (ไม่หุ้มฉนวน)



ภาพที่ 1.26 หางปลาแบบกลม (หุ้มฉนวน)


2) หางปลาแฉก (Spade Terminal Lug หรือ Y-Type Lug)



ภาพที่ 1.27 หางปลาแบบแฉก (ไม่หุ้มฉนวน)



ภาพที่ 1.28 หางปลาแบบแฉก (หุ้มฉนวน)

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 76
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

3) ทางปลาเหลี่ยม (Square Terminal Lug)



ภาพที่ 1.29 ทางปลาเหลี่ยม (ไม่หุ้มฉนวน)



ภาพที่ 1.30 ทางปลาเหลี่ยม (หุ้มฉนวน)

นอกจากนี้เรายังสามารถใช้ทางปลาเป็นตัวเชื่อมระหว่างสายไฟกับเทอร์มินอลไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะสกรูเทอร์มินอล เนื่องจากทางปลาจะช่วยเพิ่มความเสถียรในการถอดและติดตั้ง เพราะเพียงแค่ขันสกรูยึดไว้ก็จะทำให้การเชื่อมต่อทางไฟฟ้าสมบูรณ์ แน่นหนา และแข็งแรง เมื่อต้องการตัดการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า ก็เพียงคลายสกรูออกเพื่อไม่ให้เนื้อโลหะสัมผัสกัน นอกจากนี้ ยังสามารถทนแรงดันได้สูง (ประมาณ 300 - 600 V) และทนกระแสได้สูงมากอีกด้วย (ทนกระแสได้ตามเบอร์ AWG สายไฟ)

ข้อสังเกตสีของปลอกฉนวน


ตามมาตรฐานแล้ว ปลอกฉนวนทางปลาจะมีสีหลัก ๆ อยู่ 4 สี คือ แดง น้ำเงิน ดำ และเหลือง ซึ่งแต่ละสีจะแบ่งตามขนาดสายไฟที่ใช้ ดังนี้

- 1) สีแดง : ขนาดสายไฟ 22-16 AWG หรือ 0.5 - 1.5 DIN mm²
- 2) สีน้ำเงิน : ขนาดสายไฟ 16-14 AWG หรือ 1.5 - 2.5 DIN mm²
- 3) สีดำ : ขนาดสายไฟ 14-12 AWG หรือ 2.5 - 4.0 DIN mm²
- 4) สีเหลือง : ขนาดสายไฟ 12-10 AWG หรือ 4.0 - 6.0 DIN mm²

การต่อทางปลา

การต่อทางปลาหรือการเข้าสายทางปลาและอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น มักนิยมใช้สำหรับต่อสายเพื่อยึดปลายสายเข้ากับอุปกรณ์ เช่น การต่อสายเข้ากับจุดต่อสาย การต่อสายเข้ากับเมน หรือ เบรกเกอร์ เป็นต้น เพราะการต่อสายลักษณะดังกล่าว ไม่ควรยึดสายเข้ากับจุดต่อสายโดยตรง เพราะถ้าสายบริเวณจุดต่อไม่แน่นพอที่จะนำกระแสไฟฟ้าได้สะดวก อาจทำให้เกิดความร้อนและไฟไหม้ได้ โดยมีวิธีการต่อสายไฟฟ้าเข้ากับทางปลา ดังนี้

1. ปอกสายไฟให้ได้ความยาวของทองแดงเท่ากับความยาวของปลอก และบวกอีก 10% ของความยาวปลอก หลังจากปอกสายแล้ว ต้องทำความสะอาดตัวนำด้วยผ้าหรือแปรงให้สะอาดก่อนทำการย้ำทางปลา
2. นำทางปลาสวมทับกับปลายสายโดยดันเข้าไปจนสุดตำแหน่งที่จะบีบ
3. ใช้คีมบีบที่ทางปลาจนแน่น

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 77
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

2. ในกรณีที่หางปลามีสกรู ให้คลายสกรูที่จะต่อกับหางปลาออกก่อน แล้วเสียบหางปลาเข้าไปจนสุด จากนั้นจึงขันสกรูให้แน่น แต่ถ้าหางปลาปลายเจาะรู (ไม่ใช่ชนิดเปิด) จะต้องคลายสกรูออกมาทั้งตัวก่อนจึงจะใส่สายได้

3. ทดสอบแรงดึง โดยหางปลาต้องทนแรงดึงให้ได้ที่ 60 N/sq.mm.



ภาพที่ 1.31 ขั้วต่อสายแบบหางปลา



ภาพที่ 1.32 การต่อขั้วสายแบบหางปลา

คุณสมบัติทางกลของหางปลา

ตามมาตรฐาน VDE 0220 ได้กำหนดคุณสมบัติของหางปลา ให้มีความสามารถในการทนต่อแรงดึง (Tensile Strength) ดังนี้


- 1) หางปลาที่ทำด้วยทองแดง ต้องทนแรงดึงไม่น้อยกว่า 60 N/sq.mm.
- 2) หางปลาที่ทำด้วยอะลูมิเนียม ต้องทนแรงดึงไม่น้อยกว่า 40 N/sq.mm.

หมายเหตุ ค่ากำหนดในมาตรฐานเป็นค่าอย่างต่ำที่สามารถทนได้ ซึ่งในความเป็นจริงอาจมีค่าสูงกว่าที่กำหนดมาก

เครื่องวัดความตึงเครียด 0-5000g ชนิดดึง Japan Gage Tool (Tension Gage) ใช้สำหรับทดสอบแรงดึงของการย้าหางปลา



ภาพที่ 1.33 เครื่องวัดความตึงเครียด

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 78
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
	งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

4. การต่อสายด้วยวายนัท



ภาพที่ 1.34 วายนัท

เป็นฝาครอบพลาสติกที่สวมครอบเพื่อรวมและยึดสายไฟเข้าด้วยกัน วิธีการต่อคือ นำปลายสายไฟมาบิดตีเกลียวแบบหางหมูให้แน่น แล้วใช้วายนัทสวมปลายสายหมุนตามเข็มนาฬิกาให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวนำสัมผัสกับโครงโลหะ หรือสายไฟฟ้าสัมผัสกับบุคคล

4.1 การต่อวายนัท

- 1) ปอกสาย THW ด้านใดด้านหนึ่งให้มีความยาวประมาณ 2.5 ซม.



ภาพที่ 1.35 ปอกฉนวนสายไฟประมาณ 2.5 ซม.

- 2) ใช้คีมบิดสายไฟเส้นที่ 1 และ 2 เป็นเกลียวแบบหางหมู




ภาพที่ 1.36 บิดสายไฟเป็นเกลียว

- 3) นำวายนัทหมุนใส่ตรงปลายหางเปีย แล้วบิดตามเข็มนาฬิกาให้สุด ระวังให้ปิดทองแดงให้หมดเพื่อป้องกันอันตราย ดังภาพ



ภาพที่ 1.37 นำวายนัทมาสวม


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 79
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

5. การใช้หลอดต่อสายไฟ

ใช้ในการเดินสายไฟเหนือศีรษะ เป็นหลอดโลหะที่ใช้สำหรับต่อสายไฟฟ้าขนาดต่างกันเข้าด้วยกันโดยอาศัยแรงบีบ สำหรับงานเดินสายไฟฟ้าระบบเครื่องปรับอากาศนิยมใช้หลอดต่อสายแบบมีฉนวนหุ้ม เพื่อป้องกันอันตรายและอำนวยความสะดวกในการให้บริการตามจุดที่มีความชื้น



ภาพที่ 1.38 หลอดต่อสายแบบมีฉนวนหุ้ม (Sleeve Connector)

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 80
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

6. การบัดกรีและการพันฉนวน

6.1 การบัดกรี

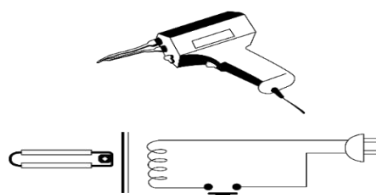
การบัดกรี คือ การเชื่อมต่อโลหะเข้าด้วยกันโดยใช้วัสดุตัวกลางซึ่งเป็นโลหะผสมของดีบุกและตะกั่ว เป็นตัวเชื่อมประสาน จุดประสงค์เพื่อให้มีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าได้ และสะดวกต่อการถอดถอนในภายหลัง การบัดกรีจะต้องมีอุปกรณ์หลัก 2 อย่างคือ

6.1.1 หัวแร้งบัดกรี


หัวแร้งบัดกรีที่ใช้ในงานบัดกรีด้านอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ มักจะเป็นหัวแร้งที่สร้างความร้อนจากพลังงานไฟฟ้า เพื่อความสะดวกในการใช้งานซึ่งเรียกว่า หัวแร้งบัดกรีไฟฟ้า (Electric Soldering Iron) โดยทั่วไปจะมี 2 ชนิดคือ หัวแร้งปืน และหัวแร้งแช่

1) หัวแร้งปืน (Electric Soldering Gun)

เป็นหัวแร้งประเภทที่ใช้ความร้อนสูงและรวดเร็ว โดยการทำงานของหัวแร้งชนิดนี้ จะใช้หลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า คือ แปลงแรงดันไฟฟ้า ให้เป็นไฟฟ้าแรงดันต่ำ แต่จ่ายกระแสได้สูง โดยภายในตัวหัวแร้งจะมีลักษณะเป็นหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งมีขดลวด 3 ขด พันอยู่บนแกนเหล็ก โดยขดปฐมภูมิ จะพันด้วยลวดเส้นเล็กจำนวนมาก ๆ นำไปต่อเข้ากับปลั๊กไฟบ้าน 220 V ส่วนทางด้านขดทุติยภูมิ จะมี 2 ขด คือ ขดเส้นลวดเล็ก พันให้ได้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 2.2 โวลต์ เพื่อใช้ไปจุดหลอดไฟขนาดเล็กเพื่อแสดงการทำงาน และอีกขดจะพันด้วยลวดเส้นใหญ่โดยพัน 5-6 รอบ เพื่อให้ได้กระแสสูงมากและต่อเข้ากับขดปลายหัวแร้ง เพื่อสร้างความร้อนในการบัดกรี การปิด-เปิดการทำงานจะใช้สวิตช์ ซึ่งทำลักษณะคล้ายไกปืน ในการเปิด-ปิดการให้ความร้อนในขณะที่ใช้งาน หัวแร้งชนิดนี้จะให้ความร้อนสูงเหมาะสำหรับงานบัดกรีที่ต้องการความร้อนมาก ๆ เช่น การบัดกรีสายไฟกับหลักต่อสาย การบัดกรีอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ และการบัดกรีรอยต่อเพื่อถอดเปลี่ยนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น แต่จะมีข้อเสียคือ ไม่เหมาะกับการบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพราะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางชนิดมีความไวต่อความร้อน ถ้าใช้ความร้อนสูงเกินไป อาจทำให้อุปกรณ์เสื่อมสภาพหรือเสียหายได้ นอกจากนี้ยังมีการแพร่สนามแม่เหล็ก จึงไม่ควรบัดกรีอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยระบบแม่เหล็ก เช่น หัวเทป หรือสวิตช์แม่เหล็ก



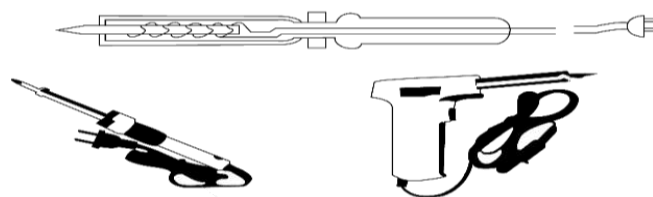
ภาพที่ 1.39 หัวแร้งปืน และวงจรการทำงานภายใน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 81
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

2) หัวแร้งแช่ (Electric Soldering)

หัวแร้งชนิดนี้ เมื่อต้องการใช้งาน จะต้องเสียบปลั๊กทิ้งไว้ให้ร้อนตลอดเวลา เพราะไม่มีสวิตช์ปิด-เปิด แบบหัวแร้งปืน โดยมากเสียบเข้ากับปลั๊กไฟฟ้าตลอด จนกว่างานจะเสร็จ เนื่องจากเมื่อเสียบใหม่ ต้องใช้เวลาานพอควร หัวแร้งจึงจะร้อนถึงระดับใช้งาน โครงสร้างภายในจะเป็นเส้นลวดความร้อน พันอยู่บนฉนวนที่ห่อหุ้มด้วยไม้ก้ำ และมีข้อต่อสำหรับเชื่อมต่อกับปลายหัวแร้ง โดยความร้อนที่เกิดขึ้นจะเกิดจากกระแสที่ไหลผ่านขดลวดความร้อน ที่บริเวณปลายหัวแร้ง และถ่ายเทไปยังส่วนปลายหัวแร้งที่ใช้สำหรับบัดกรี


หัวแร้งชนิดนี้มักนิยมใช้ในงานประกอบวงจรเพราะให้ความร้อนคงที่ เลือกลงขนาดได้มากและมีปลายหัวแร้งให้เลือกใช้หลายแบบ โดยมีตั้งแต่ขนาด 6 วัตต์ จนถึง 250 วัตต์ แต่ที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์จะใช้ขนาด 15 – 30 วัตต์ ซึ่งให้ความร้อนไม่สูงมากนัก เหมาะกับการบัดกรีอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ นอกจากนี้ในบางรุ่นจะมีสวิตช์กดเพิ่มระดับความร้อนให้สูงได้ด้วย สำหรับปลายบัดกรีของหัวแร้งแช่จะมีทั้งชนิดที่ใช้แล้วสึกกร่อนหมดไปและชนิดเปลี่ยนปลายได้



ภาพที่ 1.40 หัวแร้งแช่ และวงจรการทำงานภายใน

6.1.2 ตะกั่วบัดกรี

ตะกั่วบัดกรีนิยมใช้โลหะผสมระหว่างดีบุกกับตะกั่ว เพื่อให้หลอมเหลวได้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ โดยจะระบุส่วนผสมเป็น ดีบุก/ตะกั่ว เช่น ตะกั่วบัดกรีชนิด 60/40 จะมีส่วนผสมของดีบุก 60% และตะกั่ว 40% นอกจากนี้แล้วในตัวตะกั่วบัดกรี จะมีการแทรกฟลักซ์ (Flux) ไว้ภายในด้วยจำนวนที่พอเหมาะ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งหน้าที่ของฟลักซ์คือ จะดูดกลืนโลหะออกไซด์ ซึ่งเกิดจากการเข้าร่วมทำปฏิกิริยา ของออกซิเจนในอากาศออกไป ทำให้รอยต่อระหว่างตะกั่วกับโลหะติดแน่นยิ่งขึ้น โดยการแทรกฟลักซ์นี้ไว้ตลอดความยาวซึ่งบางชนิดมีถึง 5 แกน จะเรียกกันตามผู้ผลิตว่า ตะกั่วมัลติคอร์ (Multi-core)

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 82
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	



ภาพที่ 1.41 ตะกั่วบัดกรี และการแทรกฟลักซ์ภายในเส้นตะกั่ว

การบัดกรีชิ้นงาน

1. เลือกใช้หัวแร้งให้เหมาะสมกับงาน ทั้งในส่วนของความร้อนและปลายหัวแร้ง
2. ทำความสะอาดปลายหัวแร้งด้วยผ้านุ่ม หรือฟองน้ำทนไฟ และในกรณีใช้หัวแร้งครั้งแรกควรเสียบหัวแร้งทิ้งไว้ให้ร้อนเต็มที่ แล้วใช้ตะกั่วไล่ที่ปลายหัวแร้ง เพื่อให้การใช้งานต่อ ๆ ไป ตะกั่วจะได้ติดปลายหัวแร้ง

3. ทำความสะอาดชิ้นงานก่อนทำการบัดกรี

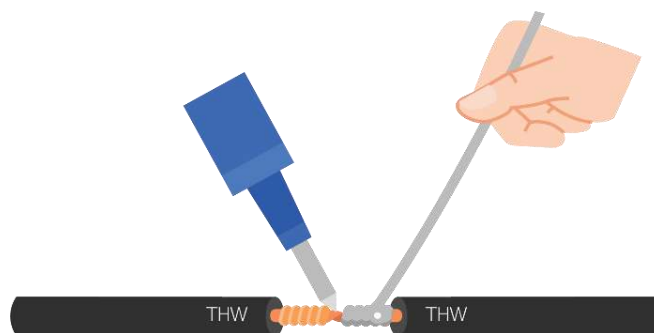
4. ใช้มือประคองหัวแร้งโดยไม่ต้องออกแรงกด ให้ความร้อนกับชิ้นงานทั้งสองแล้วจ่ายตะกั่วบัดกรี

ระหว่างตัวชิ้นงาน



5. จ่ายตะกั่วให้กับชิ้นงาน


6. เมื่อตะกั่วหลอมละลาย จึงค่อยถอนตะกั่วออก

7. จากนั้นจึงค่อยถอนหัวแร้งออกจากชิ้นงานตามลำดับ



ภาพที่ 1.42 หัวแร้งจี้ที่ลวดตัวนำ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 83
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	
<p>หมายเหตุ ไม่ควรใช้วิธีนำหัวแรงไปละลายตะกั่วแล้วนำมาพอกที่ชิ้นงานเพราะตะกั่วจะไม่เกาะชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานที่บัดกรีมีปัญหา</p> <p>6.2 การพันฉนวน</p> <p>เมื่อต่อสายไฟฟ้าแล้วต้องหุ้มจุดต่อสายด้วยฉนวนเพื่อป้องกันไฟรั่ว หรือไฟดูด ซึ่งนิยมใช้เทปพีวีซีในการพันฉนวน ในการหุ้มฉนวนสาย ให้ดึงเทปพีวีซีตั้งพอสมควร แล้วเริ่มพันบนฉนวนเหนือทองแดง ประมาณ 0.5 – 1 เซนติเมตร โดยพันให้เส้นเทปซ้อนกันประมาณ 1 ใน 4 ของความกว้างแผ่นเทป ทำเช่นนี้ประมาณ 2 – 3 รอบ เพื่อความแน่นหนา</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">ภาพที่ 1.43 การพันฉนวน</p>				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 84
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

1. ชนิดของท่อที่ใช้ในเครื่องทำความเย็น

1.1 ท่อทางเดินสารทำความเย็นที่ใช้ในระบบเครื่องทำความเย็น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1) ท่อชนิดอ่อน ส่วนใหญ่ที่นิยมใช้ ได้แก่ ท่อทองแดงอย่างอ่อน ท่ออะลูมิเนียม ท่อที่ทำจากสารอัลลอยด์พิเศษ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางหลายขนาด เช่น ท่อทองแดงชนิดอ่อน (Soft Copper) ท่ออะลูมิเนียม หรือท่อที่ทำจากอัลลอยด์ชนิดพิเศษ ที่นิยมใช้กันทั่วไป คือ ท่อทองแดงชนิดอ่อน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (Outside Diameter หรือ OD) ตั้งแต่ 1/4 นิ้ว ถึง 3/4 นิ้ว มีความหนาหลายขนาด เช่น ชนิดหนา (K) ชนิดปานกลาง (M) และชนิดบาง (L) เป็นต้น มีความยาวม้วนละ 50 ฟุต (15 เมตร) เวลาใช้งานต้องระมัดระวังในการคลี่ออกจากม้วน มิฉะนั้นอาจทำให้ท่อพับหรือแบนได้ ท่อชนิดอ่อนมักนิยมใช้กับระบบการทำความเย็นขนาดเล็กโดยทั่วไป


2) ท่อชนิดแข็งที่ใช้ในระบบทำความเย็น ได้แก่ ท่อทองแดงอย่างแข็ง (Hard – draw Copper) ท่อสแตนเลส โดยมีการจำหน่ายเป็นท่อน ๆ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกตั้งแต่ 3/8 นิ้ว ถึง 4 นิ้ว มีความหนาหลายขนาดเช่นเดียวกับท่อชนิดอ่อน มีความยาวประมาณท่อนละ 20 ฟุต (6 เมตร) มักใช้กับระบบการทำความเย็นขนาดใหญ่ การนำท่อทองแดงชนิดอ่อนไปใช้งานจะต้องมีวิธีการในการตัดท่อ การขยายท่อ การบานท่อ การเชื่อม



ภาพที่ 1.1 ท่อชนิดอ่อน



ภาพที่ 1.2 ท่อชนิดแข็ง


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 85
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

1.2 ขนาดของท่อทองแดง และท่อแคปทีวี่ปี้

ท่อทองแดงชนิดท่ออ่อนแบบม้วน และชนิดแข็งแบบเส้นมีหลายขนาด ซึ่งนำมาใช้กับงานเดินท่อของ
 สารทำความเย็นในระบบที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 ขนาดของท่อทองแดงแบบม้วน แบบความหนาปกติ

ขนาด (นิ้ว)	ความหนา (มม.)
1/4	0.40
1/4	0.50
1/4	0.71
5/16	0.40
5/16	0.50
5/16	0.60
5/16	0.70
3/8	0.46
3/8	0.50
3/8	0.60
3/8	0.71
1/2	0.48
1/2	0.60
1/2	0.71
5/8	0.54
5/8	0.71
3/4	0.61
3/4	0.71
3/4	0.81


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 86
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

ตารางที่ 1.2 ขนาดของท่อทองแดงแบบม้วน แบบความหนาพิเศษ

ขนาด (นิ้ว)	ความหนา (มม.)
3/16	0.60
3/16	0.40
1/4	1.20
5/16	1.20
5/16	1.02
3/8	1.20
1/2	1.20
5/8	1.20
5/8	1.02
3/4	1.20
3/4	1.02

ตารางที่ 1.3 ขนาดของท่อทองแดงแบบเส้น Type M ความยาว 6 เมตร

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (นิ้ว)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (นิ้ว)	ความหนา (มม.)
3/8	1/4	0.55
1/2	3/8	0.64
5/8	1/2	0.71
3/4	5/8	0.76
7/8	3/4	0.81
1-1/8	1	0.89
1-3/8	1-1/4	1.07
1-5/8	1-1/2	1.27
2-1/8	2	1.52
2-5/8	2-1/2	1.78
3-1/8	3	2.03


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 87
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

ตารางที่ 1.4 ขนาดของท่อทองแดงแบบเส้น Type L ความยาว 6 เมตร

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอก (นิ้ว)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (นิ้ว)	ความหนา (มม.)
3/8	1/4	0.76
1/2	3/8	0.89
5/8	1/2	1.02
3/4	5/8	1.07
7/8	3/4	1.14
1-1/8	1	1.27
1-3/8	1-1/4	1.40
1-5/8	1-1/2	1.52
2-1/8	2	1.78
2-5/8	2-1/2	2.03
3-1/8	3	2.29
3-5/8	3-1/2	2.54
4-1/8	4	2.79
5-1/8	5	3.18
6-1/8	6	3.56
8-1/8	8	5.08

ตารางที่ 1.5 ขนาดของท่อทองแดงแบบเส้น Type K ความยาว 6 เมตร

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (นิ้ว)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (นิ้ว)	ความหนา (มม.)
3/8	1/4	0.89
1/2	3/8	1.24
5/8	1/2	1.24
3/4	5/8	1.24
7/8	3/4	1.65
1-1/8	1	1.65
1-3/8	1-1/4	1.65
1-5/8	1-1/2	1.83


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 88
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม		เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 4		

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (นิ้ว)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายใน (นิ้ว)	ความหนา (มม.)
2-1/8	2	2.11
2-5/8	2-1/2	2.41
3-1/8	3	2.77
4-1/8	4	3.40
5-1/8	5	4.06
6-1/8	6	4.88

นอกจากนี้ท่ออีกประเภทที่เป็นอุปกรณ์สำคัญของระบบปรับอากาศ คือ ท่อแคปปิลลารี หรือแคป
ทิวป์ ซึ่งมีรายละเอียดของขนาดตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.6 แสดงขนาดของท่อแคปปิลลารี

ขนาดและเบอร์แคปทิวป์	
ขนาด (นิ้ว)	เบอร์
0.026	22
0.031	21
0.036	20
0.042	19
0.050	18
0.055	17
0.059	16
0.064	15
0.070	14

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 89
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

2. การตัดท่อ

การตัดท่อสารทำความเย็น มี 2 วิธี ดังนี้

2.1 การตัดท่อโดยใช้คัตเตอร์หรือมีดตัด

คัตเตอร์หรือมีดสำหรับตัดท่อ มีหลายประเภท ซึ่งผู้ใช้งานควรเลือกใช้คัตเตอร์ให้เหมาะสมกับประเภท และขนาดของท่อ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) คัตเตอร์ตัดท่อแบบสายคล้องตัว สำหรับใช้ตัดท่อในที่แคบ โดยตัดท่อได้ตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-12 นิ้ว




ภาพที่ 1.3 คัตเตอร์ตัดท่อแบบคล้องตัว

2) คัตเตอร์ตัดท่อแบบสปริง ประกอบไปด้วยส่วนของสปริงที่มีหน้าที่ช่วยให้การขยับเข้าออกรวดเร็วขึ้น ทำให้ประหยัดเวลาในการหมุนคัตเตอร์เพื่อตัดท่อ คัตเตอร์ตัดท่อแบบสปริงมีหลายรุ่น ซึ่งสามารถตัดท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/4 - 6 นิ้ว



ภาพที่ 1.4 คัตเตอร์ตัดท่อแบบสปริง

3) คัตเตอร์ตัดท่อทองแดง และท่อร้อยสายไฟ (Tubing and Conduit Cutter) สำหรับตัดท่อทองแดง ท่อทองเหลือง ท่ออะลูมิเนียม และท่อร้อยสายไฟแบบบาง โดยคัตเตอร์ประเภทนี้ จะมีลูกบิดขนาดใหญ่ ซึ่งช่วยประหยัดเวลาในการตัดท่อ คัตเตอร์ประเภทนี้มีหลายขนาด สามารถตัดท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/8 - 4 นิ้ว

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 90
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม		ระยะเวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 4		



ภาพที่ 1.5 คัตเตอร์ตัดท่อทองแดง และท่อร้อยสายไฟ

4) คัตเตอร์ตัดท่อแบบลูกกลิ้งขนาดใหญ่ เป็นคัตเตอร์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับท่อขนาดใหญ่ และสามารถใช้ร่วมกับมอเตอร์ขับเคลื่อน โดยอุปกรณ์นี้สามารถรองรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1/8 – 2 นิ้ว




ภาพที่ 1.6 คัตเตอร์ตัดท่อแบบลูกกลิ้งขนาดใหญ่

5) คัตเตอร์ตัดท่อแบบอัตโนมัติ เหมาะสำหรับตัดท่อทองแดง ท่อทองเหลือง ท่ออะลูมิเนียม ท่อพีวีซี ท่อร้อยสายไฟแบบบาง อุปกรณ์จะทำให้จับยึดท่อได้แบบพอดี และสามารถตัดได้โดยหมุนอุปกรณ์ไปรอบ ๆ เหมาะสำหรับการทำงานในพื้นที่จำกัด คัตเตอร์แบบอัตโนมัติมี 2 ขนาด คือ สำหรับท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร และ 22 มิลลิเมตร



ภาพที่ 1.7 คัตเตอร์ตัดท่อแบบอัตโนมัติ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 91
		หน่วยการเรียนรู้ : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม		
	งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง	

1) มินิคัตเตอร์ เป็นคัตเตอร์ขนาดเล็ก เหมาะสำหรับการตัดท่อขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 3-22 มิลลิเมตร และพื้นที่ทำงานที่จำกัด ซึ่งมินิคัตเตอร์สามารถตัดท่อทองแดง ท่ออะลูมิเนียม และท่อทองเหลือง




ภาพที่ 1.8 มีด มินิคัตเตอร์

ในระบบการทำความเย็นขนาดเล็ก มีดตัดท่อจัดเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตัดท่อมากที่สุด รองลงไป คือตะไบสามเหลี่ยม ส่วนเลื่อยตัดเหล็กมักใช้กับงานท่อของระบบทำความเย็นขนาดใหญ่เท่านั้น

การตัดท่อด้วยมีดตัดท่อ เป็นวิธีที่นิยมใช้ทั่วไปเนื่องจากกระทำได้ง่าย และไม่มีเศษผงขณะทำการตัด มีดตัดท่อเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตัดท่อทองแดงชนิดอ่อน ในการปฏิบัติงานบางครั้งมีดตัดท่อธรรมดาไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากพื้นที่คับแคบจึงต้องใช้มีดตัดท่อขนาดเล็ก (Mini Cutter) มีดตัดท่อขนาดเล็กจะใช้กับท่อขนาดเล็กโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1/2 นิ้ว ดังภาพที่ 1.8 ข้างต้น

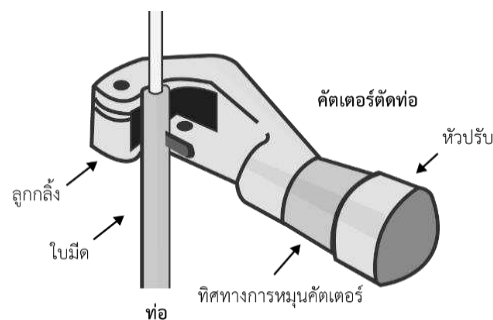
การคลี่ท่อทองแดงอ่อน

ท่อทองแดงอ่อนที่มีจำหน่ายเป็นม้วนเมื่อจะใช้งานต้องคลี่ให้ถูกต้อง มิฉะนั้นอาจทำให้ท่อพับหรือแบนได้ และความยาวที่คลี่ออกมาเพื่อตัดใช้งานจะต้องมีความพอดี ถ้ามีความยาวมากเกินไปเมื่อต้องการม้วนกลับคืนจะกระทำได้ลำบาก ปกติจะต้องใช้สปริงตัดท่อตัดคืนเข้าม้วน การคลี่ท่อทองแดงอ่อนจะกระทำโดยการขมม้วนทองแดงให้ตั้งฉากกับพื้นที่เรียบ เอามือกดด้านปลายท่อให้ชิดกับพื้น แล้วค่อย ๆ จับม้วนท่อทองแดงกลิ้งม้วนไปตรงข้ามกับด้านปลายท่อที่กดไว้ชิดพื้น การกลิ้งม้วนท่อทองแดงออกไปก็จะได้ความยาวท่อที่ต้องการใช้งาน เมื่อได้ความยาวที่ต้องการก็จะมีกรตัดท่อในขั้นตอนต่อไป โดยท่อที่คลี่ออกจากม้วนจะโค้งงอไม่สวยงาม ซึ่งสามารถตกแต่งได้ด้วยมือ และค่อนข้างร่วมกัน สำหรับม้วนท่อทองแดงเมื่อมีการตัดท่อบางส่วนออกไปแล้ว จะต้องรีบบีบปลายท่อด้วยฝาจุกปิดทันที ทั้งนี้เพื่อป้องกันฝุ่นผง แมลงหรือสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ รวมทั้งความชื้นที่อาจเข้าไปในท่อได้

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 92
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม		หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

ขั้นตอนการตัดท่อโดยใช้มิตตัด

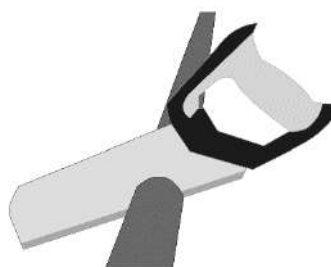
- 1) ทำตำแหน่งที่จะตัดไว้ที่ท่อทองแดง
- 2) วางท่อระหว่างลูกกลิ้งกับใบมีดของมิตตัดท่อ โดยให้ใบมีดตรงกับตำแหน่งที่ทำเครื่องหมาย
- 3) หมุนหัวปรับตั้งหรือปุ่มแรงระยะใบมีด ให้ฝังลงในเนื้อทองแดงเล็กน้อย
- 4) หมุนตัวมิตตัดท่อช้า ๆ รอบท่อ จะทำให้ใบมีดหมุนฝังเนื้อท่อโดยรอบ
- 5) หมุนหัวปรับระยะใบมีดลงในท่ออีก แล้วหมุนมิตตัดท่อช้า ๆ รอบท่อ ทำซ้ำ ๆ จนท่อขาด
- 6) จัดการลบคมท่อด้วยตัวลบคมท่อ (Reamer)




ภาพที่ 1.9 ลักษณะการตัดท่อด้วยคัตเตอร์

2.2 การตัดท่อโดยใช้เลื่อย

เหมาะสำหรับท่อแข็ง โดยต้องใช้ตัวจับท่อยึดท่อไว้ก่อนที่จะใช้เลื่อยตัดเพื่อความสะดวกและแม่นยำ



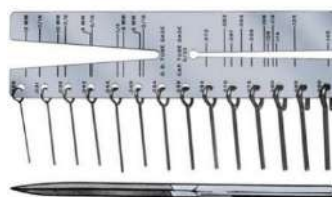
ภาพที่ 1.10 การใช้เลื่อยตัดท่อ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 93
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง


การตัดท่อแคปิลลารี

ท่อแคปิลลารี หรือ แคปทีวี่ป เป็นท่อที่มีขนาดเล็กมาก ดังนั้นในการตัดแคปทีวี่ปจึงใช้อุปกรณ์เฉพาะสำหรับตัดแคปทีวี่ปเท่านั้น โดยการตัดแคปทีวี่ปมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) คลี่ท่อแคปทีวี่ปออกจากม้วน ตกแต่งให้เป็นเส้นตรง
- 2) ทำตำแหน่งจุดที่จะตัด
- 3) ใช้ตะไบสามเหลี่ยมถูตรงจุดตัดให้เป็นร่องลึก ประมาณ 1/3 ของขนาดท่อ
- 4) ใช้มือตัดงอไปมาให้ท่อหัก ตรงจุดตัด
- 5) ตกแต่งปลายท่อด้วยตะไบให้ดูสวยงาม
- 6) ทำความสะอาดไม่ให้เศษผงทองแดง หรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ เข้าไปในท่อ



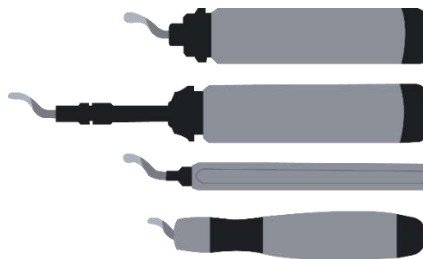
ภาพที่ 1.11 ตะไบสามเหลี่ยม กับที่วัดขนาดท่อแคปทีวี่ป

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 94
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม		เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 4		

3. การปรับแต่งปลายท่อ (ลบคมท่อ)

การลบคมท่อ (Reamer) เมื่อเสร็จจากการตัดท่อทุกครั้ง จะต้องลบคมท่อให้เรียบร้อยทุกครั้งด้วยเครื่องมือที่เรียกว่าตัวลบคมท่อ (Reamer) การลบคมท่อทำได้โดยการใช้ตัวลบคมท่อด้านที่เป็นกรวยแหลมสอดเข้าไปในท่อที่ซีลิ่งต่ำ กดและหมุนตัวลบคมท่อให้ตัดเศษทองแดงออกไป และขณะที่กำลังลบคมท่อ จะต้องระมัดระวังไม่ให้เศษผงทองแดงตกเข้าไปในท่อ เพราะอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการอุดตันในระบบได้

- ชุดใบมีดงอ เป็นอุปกรณ์ลบคมท่อโลหะสำหรับใส่กับก้านจับขนาด 3.2 มิลลิเมตร

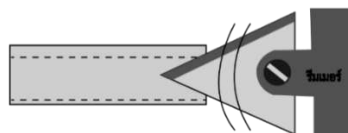


ภาพที่ 1.12 ชุดใบมีดงอ


- อุปกรณ์ลบคมปลายท่อ สามารถลบคมได้ทั้งข้อบด้านใน และด้านนอก โดยส่วนที่จับทำจากพลาสติก ช่วยให้จับได้แน่นกระชับ



ภาพที่ 1.13 อุปกรณ์ลบคมปลายท่อ



ภาพที่ 1.14 การใช้รีมเมอร์ปรับแต่งปลายท่อ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 95
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

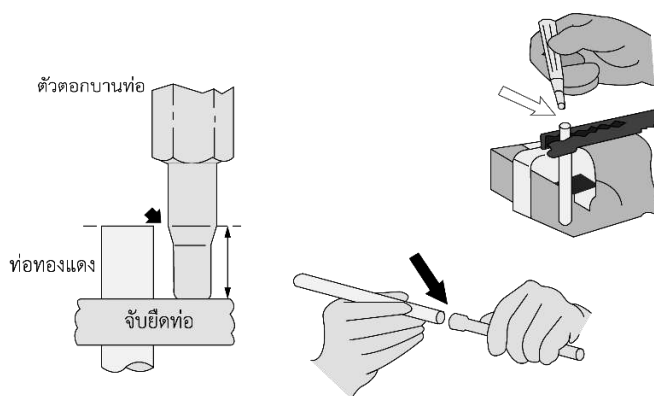
4. การขยายท่อและการบานท่อ

4.1 การขยายท่อทองแดง

เป็นการขยายท่อให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเล็กน้อย เพื่อให้สามารถสวมต่อกับท่ออีกท่อนหนึ่งที่มีขนาดเท่ากันได้ โดยใช้เครื่องมือขยายท่อ (Swaging Tool) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวจับท่อ และเหล็กตอก

ขั้นตอนการขยายท่อ มีดังนี้


- 1) คว้านตักแต่งปลายท่อให้เรียบร้อย
- 2) ใส่ท่อเข้าไปในรูของตัวจับท่อ ขนาดของรูกับท่อต้องเท่ากัน วัดความสูงของปลายท่อให้เท่ากับความหนาของเหล็กตอก
- 3) ชันตัวจับให้แน่น
- 4) ใส่เหล็กตอกเข้าไปในท่อ แล้วใช้ค้อนค่อย ๆ ตอกเหล็กตอก จนปลายท่อแนบกับด้ามเหล็กตอก
- 5) คลายตัวจับท่อออก



ภาพที่ 1.15 การขยายท่อ

3.1 การบานท่อ

การบานท่อ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การบานแฟลร์ มีจุดประสงค์เพื่อต่อท่อเข้าด้วยกัน โดยใช้วิธีการขันเกลียวของแฟลร์นัตที่เกลียวใน เข้ากับเกลียวนอกของยูเนียน ซึ่งแบ่งออกเป็น การบานท่อชั้นเดียว และการบานท่อสองชั้น มีระยะการบานแฟลร์ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ดังนี้

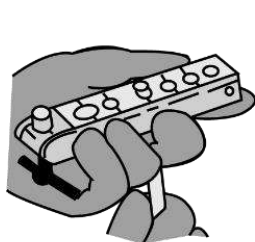
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 96
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

ตารางที่ 1.7 แสดงระยะ A ต่อขนาดท่อต่าง ๆ

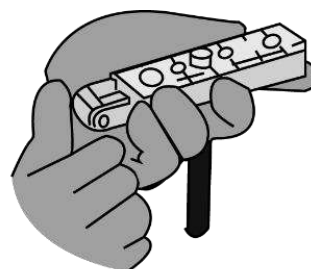
เส้นผ่านศูนย์กลาง	ระยะ A (มม.)
1/4 นิ้ว	0.8 – 1.5
5/16 นิ้ว	0.8 – 1.2
3/8 นิ้ว	1.0 – 1.8
1/2 นิ้ว	1.0 – 2.0

ขั้นตอนการบานท่อชั้นเดียว มีดังนี้

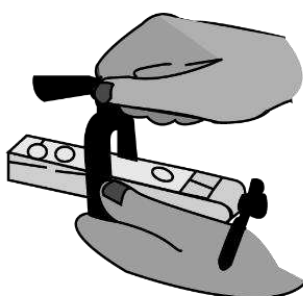
- 1) คว้านตกแต่งปลายท่อให้เรียบร้อย
- 2) ใส่ท่อเข้าไปในรูจับท่อ ขนาดของรูกับท่อต้องเท่ากัน และให้ปลายท่อสูงกว่าตัวจับประมาณ 1/3 ของความสูงปากหลุม ถ้าเหลื่อมปลายท่อไว้มากเกิน เมื่อบานท่อท่อจะแตกออก ถ้าเหลื่อมปลายท่อน้อยเกินไป เมื่อไปสวมต่อจะทำให้เกิดการรั่วไหลของสารทำความเย็นได้
- 3) ขันตัวจับให้แน่น
- 4) สวมตัวบานท่อเข้าไปในตัวจับ แล้วออกแรงขันให้ตัวบานท่อกดท่อทองแดงบานออก
- 5) คลายตัวจับออก



(ก)




(ข)



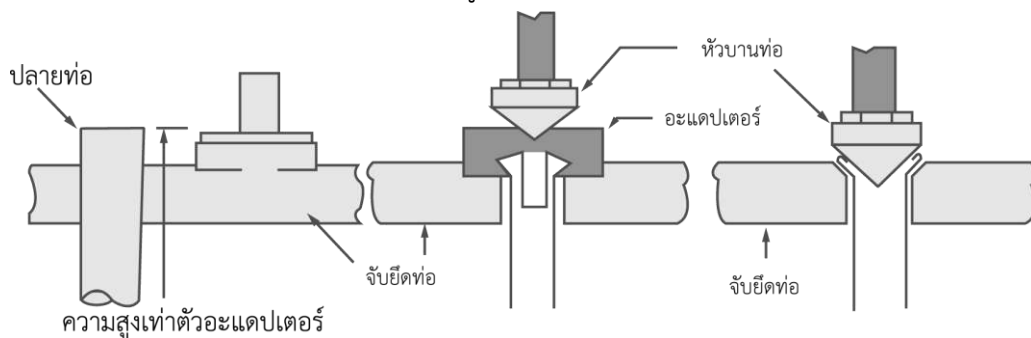
(ค)

ภาพที่ 1.16 การบานท่อชั้นเดียว


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 97
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

ขั้นตอนการบานท่อสองชั้น มีดังนี้

- 1) คว้านตักแต่งปลายท่อให้เรียบร้อย
- 2) ใส่ท่อเข้าไปในรูจับท่อ โดยให้ความสูงของปลายท่อเท่ากับความหนาของอะแดปเตอร์
- 3) ชันตัวยึดให้แน่น
- 4) สวมอะแดปเตอร์เข้าไปในท่อ
- 5) ออกแรงขันให้ตัวบานท่อกดลงบนอะแดปเตอร์จนแน่น
- 6) คลายตัวบานท่อและเอาอะแดปเตอร์ออก แล้วออกแรงขันให้ตัวบานท่อกดลงบนปลายท่ออีกครั้ง
- 7) คลายตัวบานท่อ และตัวจับท่อออก
- 8) ถ้าหากท่อที่บ้านแล้วสวมกับยูเนียนไม่พอดีให้ทำใหม่



ภาพที่ 1.17 การบานท่อสองชั้น

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 98
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

5. การตัดท่อ

การตัดท่อให้โค้ง เพื่อให้สามารถต่อถึงกันได้ โดยการตัดท่อจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เบนเดอร์ (Bender) ซึ่งสามารถตัดท่อได้หลายชนิด เช่น ท่อเหล็ก ท่อสแตนเลส ท่อทองแดง ท่ออะลูมิเนียม เป็นต้น โดยไม่ควรใช้กับท่อที่มีผนังท่อบางมาก และท่อแข็ง

เบนเดอร์

แบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

1) แบบกระเดื่อง (Lever Bender) เป็นแบบที่นิยมใช้ทั่วไป สามารถให้ระยะตัดได้ที่ 180 องศา การใช้งานมีหลักสำคัญคือเลือกขนาดให้เหมาะกับขนาดท่อที่จะตัด เลือกใช้รัศมีของโค้งวงกลมที่ตัดให้ตรงกับขนาดของเบนเดอร์

ตารางที่ 1.8 รัศมีรัศมีของโค้งวงกลมของเบนเดอร์

ขนาดเบนเดอร์	รัศมีรัศมี (นิ้ว)
1/4	9/16
5/16	11/16
3/8	15/16

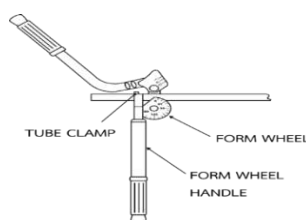
2) แบบสปริง (Spring Bender) เป็นเครื่องมือสามารถตัดท่อได้หลายรูปแบบ การใช้งานมีหลักการคือ ต้องเลือกขนาดสปริงให้เหมาะกับขนาดท่อ หลังการตัดแล้วสปริงมักติดกับตัวท่อให้ทำการหมุนตามเกลียวสปริงเพื่อนำสปริงออก ไม่ควรดึงสปริงออกโดยตรง

3) แบบ Gear Type เป็นเครื่องมือที่ไม่พบได้โดยทั่วไป ส่วนใหญ่จะใช้ในงานอุตสาหกรรม เพื่อผลิตงานในปริมาณมาก ๆ


ขั้นตอนการตัดท่อ ดังนี้

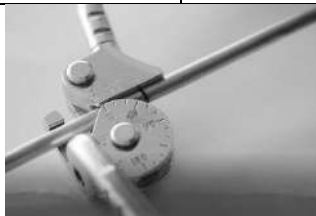
- 1) เลือกเบนเดอร์ให้พอดีกับขนาดของท่อ
- 2) ยกด้ามหมุนขึ้น ใส่ท่อทองแดงในช่อง และตัวจับท่อเพื่อป้องกันไม่ให้ท่อเลื่อนไหล

ดังภาพที่ 1.18

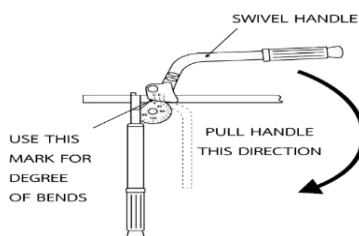


ภาพที่ 1.18 รัศมีจับยึดท่อก่อนตัด

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 99
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

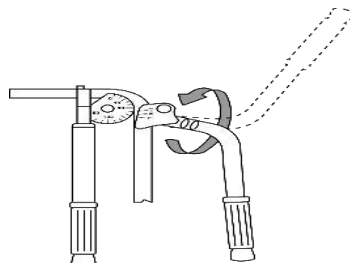


ภาพที่ 1.19 ตรวจสอบตำแหน่งองศาที่ 0 ให้ตรงกับตำแหน่งที่จะตัด




ภาพที่ 1.20 ทิศทางการตัด

- 1) ค่อย ๆ กัดด้ามของเบนเดอริ์ให้ท่อโก่งตามองศาที่ต้องการ ดังภาพที่ 1.21



ภาพที่ 1.21 ตำแหน่งการอ่านค่าองศาในการตัด

- 2) ถ้าต้องการตัดท่อที่มีมุมมากกว่า 90 องศา ให้หมุนด้านจับทวนเข็มนาฬิกาเข้าหาตัว เพื่อให้สามารถกัดด้ามจับได้อีก
- 3) วัดความยาวจากปลายท่อ และทำเครื่องหมายจุดที่ต้องการตัดท่อ
- 4) ถ้าด้านปลายของท่อที่ต้องการตัดอยู่ด้านซ้ายของตัวจับท่อ ให้ขยับเครื่องหมายบนท่อให้ตรงกับ ซีต L บนด้ามจับ
- 5) ถ้าด้านปลายของท่อที่ต้องการตัดอยู่ด้านขวาของตัวจับท่อ ให้ขยับเครื่องหมายบนท่อให้ตรงกับ ซีต R บนด้ามจับ
- 6) การตัดท่อด้วยมุม 90 องศา จะกัดด้ามกดลงจนกระทั่งซีต 0 บนด้ามจับตรงกับซีต 90 องศาบนวงล้อ
- 7) การตัดท่อด้วยมุม 45 องศา จะกัดด้ามกดลงจนกระทั่งซีต 0 บนด้ามจับตรงกับซีต 45 องศาบนวงล้อ
- 8) ถอดท่อออกจากเบนเดอริ์

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 100
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

1. ชนิดของลวดเชื่อม

ในการเชื่อมแก๊สจำเป็นต้องมีลวดเชื่อมแก๊ส เพื่อเป็นตัวช่วยในการประสานระหว่างท่อที่ทำการเชื่อม โดยลวดเชื่อมแก๊สจะหลอมละลายเมื่อได้รับความร้อน และจะแทรกตัวไปยึดเกาะกับท่อ เปรียบเหมือนดั่งกาวที่ช่วยยึดติด นอกจากนี้ยังช่วยไม่ให้เกิดรอยร้าวระหว่างการเชื่อมต่อของท่อด้วย

ลวดเชื่อมแก๊ส มีหลายชนิดซึ่งมีคุณสมบัติต่างกัน ดังนี้

1.1 ลวดเชื่อมเงิน

ลวดเชื่อมเงิน เรียกอีกอย่างว่า ลวดเชื่อมทองแดง มีจุดหลอมเหลวต่ำ และไม่ต้องใช้ฟลักซ์ในการช่วยประสานเหมาะสำหรับใช้ในงานเชื่อมระหว่างทองแดงกับทองแดง เช่น ในงานเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 2.1 ลวดเชื่อมเงิน

1.2 ลวดเชื่อมทองเหลือง


มีจุดหลอมเหลวสูง และต้องใช้ฟลักซ์ในการช่วยประสาน เหมาะสำหรับใช้ในงานเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ และการซ่อมแซมชิ้นงาน เช่น งานเชื่อมทองเหลือง ทองแดง ทองแดงผสมและเหล็กหล่อ



ภาพที่ 2.2 ลวดเชื่อมทองเหลือง

1.3 ลวดผิวแดง

ลวดผิวแดงเป็นลวดที่ใช้ในงานเชื่อมเหล็กทั่วไป เหมาะกับงานทำท่อมอเตอร์ไซค์ และเฟอร์นิเจอร์ นอกจากนี้ยังมีลวดเชื่อมแก๊สอีกหลายชนิดที่ใช้ได้กับงานที่ทำจากโลหะเฉพาะเจาะจงเท่านั้น เช่น ลวดเชื่อมเหล็ก ลวดเชื่อมเหล็กหล่อ ลวดเชื่อมโลหะผสมลวดเชื่อมสเตนเลส และลวดเชื่อมอะลูมิเนียม เป็นต้น

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 101
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง


ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างลวดเชื่อม

มาตรฐาน AWS	ชนิดของโลหะ	อุณหภูมิหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)
ER5356	อะลูมิเนียม	2060
ER70S-6	อาร์กอน	-40 - 30
ER308	สแตนเลสสตีล	1400 - 1450
ERCuAl-A2	ทองแดง	1040

การเลือกใช้ลวดเชื่อมในงานท่อของเครื่องปรับอากาศ จะใช้ลวดเชื่อมทองแดง หรือลวดเชื่อมเงิน ซึ่งสามารถแบ่งระดับได้ ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ลวดเชื่อมเงินระดับต่าง ๆ

ชนิด	งานเชื่อมที่เหมาะสม
ไม่มีส่วนผสมของเงิน (0%)	งานเชื่อมทองแดงแบบประหยัด และงานที่ใช้อุณหภูมิสูงได้
มีส่วนผสมของเงิน 2%	งานเชื่อมทองแดง และงานเชื่อมทองเหลือง แบบที่ใช้อุณหภูมิสูงได้
มีส่วนผสมของเงิน 5%	งานเชื่อมที่ต้องการความยืดหยุ่นกว่าแบบ 0% และ 2%
มีส่วนผสมของเงิน 15%	งานที่หน้าสัมผัสไม่เรียบ งานเครื่องทำความเย็น และงานเครื่องปรับอากาศเคลื่อนที่
มีส่วนผสมของเงิน 35%	งานที่มีโลหะพื้นฐานต่างสกุล เช่น เหล็กกับทองแดง
มีส่วนผสมของเงิน 45%	งานที่มีโลหะพื้นฐานต่างสกุล เช่น สแตนเลสสตีล กับทองแดง หรือทองเหลือง
มีส่วนผสมของเงิน 56%	งานเชื่อมที่ต้องการคุณภาพสูงสุด เช่น ในอุตสาหกรรมผลิตอาหาร

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 102
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 3 ชนิดของหัวเชื่อมแก๊ส

หัวเชื่อมแก๊ส (Welding Torch) อุปกรณ์สำคัญที่เป็นทางผ่านของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน และช่วยควบคุมทิศทางของแก๊ส ซึ่งหัวเชื่อมแก๊ส ประกอบไปด้วย ตัวหัวเชื่อม (Torch Body) มีลักษณะเป็นท่อกลวงที่ติดกับท่อแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีน รวมทั้งเป็นบริเวณมือจับสำหรับทำงานเชื่อม ส่วนปลายเรียกว่า หัวเชื่อม (Torch Tip) ซึ่งอยู่ปลายสุดของหัวเชื่อมติดกับส่วนห้องผสมแก๊ส หัวเชื่อมแก๊สถูกนำมาใช้ในการเชื่อมติดชิ้นงานโลหะเข้าด้วยกันอย่างแข็งแรง และแนบเนียน



ภาพที่ 3.1 ส่วนประกอบของหัวเชื่อมแก๊ส

1. หัวเชื่อมแก๊ส


แบ่งตามลักษณะของแรงดันแก๊สเป็น อะเซทิลีนได้ 2 ชนิด ได้แก่

1.1 ชนิดความดันสมดุล (Equal Pressure Type)

ชนิดความดันสมดุล ใช้กับถังแก๊สอะเซทิลีนแบบบรรจุถังสำเร็จที่มีความดันสูงกว่าถังแก๊สที่เตรียมเองในบางครั้งจะเรียกว่า Balanced Pressure เนื่องจากมักจะใช้ความดันของแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีนในอัตราส่วนเท่ากัน



ภาพที่ 3.2 หัวเชื่อมแก๊ส ชนิดความดันสมดุล

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 103
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

1.1 ชนิดหัวฉีด (Injection Type)

ชนิดหัวฉีด หรือเรียกว่า Low Pressure Type เหมาะสำหรับใช้กับถังแก๊สอะเซทิลีนจากถังที่มีความดันต่ำ หัวฉีดประเภทนี้มีโครงสร้างภายในที่แตกต่างจากหัวฉีดแบบสมดุล เนื่องจากมีท่อแก๊สออกซิเจนอยู่ตรงกลางด้านใน และมีท่อแก๊สอะเซทิลีนล้อมรอบ ซึ่งโครงสร้างแบบนี้ ทำให้เกิดสุญญากาศดูดแก๊สอะเซทิลีนเข้าไปผสมกับแก๊สออกซิเจน






ภาพที่ 3.3 หัวเชื่อมแก๊ส ชนิดหัวฉีด

นอกจากนี้ ในการเชื่อมแก๊สต้องให้ความสำคัญกับการเลือกขนาดหัวทิพเชื่อม (Welding Tip) ซึ่งเป็นท่อทองแดงผสมที่มีขนาดของรูที่หลากหลาย โดยขนาดของรูที่หัวทิพเชื่อมจะสัมพันธ์กับขนาดของเปลวไฟ ดังนั้น การเลือกขนาดของหัวทิพจะต้องพิจารณาจากความหนาและชนิดของโลหะที่จะเชื่อมด้วย เนื่องจากการเลือกหัวทิพที่ใหญ่เกินไป จะทำให้แนวเชื่อมมีขนาดใหญ่และอาจเกิดการทะลุได้ ส่วนการเลือกหัวทิพที่เล็กเกินไป จะทำให้ปริมาณความร้อนไม่เพียงพอสำหรับการหลอมละลายโลหะ ทำให้เสียเวลาในการเชื่อมนานเกินความจำเป็น โดยความเหมาะสมระหว่างขนาดของหัวทิพและความหนาของชิ้นงานเป็นไปตามตารางนี้

ตารางที่ 3.1 ขนาดของหัวทิพและความหนาของชิ้นงาน

ขนาดเบอร์หัวทิพ	ขนาดความหนาโลหะที่ต้องการเชื่อม (มิลลิเมตร)
0	0.79
1	1.58
2	2.38
3	3.17

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 104
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม		
	งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง	
<p>ปลายหัวตัดแก๊ส สามารถนำมาใช้เชื่อมต่อกับชุดถังแก๊สได้ เพื่อทำการตัดชิ้นงานโลหะให้มีขอบที่คมเรียบ ปลายหัวตัดจะมีลักษณะเป็นรูขนาดเล็กที่พันเปลวไฟ อยู่รอบ ๆ รูของแก๊สออกซิเจน ซึ่งเปลวไฟนี้จะช่วยเตรียมให้ชิ้นงานร้อน โดยปลายหัวตัด แบ่งได้เป็น</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปลายหัวตัดแบบมาตรฐาน เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อมีขนาดคงที่ ซึ่งปล่อยแก๊สออกซิเจนที่ความดัน 30 – 60 psi - ปลายหัวตัดแบบความเร็วสูง ภายในท่อจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจากแคบไปกว้าง ทำให้สามารถปล่อยแก๊สออกซิเจนออกมาที่ความดัน 60 – 100 psi ด้วยความเร็วในการตัดที่สูงมาก หัวตัดประเภทนี้จึงต้องใช้กับเครื่องตัดเท่านั้น <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">ภาพที่ 3.4 หัวตัดแก๊ส</p>			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 105
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

1. ขั้นตอนการเชื่อมแก๊ส





ภาพที่ 4.1 ชุดเชื่อมแก๊ส


1.1 เครื่องมือ

ในการเชื่อมท่อน้ำยาสารทำความเย็น จะประกอบไปด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ ดังนี้

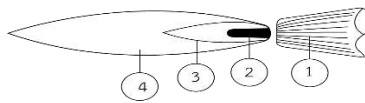
- 1) ถังบรรจุแก๊สแอลพีจี (Liquefied Petroleum Gas : LPG Cylinder)
- 2) แก๊สแอลพีจี เป็นสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอน เมื่อรวมตัวกับออกซิเจนจะเกิดการสันดาปและให้ค่าความร้อนสูง มีคุณสมบัติ คือ ติดไฟได้ หนักกว่าอากาศ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และอาจเกิดการระเบิดได้ถ้ามีความดันหรืออุณหภูมิสูงถึงจุดวิกฤต แก๊สแอลพีจี จะบรรจุค่าความดันประมาณ 100 - 130 psig ที่อุณหภูมิ 20°C
- 3) ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Cylinder)
- 4) แก๊สอะเซทิลีน เป็นสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอน เมื่อรวมตัวกับออกซิเจนจะเกิดการสันดาปและให้ค่าความร้อนสูง มีคุณสมบัติ คือ ติดไฟได้ เบากว่าอากาศ ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน และอาจเกิดการระเบิดได้ถ้ามีความดันหรืออุณหภูมิสูงถึงจุดวิกฤต แก๊สแอลพีจีจะบรรจุค่าความดันประมาณ 250 psig ที่อุณหภูมิ 20°C
- 5) ถังบรรจุแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder)
- 6) ท่อแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder) แก๊สออกซิเจนจัดเป็นแก๊สชนิดทั่วไปที่มีตามธรรมชาติ มีคุณสมบัติคือช่วยให้ไฟติดแต่ไม่ติดไฟ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ท่อออกซิเจนจะบรรจุค่าความดันประมาณ 2,000 psig ที่อุณหภูมิ 20°C
- 7) ชุดวาล์วหัวปรับความดันพร้อมเกจวัดสำหรับแก๊สออกซิเจน (Oxygen Regulator) เป็นวาล์วที่มีเกจเป็นตัวบอกค่าความดันที่มีภายในถังออกซิเจนและค่าความดันที่ปล่อยออกไปใช้งาน และมีวาล์วปรับความดันที่เป็นตัวควบคุมค่าความดันที่ปล่อยออกไปใช้งานให้มีอัตราการไหลอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปเกจที่เป็นตัวบอกค่าความดันที่มีภายในถังออกซิเจนจะมีค่าประมาณ 3,000 – 4,000 psig และเกจที่เป็นตัวบอกค่าความดันที่ปล่อยออกไปใช้งานจะมีค่าประมาณ 250 – 300 psig

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 106
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม		
	งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง	
<p>8) ชุดวาล์วปรับความดันพร้อมเกจวัดสำหรับแก๊สแอลพีจี (LPG Regulator) เป็นวาล์วที่มี เกจเป็นตัวบอกค่าความดันที่มีภายในถังอะเซทิลีน และค่าความดันที่ปล่อยออกไปใช้งาน และมีวาล์วหัวปรับ แรงดันเป็นตัวควบคุมค่าความดันที่ปล่อยออกไปใช้งานให้มีอัตราการไหลอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปเกจที่เป็น ตัวบอกค่าความดันที่มีภายในถังแอลพีจี จะมีค่าประมาณ 100 – 130 psig และเกจที่เป็นตัวบอกค่าความดัน ที่ปล่อยออกไปใช้งานจะค่าประมาณ 15 – 30 psig</p> <p>9) ชุดวาล์วปรับความดันพร้อมเกจวัดสำหรับแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Regulator) เป็น วาล์วที่มีเกจเป็นตัวบอกค่าความดันที่มีภายในถังอะเซทิลีน และค่าความดันที่ปล่อยออกไปใช้งาน และมี วาล์วปรับแรงดันเป็นตัวควบคุมค่าความดันที่ปล่อยออกไปใช้งานให้มีอัตราการไหลอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไป เกจที่เป็นตัวบอกค่าความดันที่มีภายในถังอะเซทิลีน จะมีค่าประมาณ 200 - 250 psig และเกจที่เป็นตัวบอก ค่าความดันที่ปล่อยออกไปใช้งานจะค่าประมาณ 15 – 30 psig</p> <p>10) สายยางแอลพีจี สายยางอะเซทิลีน และสายยางออกซิเจน (Welding House) มี ลักษณะเป็นท่อยาง ซึ่งอาจใช้แบบสายเดี่ยวเดินคู่กันหรือแบบสายคู่ ซึ่งมีรหัสสีที่ชัดเจน คือ ถ้าเป็นสีแดงจะ ใช้กับแก๊สแอลพีจี หรือแก๊สอะเซทิลีน สีเขียวหรือสีดำ จะใช้กับแก๊สออกซิเจน ขนาดสายจะมีความยาว ประมาณ 5 – 10 เมตร</p> <p>11) ข้อต่อ (Fitting) ไว้สำหรับสวมเข้ากับสายเชื่อม แล้วยึดด้วยแคลมป์รัดท่อยาง</p> <p>12) ทอร์ชเชื่อมและหัวทิพเชื่อม (Welding Torch and Welding tip) ทอร์ชเชื่อม หรือ กระจกเชื่อมเป็นส่วนที่แก๊สออกซิเจนและแก๊สแอลพีจีมาผสมกัน โดยสามารถควบคุมอัตราส่วนได้ตาม ต้องการ จากนั้นแก๊สจะไหลไปสู่หัวทิพเชื่อม</p> <p>13) แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Welding Goggle) สวมเพื่อป้องกันสะเก็ดไฟจากการเชื่อม และ ฝนอมสายตา โดยมีทั้งแบบเลนส์คู่และเลนส์เดี่ยว</p> <p>14) อุปกรณ์จุดเปลวไฟ (Spark Lighter) ขณะจุดไฟควรให้ปลายทิพห่างประมาณ 1 นิ้ว</p> <p>15) อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพเชื่อม (Tip Cleaner) เพื่อไม่ให้เปลวไฟเอียงหรือ แตกออก</p> <p>16) วาล์วป้องกันแก๊สและไฟย้อนกลับ (Reverse Flow Check Valves)</p> <p>17) ประแจ (Wrench) ใช้ประแจเปิดถังโดยเฉพาะ</p> <p>18) ลวดเชื่อมแก๊ส (Filler Rod)</p>			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 107
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง
<p>1.2 การเตรียมการเชื่อม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้</p> <p>1.2.1 การเปิดวาล์วถังแก๊ส</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) เปิดวาล์วหัวท่อของแก๊สแอลพีจี ประมาณ 1/4 รอบ จะสังเกตค่าความดันภายในถังจากเกจวัดแรงดัน 2) เปิดวาล์วปรับความดัน (Regulator) โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา ให้ได้ความดันประมาณ 7 – 10 psig (0.5 Kg/cm²) 3) เปิดวาล์วหัวท่อของแก๊สอะเซทิลีน ประมาณ 1/4 รอบ จะสังเกตค่าความดันภายในถังจากเกจวัดแรงดัน 4) เปิดวาล์วปรับความดัน (Regulator) โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา ให้ได้ความดันประมาณ 7 – 10 psig (0.5 Kg/cm²) 5) เปิดวาล์วหัวท่อของแก๊สออกซิเจน ประมาณ 1/8 รอบ จะสังเกตค่าความดันภายในถังจากเกจวัดแรงดัน 6) เปิดวาล์วปรับความดัน (Regulator) โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา ให้ได้ความดันประมาณ 15 – 30 psig (5 Kg/cm²) <p>1.2.2 การปรับเปลวไฟชุดหัวเชื่อม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) เปิดวาล์วหัวเชื่อมของแก๊สแอลพีจี หรือแก๊สอะเซทิลีน ประมาณ 1/4 รอบ โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาใช้มือบังที่หัวเชื่อม เมื่อรู้สึกมีแก๊สพุ่งออกมา ให้ใช้อุปกรณ์จุดเปลวไฟ โดยให้ห่างจากหัวเชื่อมประมาณ 3 เซนติเมตร 2) เปิดวาล์วหัวเชื่อมของแก๊สออกซิเจน โดยจะต้องค่อย ๆ เปิด เพื่อให้ได้เปลวไฟตามต้องการเปลวไฟจะต้องไม่มีควันดำหรือไม่มีเสียงดัง 3) เพิ่มแก๊สออกซิเจนจนได้เปลวกลาง (Neutral Flame) 4) ถ้าต้องการเปลวไฟแบบเต็มแต่ต้องการความร้อนสูงขึ้น ก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มแก๊สแอลพีจี และแก๊สออกซิเจน ในอัตราส่วนเท่ากัน (ในกรณีที่เชื่อมแก๊สแอลพีจี) หรือแก๊สอะเซทิลีน และแก๊สออกซิเจน ในอัตราส่วนเท่ากัน (ในกรณีที่เชื่อมแก๊สอะเซทิลีน) 5) ปรับเปลวไฟให้มีลักษณะตามต้องการ โดยลักษณะของเปลวไฟที่ใช้ในการเชื่อม มีหลายลักษณะ ดังนี้เปลวไฟในงานเชื่อมทั่วไป สามารถปรับได้ 3 แบบ ขึ้นอยู่กับโลหะที่ใช้เชื่อม ดังนี้ 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 108
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม		เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 4		

- เปลวลด (Carburizing Flame) ลักษณะของเปลวไฟจะเป็นกรวย 3 ชั้น เปลวลดเกิดจากปรับหมุนวาล์วของแก๊สออกซิเจนมาผสมกับแก๊สแอลพีจีในอัตราส่วนผสมที่น้อยกว่าแก๊สแอลพีจี ดังรูป



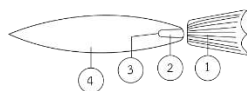
1. หัวทิฟ
2. กรวยใน
3. ปลายอะเซทิลีน
4. เปลวลด



ภาพที่ 4.2 ลักษณะเปลวลด

เป็นคุณลักษณะของเปลวลด 3x ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของแก๊สอะเซทิลีนมากกว่าออกซิเจน 3 เท่า และสามารถปรับอัตราส่วนผสมนี้ได้ตามความเหมาะสมของแต่ละงาน เช่น เปลวลด 2x ซึ่งจะให้ค่าความร้อนเพิ่มจากเดิม


- เปลวกลาง (Neutral Flame) ลักษณะของเปลวไฟจะเป็นกรวย 2 ชั้น ชั้นในกรวยมน เกิดจากการปรับหมุนวาล์วของแก๊สออกซิเจนออกมาผสมกับแก๊สอะเซทิลีนในอัตราส่วนผสมที่เท่ากัน ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์โลหะเหล็กที่ถูกเผาด้วยเปลวนี้ จะหลอมเหลวได้อย่างใสสะอาด จึงใช้สำหรับการเชื่อมโลหะได้เกือบทุกชนิด การตัดโลหะและการแล่นประสาน ซึ่งมีลักษณะเปลวไฟ ดังรูป



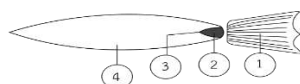
1. หัวทิฟ
2. กรวยใน
3. ปลายมน
4. เปลวกลาง



ภาพที่ 4.3 ลักษณะเปลวกลาง

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 109
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม		เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 4		

- เพลวเพิ่ม (Oxidizing Flame) ลักษณะของเปลวไฟจะเป็นกรวย 2 ชั้น ชั้นในเป็นกรวยแหลมเปลวนอกสั้นกว่าเปลวชนิดอื่น ๆ เกิดจากการปรับหมุนวาล์วของแก๊สออกซิเจนออกมาผสมกับแก๊สอะเซทิลีนในอัตราส่วนผสมที่มากกว่าแก๊สอะเซทิลีน ทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์มีออกซิเจนเหลืออยู่ในเปลวเหมาะสมสำหรับการเชื่อมบรอนซ์ การเชื่อมประสาน การอุ่นชิ้นงานเหล็กหล่อก่อนเชื่อม แต่ไม่เหมาะสำหรับการเชื่อมเหล็ก เพราะจะทำให้แนวเชื่อมไม่แข็งแรง ซึ่งมีลักษณะ ของเปลว ดังรูป



1. หัวทิพ
2. กรวยใน
3. เปลวแหลม
4. เพลวเพิ่ม




ภาพที่ 4.3 ลักษณะเปลวเพิ่ม

ในส่วนของการเชื่อมท่อในระบบเครื่องทำความเย็น ซึ่งท่อส่วนมากมักจะเป็นท่อทองแดง มักจะเลือกใช้เปลวกลาง (Neutral Flame) ซึ่งสามารถใช้เชื่อมได้ทั้งการเชื่อมทองแดงกับทองแดง หรือทองแดงกับเหล็กนอกจากนี้เปลวไฟเชื่อมทั้ง 3 แบบ นอกจากจะมีอัตราส่วนผสมที่ไม่เท่ากันแล้ว ยังให้ค่าความร้อนและธาตุที่เหลือไม่เหมือนกันด้วย

ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติของเปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อม

ชนิดเปลวไฟเชื่อมที่ใช้	ความร้อนที่ได้	อัตราส่วนผสม	ธาตุที่เหลือ
เปลวลด (Carburizing Flame)	2,800°C	$C_2H_2 > O_2$	คาร์บอน
เปลวกลาง (Neutral Flame)	3,200°C	$C_2H_2 = O_2$	ไม่เหลือธาตุ
เปลวเพิ่ม (Oxidizing Flame)	3,400°C	$C_2H_2 < O_2$	ออกซิเจน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 110
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

1.3 ขั้นตอนการเชื่อม

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) นำท่อที่จะทำการเชื่อมมาทำการขยายหรือสวมข้อต่อ แล้วทำการทดสอบสวมกันดูให้เรียบร้อย
- 2) ทำความสะอาดผิวนอกท่อด้วยกระดาษทราย
- 3) ทาฟลักซ์ (Flux) บริเวณผิวด้านนอกและผิวด้านในของท่อ (ถ้าเชื่อมด้วยลวดเชื่อมเงินและเป็นการเชื่อมระหว่างทองแดงกับทองแดงไม่ต้องทาฟลักซ์)
- 4) ปรับเปลวไฟของหัวเชื่อมให้เหมาะสมตามวิธีและขั้นตอนการปฏิบัติ
- 5) ใช้หัวเชื่อมแก๊สเป่าให้ความร้อนขึ้นงานจนแดง แล้วนำลวดเชื่อมไปแตะขึ้นงานสังเกตการวิ่งของลวดเชื่อมที่หลอมละลาย คอยดึงเปลวไฟเข้า - ออกให้พอดี โดยพยายามให้เนื้อลวดเชื่อมจับโดยรอบ
- 6) ปิดชุดเชื่อมแก๊สตามขั้นตอน


ข้อสังเกต ขณะที่ปฏิบัติงานเชื่อมท่อจะมีข้อควรปฏิบัติหรือข้อควรสังเกต ดังนี้


- ขณะทำการเชื่อมท่อขนาดใหญ่ ควรใช้ค้อนเคาะเบาๆ เพื่อช่วยในการจับตัวของลวดเชื่อมขณะที่กำลังหลอมละลาย
- ถ้าต้องการไม่ให้เกิดออกไซด์ภายในท่อ ขณะที่ทำการเชื่อมท่อจะต้องมีการผ่านแก๊สไนโตรเจนให้ไหลภายในท่อด้วยความดันประมาณ 1-2 psig เสมอ
- ในการเปิดเปลวไฟเพื่อใช้งานถ้าเราเปิดแก๊สอะเซทิลีนพร้อมกับออกซิเจนเมื่อทำการจุดเปลวไฟจะทำให้เกิดเสียงดังเสมอ (เนื่องจากการเกิดสันดาป) แต่ถ้าเราเปิดเฉพาะแก๊สอะเซทิลีนเมื่อทำการจุดแก๊สก็มักจะเกิดเขม่า และควันดำตามมา

1.4 ขั้นตอนการปิดเปลวไฟ

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ปิดวาล์วแก๊ส LPG หรือแก๊สอะเซทิลีนที่ชุดหัวเชื่อม โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา
- 2) รอจนเปลวไฟดับแล้ว ปิดวาล์วแก๊สออกซิเจนที่ชุดหัวเชื่อม โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา
- 3) ปิดวาล์วที่หัวท่อแก๊ส LPG หรือแก๊สอะเซทิลีน โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา
- 4) ปิดวาล์วที่หัวท่อแก๊สออกซิเจน โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา
- 5) เปิดวาล์วแก๊ส LPG หรือแก๊สอะเซทิลีนที่ชุดหัวเชื่อม โดยหมุนทวนเข็มนาฬิกา เพื่อปล่อยแก๊สที่อยู่ภายในสายออก สังเกตเข็มของเกจวัดค่าความดันใช้งาน และค่าความดันภายในถังชี้ที่ 0 ปิดวาล์วปรับความดัน (Regulator) โดยหมุนทวนเข็มนาฬิกา
- 6) ปิดวาล์วแก๊ส LPG หรือแก๊สอะเซทิลีนที่ชุดหัวเชื่อม โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 111
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม		
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง	
<p>7) เปิดวาล์วแก๊สออกซิเจนที่ชุดหัวเชื่อม โดยหมุนทวนเข็มนาฬิกา เพื่อปล่อยแก๊สที่อยู่ภายในสายออก สังเกตเข็มของเกจวัดค่าความดันใช้งาน และค่าความดันภายในถังซีที่ 0 ปิดวาล์วปรับความดัน (Regulator) โดยหมุนทวนเข็มนาฬิกา</p> <p>8) ปิดวาล์วแก๊สออกซิเจนที่ชุดหัวเชื่อม โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา</p>				


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 112
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายใน บ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 5 การเชื่อมท่อทองแดง

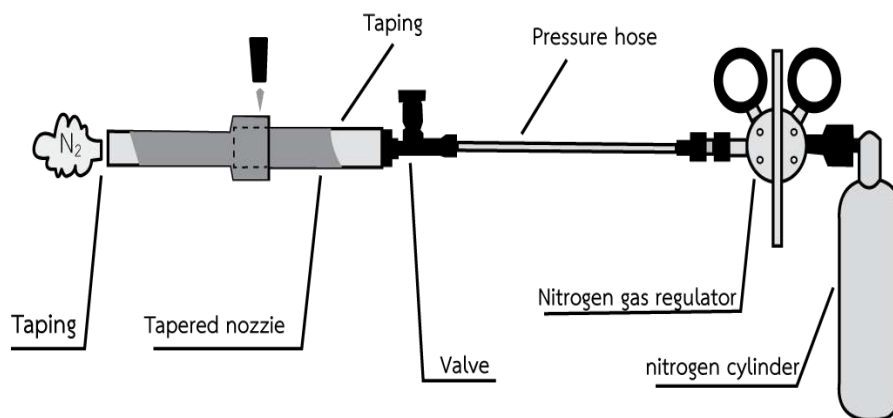
การเชื่อมท่อทองแดงด้วยวิธีการบัดกรีแข็ง (Brazing) ซึ่งเป็นการให้ความร้อนแก่ท่อทองแดง และเติมโลหะเชื่อมโดยไม่ใช้น้ำยาประสาน โดยระหว่างที่เชื่อมต้องปล่อยแก๊สไนโตรเจนเข้าสู่ภายในท่อ เพื่อป้องกันการเกิดออกไซด์ของทองแดง ซึ่งจะทำให้เกิดคราบเขม่าสีดำที่ผิวด้านในของท่อ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ปรับแต่งปลายท่อให้เรียบร้อย
2. สวมท่อทั้งสองที่ต้องการเชื่อมต่อกัน
3. ใช้เทปปิดปลายท่ออีกด้าน แล้วเจาะรูขนาดเล็ก เพื่อให้แก๊สไนโตรเจนไหลออกได้
4. ปล่อยแก๊สไนโตรเจนแรงดันประมาณ 1-2 psi เข้าสู่ท่อ
5. ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์เชื่อม และจุดไฟที่หัวเชื่อม
6. ปรับเปลวไฟให้เป็นเปลวไฟนิวทรัล โดยปรับปริมาณของแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีนในอัตราส่วนที่เท่ากัน


7. ให้ความร้อนแก่บริเวณปลายท่อ โดยให้ห่างจากขอบประมาณ 1 นิ้ว และส่ายไปมาเล็กน้อย ห้ามค้างอยู่จุดใดจุดหนึ่งนานเกินไป เพราะจะทำให้ท่อเสียหายได้

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 113
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายใน บ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

8. เมื่อบริเวณที่จะเชื่อมมีอุณหภูมิสูงพอแล้วให้เลื่อนเปลวไฟออก
9. ใส่ลวดเชื่อมพร้อมฟลักซ์เข้าไปที่รอยต่อ
10. เมื่อลวดเชื่อม และฟลักซ์ละลายดีแล้ว จึงดับเปลวไฟได้
11. ปิดแก๊สไนโตรเจน





ภาพที่ 5.1 ขั้นตอนการบัดกรีแข็งผ่านแก๊สไนโตรเจน


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 114
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	หัวข้อวิชา : งานท่อและงานเชื่อม	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ท.1 : ป.3 ชั่วโมง

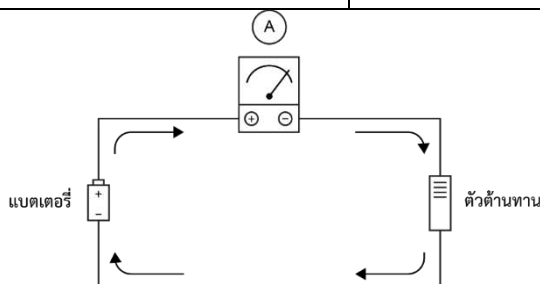


ภาพที่ 5.2 ท่อที่ผ่านการบัดกรีแข็งผ่านแก๊สไนโตรเจน

นอกจากนี้ แก๊สไนโตรเจนยังถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบรอยรั่วของท่อสารทำความเย็นได้ โดยต่อสายจากถังไนโตรเจนเข้าสู่ระบบทางสายตรงกลาง จากนั้นค่อย ๆอัดแก๊สให้มีแรงดันมากกว่า 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากนั้นใช้น้ำผสมฟองสบู่ลูบตามท่อ โดยเฉพาะจุดที่เป็นรอยเชื่อม และข้อต่อ ถ้ามีฟองอากาศผุดขึ้น แสดงว่าจุดนั้นมีรอยรั่ว

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 115
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง
หัวข้อวิชาที่ 1 เครื่องมือวัดงานไฟฟ้า เครื่องทำความเย็น และเครื่องปรับอากาศ			
1. เครื่องมือวัดงานไฟฟ้า			
1.1 แอมป์มิเตอร์			
			
ภาพที่ 1.1 แอมป์มิเตอร์			
แอมป์มิเตอร์ คือ มิเตอร์ที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แอมป์มิเตอร์กระแสตรง และแอมป์มิเตอร์กระแสสลับ			
1) แอมป์มิเตอร์กระแสตรง (DC Amp Meter)			
แอมป์มิเตอร์กระแสตรงจะมีขั้วหรือสายวัด 2 เส้น คือ สายบวก (สีแดง) และสายลบ (สีดำหรือสีน้ำเงิน)			
ซึ่งมีวิธีการใช้งานตามขั้นตอนต่อไปนี้			
<ul style="list-style-type: none"> - ต่อแอมป์มิเตอร์ให้ถูกขั้ว เพื่อป้องกันการตีกลับของเข็ม ซึ่งอาจทำให้แอมป์มิเตอร์เสียหายได้ โดยสายสีแดง (ขั้ว +) ต่อเข้ากับด้านที่มีศักย์ไฟฟ้าบวก และสายสีดำ (ขั้ว -) ต่อเข้ากับด้านที่มีศักย์ไฟฟาลบ - ติดตั้งไว้เป็นส่วนหนึ่งในวงจร โดยปลดสายวงจรต่อเข้าเครื่องมือวัด - ต่อแอมป์มิเตอร์แบบอนุกรมกับวงจรเสมอ - ในการอ่านค่าที่ถูกต้องจะต้องให้เข็มของเครื่องวัดและเงาในกระจกทับกันพอดี 			
2) แอมป์มิเตอร์กระแสสลับ (AC Amp Meter)			
แอมป์มิเตอร์กระแสสลับมีขั้ววัดหรือสายวัด 2 เส้น เหมือนแอมป์มิเตอร์กระแสตรง ถึงแม้สายวัดทั้งสองเส้นจะมีสีต่างกัน แต่ไม่เรียกว่า สายบวกและสายลบเหมือนแอมป์มิเตอร์กระแสตรง เพราะไฟฟ้ากระแสสลับไม่กำหนดสายใดเป็นบวกหรือเป็นลบแน่นอนเหมือนกระแสตรง สำหรับวิธีวัดจะคล้ายกับแอมป์มิเตอร์กระแสตรง แต่ไม่ต้องเคร่งครัดขั้ววัด นั่นคือจะต่อโดยใช้สายวัดเส้นใดอยู่ข้างใดก็ได้ เนื่องจากให้ผลการวัดที่เท่ากัน			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 116
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง



ภาพที่ 1.2 การใช้แอมป์มิเตอร์

โครงสร้างภายในของแอมป์มิเตอร์แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบมูฟวิงไอออน แบบอาศัยการเหนี่ยวนำ และแบบแผ่นโลหะผลึกเคลื่อนที่

1) แบบมูฟวิงไอออน (Moving-iron) แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

-แบบอาศัยแม่เหล็กดึงดูด ใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับ การทำงานขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดอำนาจแม่เหล็กของเหล็กแผ่นอ่อน กับแม่เหล็กของคอยล์อยู่กับที่ (Stationary Coil)

-แบบอำนาจแม่เหล็กดึงดูด ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบไปด้วยคอยล์อยู่กับที่ และแท่งแม่เหล็กอ่อน ภายในวางขนานกันอยู่ตามแนวแกนของเหล็กอ่อนอันหนึ่งที่ยึดอยู่กับที่ การทำงานขึ้นอยู่กับผลึกกันระหว่างท่อนเหล็กหรือแผ่นเหล็กที่อยู่ใกล้กัน และอยู่ในสนามแม่เหล็กเดียวกัน


-แบบอาศัยอำนาจแม่เหล็กผลักดัน ภายในมีคอยล์อยู่กับที่ และมีแท่งแม่เหล็กอ่อนวางขนานกัน ซึ่งตัวหนึ่งยึดอยู่กับแกน และอีกตัวจะสามารถเคลื่อนที่ได้ เมื่อมีกระแสไหลผ่านคอยล์อยู่กับที่ จะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กซึ่งจะทำการผลึกกัน ส่งผลให้เข็มเกิดการเบี่ยงเบน ความคลาดเคลื่อน


2) แบบอาศัยการเหนี่ยวนำ

การทำงานของแอมป์มิเตอร์ที่อาศัยการเหนี่ยวนำ ขึ้นอยู่กับแรงบิดที่เกิดขึ้นจากอำนาจแม่เหล็กของกระแส หรือแรงดันที่จะทำการวัด และกระแสไหลวนจะมีค่าน้อย

3) แบบแผ่นโลหะผลึกเคลื่อนที่

เป็นมิเตอร์ที่ใช้ผลสนามแม่เหล็ก โดยให้แผ่นโลหะเคลื่อนที่ไปในแนวเส้นแรงแม่เหล็ก คล้ายกับมิเตอร์ขดลวดเอียง ซึ่งจะทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของเข็มชี้ การเคลื่อนไหวของแผ่นโลหะผลึกเคลื่อนที่ สามารถสร้างได้ทั้งแอมป์มิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ โครงสร้างจะประกอบไปด้วยแผ่นเหล็กอ่อน 2 แผ่น คือ อยู่กับที่ และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 117	
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	
<p>ข้อควรระวัง/การบำรุงรักษา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ตั้งย่านวัดให้ถูกต้อง 2) หมุนสวิตช์เลือกย่านวัดเบา ๆ เสมอ 3) ตรวจสอบสายวัดให้ขั้วต่อแข็งแรง 4) ระวังอย่าให้ตกจากที่สูง 5) ตรวจสอบแบตเตอรี่ให้พร้อมใช้งาน 				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 118
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

1.2 โอห์มมิเตอร์




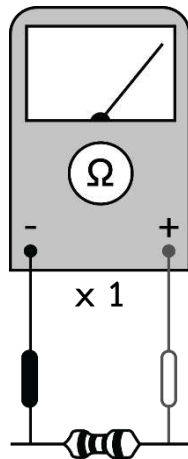
ภาพที่ 1.3 โอห์มมิเตอร์

โอห์มมิเตอร์ เป็นมาตรวัดไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดค่าความต้านทานของค่าต่าง ๆ โดยโครงสร้างของโอห์มมิเตอร์ได้รับการดัดแปลงจากแอมป์มิเตอร์ ทำให้สามารถวัดค่าและแสดงค่าออกมาเป็นค่าความต้านทานได้โดยตรง เพราะคุณสมบัติของค่าความต้านทาน จะคอยต้านการไหลของกระแสในวงจรเมื่อความต้านทานในวงจรแตกต่างกัน ย่อมทำให้กระแสไหลผ่านวงจรแตกต่างกัน ถ้าความต้านทานในวงจรมีค่าต่ำ กระแสจะไหลผ่านวงจรมาก และถ้าความต้านทานในวงจรมาก กระแสจะไหลผ่านวงจรมีค่าต่ำ ดังนั้น สภาวะกระแสที่ไหลผ่านแอมป์มิเตอร์แตกต่างกัน จึงทำให้เข็มชี้ของแอมป์มิเตอร์เบี่ยงเบนไปแตกต่างกัน เมื่อปรับแต่งสเกลหน้าปัดจากสเกลกระแสมาเป็นสเกลความต้านทานก็สามารถนำแอมป์มิเตอร์นั้นมาวัดความต้านทานโดยทำเป็นโอห์มมิเตอร์ได้

วิธีการใช้

- 1) ก่อนวัดต้องปรับตั้งค่า ด้วยการนำปลายวัดมาสัมผัสกัน แล้วปรับให้เข็มบนหน้าปัดชี้ที่เลข 0
- 2) ตรวจสอบว่าไม่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อกับอุปกรณ์ที่ต้องการวัด เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องได้
- 3) นำปลายวัดไปแตะที่ตัวต้านทานเพื่อวัดค่า โดยควรปลดตัวต้านทานออกจากวงจรขาหนึ่งก่อนทำการวัด


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 119
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	



ภาพที่ 1.4 การวัดตัวต้านทานด้วยโอห์มมิเตอร์

ข้อควรระวัง/การบำรุงรักษา

- 1) ตั้งย่านวัดให้ถูกต้อง
- 2) หมุนสวิตช์เลือกย่านวัดเบา ๆ เสมอ
- 3) ตรวจสอบสายวัดให้ขั้วต่อแข็งแรง
- 4) ระวังอย่าให้ตกจากที่สูง
- 5) ตรวจสอบแบตเตอรี่ให้พร้อมใช้งาน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 120
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	

1.3 มัลติมิเตอร์ (Multimeter)

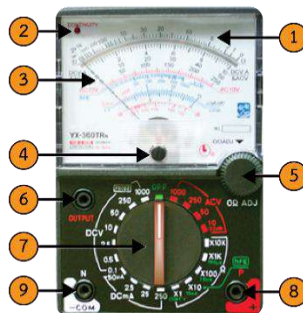
1) โครงสร้างและหลักการทำงานของมัลติมิเตอร์

มัลติมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่สามารถวัดปริมาณไฟฟ้าได้หลายปริมาณ แต่วัดได้ครั้งละปริมาณ โดยสามารถตั้งเป็นโวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ หรือโอห์มมิเตอร์และสามารถเลือกไฟฟ้ากระแสตรง (DC) หรือไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ได้มัลติมิเตอร์บางชนิดมีคุณสมบัติการวัดเพิ่มเติม เช่น วัดค่าความจุ วัดความถี่และทดสอบทรานซิสเตอร์ เป็นต้น การแสดงผลของมัลติมิเตอร์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ มัลติมิเตอร์แบบเข็ม และมัลติมิเตอร์แบบตัวเลข




ภาพที่ 1.5 มัลติมิเตอร์


ส่วนประกอบสำคัญของมัลติมิเตอร์แต่ละยี่ห้อและแต่ละรุ่น อาจ会有ความแตกต่างกันบ้างในแต่ละตำแหน่งของส่วนประกอบบนมัลติมิเตอร์ แต่มีหน้าที่การทำงานและการใช้งานของส่วนประกอบที่เหมือนกัน

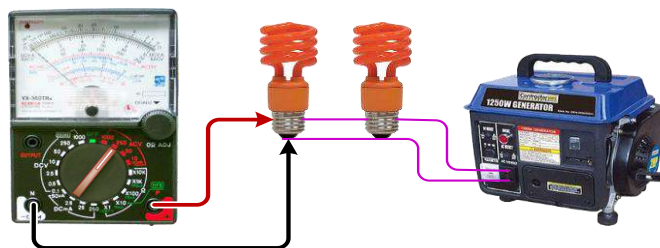


ภาพที่ 1.6 ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์

จากภาพที่ 1.6 มีหมายเลขชี้ไปยังส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้
หมายเลข 1 หน้าปัดแสดงสเกลบอกค่าต่าง ๆ ของปริมาณไฟฟ้าที่วัดได้

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 121
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง
<p> <u>หมายเลข 2</u> ไดโอดเปล่งแสง (LED) จะเปล่งแสงสว่างออกมา แสดงถึงการต่อวงจร (Continuity) เมื่อตั้งย่านวัดโอห์ม (Ω) ที่ย่าน $\times 1$ ในขณะที่ช้อนปลายสายวัดเข้าด้วยกัน </p> <p> <u>หมายเลข 3</u> เข็มชี้ของมิเตอร์ </p> <p> <u>หมายเลข 4</u> สกรูใช้ปรับแต่งให้เข็มชี้ในสภาวะมิเตอร์ไม่ทำงาน ชี้ที่ตำแหน่งซ้ายมือสุดของ สเกลพอดิ (ที่ $\infty, 0 V, 0 A$) ช่วยให้มีมิเตอร์อยู่ในสภาวะพร้อมใช้งาน และขณะใช้งานจะแสดงค่าที่วัดได้ ออกมามีค่าถูกต้อง </p> <p> <u>หมายเลข 5</u> ปุ่มปรับให้เข็มชี้ของมิเตอร์ชี้ที่ตำแหน่งศูนย์โอห์มพอดิ (0Ω.ADJ) ใช้ร่วมกับการ การตั้งย่านวัดโอห์ม (Ω) โดยขณะที่ช้อนปลายสายวัดมิเตอร์เข้าด้วยกัน เข็มมิเตอร์จะ ต้องบ่ายเบนไป ทางขวามือชี้ที่ตำแหน่ง 0Ω พอดิ ถ้าเข็มชี้ไม่อยู่ที่ตำแหน่ง 0Ω พอดิ ต้องปรับปุ่มนี้ช่วย เพื่อให้การวัด ความต้านทานมีค่าถูกต้อง </p> <p> <u>หมายเลข 6</u> ขั้วต่อเอาต์พุต (OUTPUT) ใช้สำหรับวัดความดังของเสียงจากเครื่องขยายเสียง หรือเครื่องรับวิทยุ วัดออกมาเป็นหน่วยเดซิเบล (dB) ใช้งานร่วมกับขั้วต่อสายวัดมิเตอร์ขั้วลบ </p> <p> <u>หมายเลข 7</u> สวิตช์ปรับเลือกย่านวัดค่าปริมาณไฟฟ้าที่เหมาะสม สามารถปรับหมุนได้ รอบตัว </p> <p> <u>หมายเลข 8</u> ขั้วต่อสายวัดมิเตอร์ขั้วบวก (+) ใช้สำหรับต่อสายวัดสีแดง </p> <p> <u>หมายเลข 9</u> เป็นขั้วต่อสายวัดมิเตอร์ขั้วลบ (-COM) ใช้สำหรับต่อสายวัดสีดำ </p> <p> 2 วิธีการใช้ การวัด และการอ่านค่าของมัลติมิเตอร์ การวัดค่าปริมาณทางไฟฟ้าของมัลติมิเตอร์ สามารถวัดค่าได้ 4 ปริมาณ คือ การวัดค่า แรงดันไฟฟ้าตรง (DCV) แรงดันไฟฟ้าสลับ (ACV) กระแสไฟฟ้าตรง (DCmA) และความต้านทาน (\square) ซึ่งมี วิธีการวัด ดังนี้ </p> <p> <u>วัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV)</u> </p> <ul style="list-style-type: none"> - เสียบสายวัดสีแดงเข้าที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) เสียบสายวัดสีดำเข้าที่ขั้วต่อขั้ว ลบ (-COM) ของมิเตอร์ นำสายวัดทั้งสองเส้นไปวัดค่าแรงดันไฟสลับ - ปรับสวิตช์เลือกย่านวัด ACV ไปย่านที่เหมาะสม หากไม่ทราบค่า แรงดันไฟสลับที่จะวัด ให้ตั้งย่านวัดไปที่ย่านสูงสุดไว้ก่อนที่ 1,000 V - การวัดแรงดันไฟสลับ ต้องนำมิเตอร์ไปต่อวัดแบบขนานกับวงจร (ต่อ ครอบมูปรแกรม) และขณะวัดไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงขั้วของมิเตอร์ สามารถวัดสลับขั้วได้ ดังภาพที่ 1.19 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 122
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง



ภาพที่ 1.7 แสดงการต่อมัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟสลับ

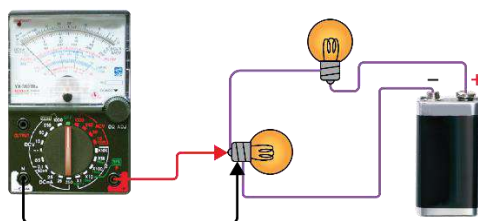
- ก่อนต่อมัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟสลับค่าสูง ควรตัดไฟของวงจรที่จะวัดออกก่อน เมื่อต่อมัลติมิเตอร์เข้าวงจรเรียบร้อยแล้ว จึงจ่ายไฟเข้าวงจรที่ต้องการวัด

วัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DCV)

- เสียบสายวัดสีแดงเข้าที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) เสียบสายวัดสีดำเข้าที่ขั้วต่อขั้วลบ (-) ของมิเตอร์ นำสายวัดทั้งสองเส้นไปวัดค่าแรงดันไฟตรงที่ต้องการ

- ปรับสวิตช์เลือกย่านวัด DCV ไปย่านที่เหมาะสม หากไม่ทราบค่าแรงดันไฟตรงที่ต้องการวัดให้ปรับตั้งย่านวัดไปที่ย่านสูงสุดไว้ก่อนที่ย่าน 1,000 V


- การวัดแรงดันไฟตรง ต้องนำมิเตอร์ไปต่อวัดแบบขนานกับวงจร (ต่อคร่อมอุปกรณ์) และขณะวัดต้องคำนึง ถึงขั้วของมิเตอร์ให้ตรงกับขั้วของแรงดันที่วัด โดยยึดหลักดังนี้ ขั้วบวกแหล่งจ่ายแรงดัน ต่อวัดด้วยขั้วบวก (+) ของมิเตอร์ ขั้วลบแหล่งจ่ายแรงดัน ต่อวัดด้วยขั้วลบ (-) ของมิเตอร์



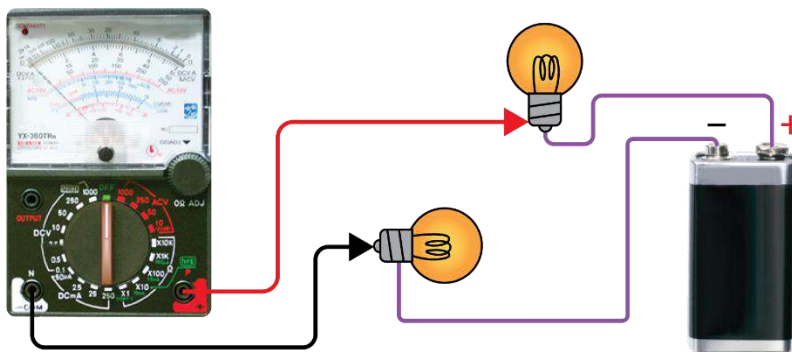
ภาพที่ 1.8 แสดงการต่อมัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟตรง

วัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรง(DCmA)

- เสียบสายวัดสีแดงเข้าที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) เสียบสายวัดสีดำเข้าที่ขั้วต่อขั้วลบ (-) ของมิเตอร์

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 123
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง


- ขอนมิเตอร์ นำสายวัดทั้งสองเส้นไปวัดค่ากระแสไฟตรง
- ปรับสวิตช์เลือกย่านวัด DCmA ไปย่านที่เหมาะสม หากไม่ทราบค่ากระแสไฟตรงที่จะวัด ให้ตั้งย่านวัดไปที่ย่านสูงสุดไว้ก่อนที่ 250 mA
- การวัดกระแสไฟตรง ต้องนำมิเตอร์ไปต่ออนุกรมกับวงจร (ตัดวงจรออก นำมิเตอร์เข้าไปต่อร่วมเป็นส่วนหนึ่งของวงจร) และขณะต่อวัดต้องคำนึงถึงขั้วของมิเตอร์ให้ตรงกับขั้วของแรงดันแหล่งจ่าย โดยยึดหลักดังนี้ ขั้วบวกแหล่งจ่ายแรงดันต่อวัดด้วยขั้วบวก (+) ของมิเตอร์ ขั้วลบแหล่งจ่ายแรงดัน ต่อวัดด้วยขั้วลบ (-) ของมิเตอร์ ดังภาพ 1.9



ภาพที่ 1.9 แสดงการต่อมัลติมิเตอร์วัดกระแสไฟตรง

วัดค่าความต้านทาน (Ω)

- เสียบสายวัดสีแดงเข้าที่ขั้วต่อขั้วบวก เสียบสายวัดสีดำเข้าที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM) ของมิเตอร์ นำสายวัดทั้งสองเส้นไปวัดค่าความต้านทาน ปรับสวิตช์เลือกไปย่านวัด Ω ก่อนนำโอห์มมิเตอร์ไปใช้วัดตัวต้านทานทุกครั้ง ในทุกย่านวัดที่ตั้งวัดโอห์ม ต้องปรับแต่งเข็มชี้ของมิเตอร์ให้ชี้ค่าที่ 0Ω ก่อนเสมอ โดยช้อนปลายสายวัดทั้งสองเส้นของมิเตอร์เข้าด้วยกัน ปรับแต่งปุ่มปรับ $0\Omega ADJ$ จนเข็มชี้ของมิเตอร์ชี้ที่ตำแหน่ง 0Ω พอดี ลักษณะการปรับแต่งโอห์มมิเตอร์ให้พร้อมใช้งาน
- นำโอห์มมิเตอร์ไปวัดค่าความต้านทานได้ตามต้องการอย่างถูกต้อง ค่าที่อ่านออกมาได้จากโอห์มมิเตอร์ คือ ค่าความต้านทานของตัวต้านทานตัวที่วัด ดังภาพที่ 1.10

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 124
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	




ภาพที่ 1.10 แสดงลักษณะการวัดตัวต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์ชนิดแบบแอนาล็อก การอ่านค่าสเกลของมัลติมิเตอร์จะต้องอ่านค่าบนสเกลให้สัมพันธ์กับย่านวัดที่ตั้งไว้ จึงจะได้ค่าที่ถูกต้อง




ภาพที่ 1.11 รายละเอียดสเกลของมัลติมิเตอร์แบบแอนาล็อก จากภาพที่ 1.11 แสดงสเกลบนหน้าจอของมัลติมิเตอร์แบบแอนาล็อกโดยมีรายละเอียดตามหมายเลข ดังนี้

หมายเลข 1 สเกลโอห์ม (Ω) ใช้สำหรับอ่านค่าความต้านทานที่วัดได้ออกมา เมื่อตั้งย่านวัดความต้านทานหรือย่าน Ω

หมายเลข 2 สเกลแรงดัน ไฟตรง กระแสไฟตรง และแรงดันไฟสลับ (DCV, A & ACV) ใช้สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟตรง เมื่อตั้งย่านวัดแรงดันไฟตรง (DCV) ใช้สำหรับอ่านค่ากระแสไฟตรง เมื่อตั้งย่านวัดกระแสไฟตรง (DCmA) และใช้สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟสลับ เมื่อตั้งย่านวัดแรงดันไฟสลับ (ACV)

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 125
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	
<p> <u>หมายเลข 3</u> สเกลแรงดันไฟสลับเฉพาะย่าน 10 โวลต์ (AC 10 V) ใช้สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟสลับเมื่อตั้งย่านวัดที่ 10 ACV </p> <p> <u>หมายเลข 4</u> สเกลค่าอัตราขยายกระแสไฟตรงของตัวทรานซิสเตอร์ (h_{FE}) ใช้สำหรับอ่านค่าอัตราขยายกระแสไฟตรงของตัวทรานซิสเตอร์เมื่อตั้งย่านวัดโอห์ม (Ω) ที่ตำแหน่ง $\times 10$ (h_{FE}) </p> <p> <u>หมายเลข 5</u> สเกลค่ากระแสรั่วไหล (Leakage Current) ของตัวทรานซิสเตอร์ (I_{CEO}) ใช้สำหรับอ่านค่ากระแสรั่วไหลของตัวทรานซิสเตอร์ที่ขาคอลเล็กเตอร์ (C) และขาอิมิตเตอร์ (E) เมื่อขาเบส (B) เปิดลอย ขณะตั้งย่านวัดโอห์ม (Ω) ที่ $\times 1$ (150 mA), $\times 10$ (15 mA), $\times 100$ (1.5 mA) และ $\times 1k$ (150 μA) นอกจากนี้ยังใช้แสดงค่ากระแสภาระ (Load Current) ในการวัดไดโอด (LI) ใช้สำหรับอ่านกระแสภาระที่ไหลผ่านไดโอด เมื่อวัดด้วยย่านวัดโอห์ม (Ω) </p> <p> <u>หมายเลข 6</u> สเกลค่าแรงดันภาระ (Load Voltage) ในการวัดไดโอด (LV) ใช้สำหรับอ่านแรงดันภาระที่ตกคร่อมไดโอด เมื่อวัดด้วยย่านวัดโอห์ม (Ω) เป็นการวัดค่าในเวลาเดียวกับการวัด LI </p> <p> <u>หมายเลข 7</u> สเกลค่าความดังของสัญญาณเสียง บอกค่าการวัดออกมาเป็นเดซิเบล (dB) ใช้สำหรับอ่านค่าความดังของสัญญาณเสียง เมื่อตั้งย่านวัดที่แรงดันไฟสลับ (ACV) </p> <p> <u>หมายเลข 8</u> กระบอกเงา ใช้สะท้อนเข็มชี้ เพื่อช่วยให้การอ่านปริมาณไฟฟ้าค่าต่าง ๆ มีความถูกต้องที่สุด โดยขณะอ่านค่าต้องให้ตำแหน่งเข็มชี้จริงและเข็มชี้ในกระบอกเงาซ้อนทับกันพอดี </p>				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 126
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

1.1 แคลมป์ออนมิเตอร์

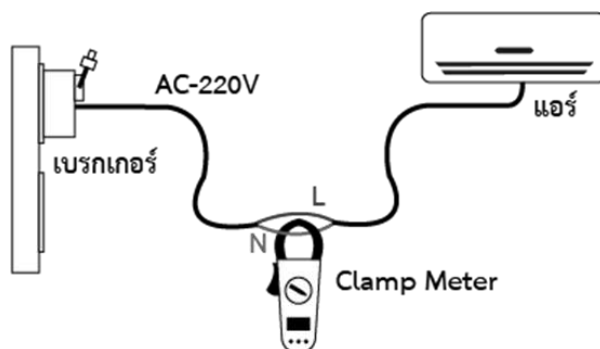


ภาพที่ 1.12 แคลมป์ออนมิเตอร์


แคลมป์ออนมิเตอร์ เป็นเครื่องมือตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยไม่ต้องดับไฟหรือหยุดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะที่ทำการวัด รูปร่างของแคลมป์มิเตอร์โดยทั่ว ๆ ไปถูกออกแบบให้เหมาะสมพอดีกับการใช้มือจับขณะการวัด มีหลักการทำงาน คือ ในขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสายไฟฟ้าอยู่นั้นรอบ ๆ สายไฟฟ้าจะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ถ้าหากนำเอาขั้วมูของแคลมป์มิเตอร์ไปคล้องกับสายไฟฟ้าแล้วจะทำให้ตรวจจับ (Sensor) ค่ากระแสไฟฟ้าภายในสายที่ขั้วมูคล้องอยู่แล้ว ส่งค่าที่ได้ไปแสดงผลที่ภาคแสดงผลของแคลมป์มิเตอร์ต่อไป


วิธีการใช้

- 1) นำส่วนแคลมป์ไปเกี่ยวคล้องสายไฟบริเวณที่จะวัดค่า โดยไม่ต้องตัดวงจรออก
- 2) ถ้าวัดกระแสไฟฟ้าที่มีค่าสนามไฟฟ้าต่ำเกินจนไม่สามารถอ่านค่าได้ ให้พันสายไฟเข้ากับบริเวณแคลมป์ โดยค่าที่อ่านได้ต้องนำมาหารด้วยจำนวนรอบของสายไฟ



ภาพที่ 1.13 การใช้แคลมป์ออนมิเตอร์

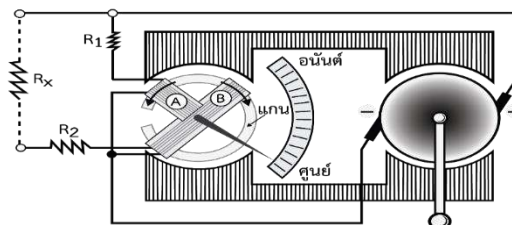
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 127
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	
<p>สำหรับระบบทำความเย็นแคลมบีออนมิเตอร์ถือเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากประเภทหนึ่ง ซึ่งจะถูกใช้ตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าในการเดินสารทำความเย็น และตรวจสอบปัญหาในการทำความเย็น สำหรับค่ากระแสไฟฟ้าในการเริ่มต้นสตาร์ทมอเตอร์หรือค่า LRA (Locked Rotor Amperage) เป็นค่ากระแสที่จ่ายให้กับมอเตอร์ขณะเกิดภาระสูงสุดคือขณะเริ่มสตาร์ท ซึ่งค่ากระแส LRA จะเกิดขึ้นในช่วงเริ่มต้นทำงานใน 2-3 วินาทีแรกเท่านั้น หลังจากนั้นมอเตอร์จะต้องการกระแสน้อยลงเป็นกระแสขณะทำงานปกติ ค่ากระแสในขณะมอเตอร์ทำงานปกติหรือค่า FLA (Full Load Amperage) หรือค่า RLA (Rated Load Amperage หรือ Run Load Amperage) ซึ่งมีความหมายเช่นเดียวกัน คือเป็นค่ากระแสสูงสุดที่มอเตอร์ใช้ในขณะทำงานปกติ ในการเดินสารทำความเย็นใช้ค่า FLA เป็นส่วนประกอบการพิจารณาโดยเมื่อเดินสารทำความเย็นเต็มระบบ กระแสที่ใช้จะต้องไม่เกินค่า FLA ถ้ากระแสมากจนถึงค่า FLA ถึงแม้ว่าสารทำความเย็นยังไม่เต็มระบบก็ห้ามเดินสารทำความเย็นต่อไป จะต้องหยุดเพื่อหาสาเหตุและแก้ไขปัญหาก่อน เพราะถ้าเดินสารทำความเย็นเต็มระบบแต่กระแสเกินค่า FLA มอเตอร์จะต้องทำงานเกินกำลัง อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (Overload Protector) จะตัดวงจรหรืออาจทำให้มอเตอร์ไหม้เสียหายได้</p>				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 128
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง



ภาพที่ 1.14 เครื่องมือวัดค่าความต้านทานของฉนวน


เมกะโอห์มมิเตอร์ เป็นโอห์มมิเตอร์อีกชนิดหนึ่งที่ใช้วัดค่าความต้านทานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีค่าความต้านทาน สูงมากเป็นเมกะโอห์มขึ้นไป หรือไว้สำหรับวัดความเป็นฉนวนของฉนวนไฟฟ้าที่นำมาใช้งาน นิยมเรียกว่า เมกเกอร์ (Megger) หรือเครื่องทดสอบความเป็นฉนวน (Insulation Testers) โดยเมกะโอห์มมิเตอร์มีสเกลหน้าปัดบอกค่าสเกลไว้เป็นเมกะโอห์ม ($M \Omega$) โครงสร้างของเมกะโอห์มมิเตอร์ ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟตรงแรงดันไฟสูงคงที่ (มีค่าอยู่ระหว่าง 100 V และ 500 V) เข็มชี้ป้ายเบนโดยระบบเครื่องวัด ขดลวด 2 ชุด แม่เหล็กถาวร ส่วนประกอบและวงจรของเมกะโอห์มมิเตอร์ สำหรับการทำงานของเครื่องมือวัดเมกะโอห์มมิเตอร์ ขณะยังไม่ต่อความต้านทานที่จะวัด เมื่อหมุนอาร์เมเจอร์โดยมือหมุนของเครื่องกำเนิดให้ตัดกับเครื่องกำเนิดแม่เหล็กถาวรจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นและมีกระแสไหลผ่านขดลวดควบคุม (Control Coil) ที่มี R_1 ต่ออนุกรมอยู่ (ไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวดป้ายเบนที่ต่ออนุกรมกับ R_2) อำนาจแม่เหล็กของขดลวดควบคุมจะผลัดกับอำนาจแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวรทำให้เข็มชี้ป้ายเบนไปอยู่ที่ตำแหน่ง “อินฟินิตี้โอห์ม” บนสเกล

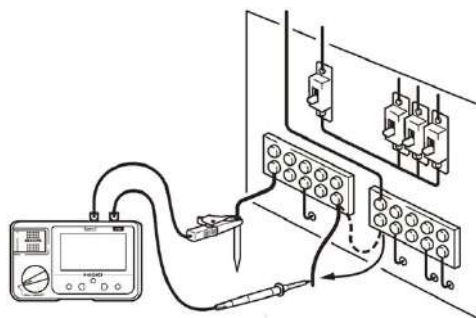


ภาพที่ 1.15 โครงสร้างของเมกะโอห์มมิเตอร์

วิธีการใช้

- 1) นำสายวัดสีดำเชื่อมต่อกับสายกราวด์ และสายสีแดงเชื่อมต่อกับสายที่ต้องการวัด
- 2) กดปุ่ม Measure และหมุนปุ่มในทิศทางตามเข็มนาฬิกา
- 3) รอจนกระทั่งค่านิ่ง และอ่านค่า

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 129
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	




ภาพที่ 1.16 การต่อเมกะโอห์มเพื่อวัดค่า

การบำรุงรักษาเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

- 1) จัดเก็บเครื่องมือตามประเภทให้เป็นระเบียบ
- 2) จัดเก็บคู่มือการใช้ให้ง่ายต่อการค้นหา
- 3) ตรวจสอบสภาพภายนอกของอุปกรณ์ให้พร้อมใช้งานตลอดเวลา
- 4) จัดเก็บไว้ในตู้ที่มีความสะอาด ปกป้องจากฝุ่นละออง ความร้อน แสงแดด และความชื้น
- 5) ควรปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้มานาน เพื่อความเที่ยงตรงของค่าที่วัด
- 6) เครื่องที่ไม่ได้ใช้งานนานควรถอดแบตเตอรี่ออก
- 7) ระวังอย่าให้เครื่องกระทบกระเทือน
- 8) ตั้งค่าให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ข้อควรระวัง/การบำรุงรักษา

- 1) ตั้งย่านวัดให้ถูกต้อง
- 2) หมุนสวิตช์เลือกย่านวัดเบา ๆ เสมอ
- 3) ตรวจสอบสายวัดให้ขั้วต่อแข็งแรง
- 4) ระวังอย่าให้ตกจากที่สูง
- 5) ตรวจสอบแบตเตอรี่ให้พร้อมใช้งาน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 130
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

2. เครื่องมือวัดงานเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ

2.1 แมนิโฟลด์เกจ

2.1.1 แมนิโฟลด์เกจแบบธรรมดา

แมนิโฟลด์เกจเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความดันของสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ เพื่อตรวจวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยแมนิโฟลด์เกจมีเกจ 2 ด้าน ได้แก่ เกจวัดความดันต่ำ และ เกจวัดความดันสูง น้ำยาเครื่องปรับอากาศเบอร์ R - 22 เกจวัดความดันต่ำ (ด้านสีน้ำเงิน) ใช้วัดค่าความดันต่ำได้ตั้งแต่ 0 – 120 Psi หรือ ปอนด์/ตารางนิ้ว และ อ่านค่าสุญญากาศได้ตั้งแต่ 0 – 30 นิ้วปรอท

- เกจวัดความดันสูง (ด้านสีแดง) ใช้วัดค่าความดันตั้งแต่ 0 – 500 Psi หรือ ปอนด์/ตารางนิ้ว



ภาพที่ 1.17 แมนิโฟลด์เกจที่ใช้วัดน้ำยาเครื่องปรับอากาศเบอร์ R - 22

น้ำยาเครื่องปรับอากาศเบอร์ R - 32

- เกจวัดความดันต่ำ (ด้านสีน้ำเงิน) ใช้วัดค่าความดันต่ำได้ตั้งแต่ 0 – 350 Psi หรือ ปอนด์/ตารางนิ้ว และ อ่านค่าสุญญากาศได้ตั้งแต่ 0 – 30 นิ้วปรอท



- เกจวัดความดันสูง (ด้านสีแดง) ใช้วัดค่าความดันตั้งแต่ 0 – 800 Psi หรือ ปอนด์/ตารางนิ้ว




ภาพที่ 1.18 แมนิโฟลด์เกจที่ใช้วัดน้ำยาเครื่องปรับอากาศเบอร์ R - 32

วิธีการใช้

- 1) หาดำแหน่งของวาล์วบริการในระบบ
- 2) คลายฝาครอบสำหรับต่อเข้าเกจที่วาล์วบริการอย่างช้า ๆ
- 3) ปิดวาล์วของแมนิโฟลด์เกจทั้งคู่และต่อสายเกจเข้ากับวาล์วบริการ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 131
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	
<p>4) ถ้าเป็นระบบวาล์วที่ปรับด้วยมือ ให้หมุนวาล์วตามเข็มนาฬิกา 4 รอบ</p> <p>5) คลายสายที่แมนิโฟลด์เกจเล็กน้อย ปล่อยสารทำความเย็นออกสัก 3 วินาที เพื่อไล่อากาศในสายและอ่านค่าความดันต่ำได้ที่เกจข้างซ้ายที่มีสีน้ำเงิน และอ่านค่าความดันสูงได้ที่เกจข้างขวาที่มีสีแดง</p> <p style="text-align: center;">2.1.2 แมนิโฟลด์เกจแบบดิจิตอล</p> <p>แมนิโฟลด์เกจแบบดิจิตอล ใช้วัดความดันของสารทำความเย็นเช่นเดียวกับแมนิโฟลด์เกจ แบบธรรมดาอีกทั้งยังสามารถอ่านค่าได้สะดวก และสามารถอ่านค่าหน่วยของความดันของสารทำความเย็นได้หลากหลายยิ่งขึ้น</p> <div style="text-align: center;">  <p>ภาพที่ 1.19 แมนิโฟลด์เกจแบบดิจิตอล</p> </div> <p>วิธีการใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) กดปุ่ม On/Off เพื่อเริ่มการทำงาน จากนั้นกดปุ่ม Set Zero เพื่อให้หน้าจอก่อนทำการวัดมีค่าเป็น 0 สามารถกดปุ่ม Unit เพื่อเลือกหน่วยวัดที่ผู้ปฏิบัติงานต้องการ ต่อมากดปุ่ม R+ เพื่อทำการเลือกชนิดของน้ำยาที่จะทำการวัด ขึ้นกับผู้ผลิตแมนิโฟลด์เกจว่าจะมีให้เลือกชนิดใดบ้าง 2) หาดำแหน่งของวาล์วบริการในระบบ 3) คลายฝาครอบสำหรับต่อเข้าเกจที่วาล์วบริการอย่างช้า ๆ 4) ปิดวาล์วของแมนิโฟลด์เกจทั้งคู่และต่อสายเกจเข้ากับวาล์วบริการ 5) คลายสายที่แมนิโฟลด์เกจเล็กน้อย ปล่อยสารทำความเย็นออกสัก 3 วินาที เพื่อไล่อากาศในสายอ่านค่าความดันต่ำและค่าความดันสูงได้ที่หน้าจอดิจิตอล <p>วิธีบำรุงรักษา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) เลือกใช้วัดค่าความดันให้เหมาะกับย่านวัด 2) ระวังฝาครอบแตกขณะถอดเพื่อปรับความเที่ยงตรง 3) หมั่นบำรุงรักษาสายเกจให้พร้อมใช้งาน โดยเฉพาะลูกศรและลูกยางทั้ง 2 ด้าน 4) ปิด-เปิด วาล์วด้วยมือ ห้ามใช้ประแจหรือคีม 5) ขณะใช้งานหลีกเลี่ยงไม่ให้สิ่งสกปรกเข้าไปในสายเกจ 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 132
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

2.2 เทอร์โมมิเตอร์



ภาพที่ 1.20 เทอร์โมมิเตอร์

2.2.1 เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทเป็นอุปกรณ์สำหรับวัดอุณหภูมิของสิ่งต่าง ๆ มีทั้งแบบหลอดแก้วที่บรรจุของเหลวไว้ภายใน และแบบดิจิตอล สเกลของเทอร์โมมิเตอร์มีหลายหน่วย ได้แก่ องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) องศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$) และเคลวิน (K) โดยหน่วยที่นิยมใช้ในประเทศไทย คือ องศาเซลเซียส

วิธีการใช้



- 1) วัดอุณหภูมิของของเหลว ให้จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงไปในของเหลวนั้น รอจนค่าอุณหภูมิคงที่และอ่านค่า
- 2) วัดอุณหภูมิของวัตถุ ให้แตะเทอร์โมมิเตอร์ที่วัตถุนั้น ๆ รอจนค่าอุณหภูมิคงที่และอ่านค่า
- 3) วัดอุณหภูมิลมจากเครื่องปรับอากาศ ให้เสียบเทอร์โมมิเตอร์บริเวณช่องลมออก ระวังอย่าให้เข้าไปลึกเกิน รอจนค่าอุณหภูมิคงที่และอ่านค่าการบำรุงรักษา หลังใช้งานให้เช็ดทำความสะอาด และเก็บใส่กล่องให้เรียบร้อย


2.2.2 เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล

เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล ใช้วัดอุณหภูมิได้เช่นเดียวกับเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท และสามารถอ่านค่าได้สะดวกกว่าเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท



ภาพที่ 1.21 เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 133
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง
<p>วิธีการใช้งาน</p> <ol style="list-style-type: none"> กดที่ปุ่ม Power เพื่อเริ่มใช้งาน และขยับปลายโพรบให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการวัดอุณหภูมิ สามารถกดปุ่ม Hold ให้ค่าที่ปรากฏบนจอไม่เคลื่อน กดปุ่ม 0.1/1 เพื่อให้เครื่องแสดงอุณหภูมิแบบมีจุดทศนิยม หรือไม่มีจุดทศนิยม <p>2.2.3 วิธีในการเปลี่ยนหน่วยให้กดปุ่ม °C จะเปลี่ยนหน่วยเป็นองศาเซลเซียส หรือ °F เปลี่ยนหน่วยเป็นฟาเรนไฮต์</p> <p>2.2.4 เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรด</p> <p>เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรดเป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดอุณหภูมิของพื้นผิวในระยะไกล ซึ่งตรวจวัดได้จากการแผ่รังสีของสเปกตรัม เหมาะสมกับการวัดอุณหภูมิของวัตถุที่เคลื่อนที่ได้ หรือพื้นผิวที่ไม่สามารถสัมผัสได้</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>ภาพที่ 1.22 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบสัมผัส</p> <p>วิธีการใช้งาน</p> <ol style="list-style-type: none"> ถือเครื่องและให้หน้าอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ ชี้ไปยังตำแหน่งของวัตถุที่ต้องการวัด กดปุ่มกดวัดค้างไว้ เพื่อเปิดเริ่มทำการวัด หน้าจอจะแสดงค่าสูงสุด, ไอคอน SCAN ค่า Emissivity และ ค่าที่วัดได้บนหน้าจอ ปล่อยปุ่มกดวัดค่า และ อ่านค่าผลที่หน้าจอ โดยผลการวัดจะถูกล็อกไว้ที่หน้าจอประมาณ 7 วินาที หลังจากนั้นเครื่องอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ จะปิดอัตโนมัติ <p>วิธีบำรุงรักษา</p> <ol style="list-style-type: none"> ทำความสะอาดก่อนใช้ และหลังใช้งาน เก็บใส่กล่องให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันการกระแทก ความร้อน และความชื้น 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 134
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง




ภาพที่ 1.23 เครื่องวัดความเร็วลม

เครื่องวัดความเร็วลมเป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดความเร็วลมที่พัดผ่าน ซึ่งถูกนำมาใช้ในการวัดความเร็วของลมจากเครื่องปรับอากาศ โดยหน่วยของความเร็วลมที่วัดได้ คือ เมตร/วินาที (m/s) วิธีการใช้ หันใบพัดเข้าหาทิศทางของลม และอ่านค่าที่วัดได้บนหน้าจอ

การบำรุงรักษา

- 1) ทำความสะอาดก่อนใช้และหลังใช้งาน
- 2) เก็บใส่กล่องให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันการกระแทก ความร้อน และความชื้น
- 3) ปรับค่าความเที่ยงตรงตามเวลาที่กำหนด
- 4) ถอดแบตเตอรี่ออกเมื่อไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานาน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 135
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

1. เครื่องมือวัดทางกล

1.1 ฟุตเหล็ก

ใช้สำหรับหาขนาดเพื่อขีดเส้นตรงและแสดงค่าการวัด ซึ่งทำจากสแตนเลส จึงมีความทนทาน และไม่เปราะสนิม



ภาพที่ 2.1 ฟุตเหล็ก

การอ่านสเกล



ภาพที่ 2.2 แสดงสเกลของฟุตเหล็ก

ในการอ่านค่าสามารถอ่านได้ 2 ระบบ คือ ระบบเมตริก และระบบอังกฤษ สำหรับระบบเมตริกที่อ่านบนฟุตเหล็ก จะมีหน่วยวัดเป็น เซนติเมตร (CM)

- ส่วนระบบอังกฤษ จะมีหน่วยวัดเป็น นิ้ว (inch)


โดย หน่วยการวัดความยาวระบบเมตริกที่ใช้กันมากในปัจจุบัน คือ

10 มิลลิเมตร เท่ากับ 1 เซนติเมตร

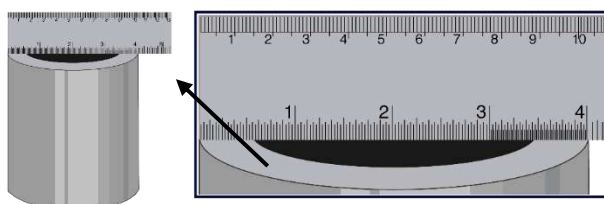
100 เซนติเมตร เท่ากับ 1 เมตร

1,000 เมตร เท่ากับ 1 กิโลเมตร

1 นิ้ว เท่ากับ 2.54 เซนติเมตร

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 136
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

ตัวอย่างการอ่านค่าจากฟุตเหล็ก



ภาพที่ 2.3 การวัดขนาดความกว้างของท่อด้วยฟุตเหล็ก

จากภาพที่ 2.3 ทำการวัดความกว้างของปากท่อเหล็ก อ่านค่าจากฟุตเหล็กมีค่าเท่ากับ 4 นิ้ว
การบำรุงรักษา

- 1) ทำความสะอาดชิ้นงาน โดยขจัดสิ่งสกปรก เศษผงออกให้หมดก่อนปฏิบัติงาน
- 2) รักษาเครื่องมือวัด ให้สะอาด และควรมีน้ำมันกันสนิมเคลือบบาง ๆ ก่อนเก็บเข้ากล่อง
- 3) ป้องกันเครื่องมือวัดไม่ให้เกิดสนิม การกระทบ การกดทับ การตกจากที่สูง หรือสิ่งใด ๆ
ที่จะทำให้เกิดความเสียหาย

1.2 ตลับเมตร




ภาพที่ 2.4 ตลับเมตร

ใช้สำหรับวัดความยาวหรือระยะในการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ

วิธีการใช้

- ดึงแถบเทปออกมา และดันปุ่มล็อกแถบเทปไว้ ทำการวัดความยาวและอ่านค่าบนแถบเทปการบำรุงรักษา เมื่อใช้งานเสร็จกดคลายที่ล็อกออก แถบเทปจะม้วนกลับอัตโนมัติ จากนั้นเก็บให้เรียบร้อย

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 137
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

การอ่านสเกล



ภาพที่ 2.5 สเกลของตลับเมตร

ตัวอย่างการอ่านค่าจากตลับเมตร



ภาพที่ 2.6 การวัดความกว้างของขอบหน้าต่างด้วยตลับเมตร

จากภาพที่ 2.6 ทำการวัดความกว้างของขอบหน้าต่างโดยใช้ตลับเมตร อ่านค่าจากตลับเมตรได้เท่ากับ 110 เซนติเมตร หรือเท่ากับ 43.30 นิ้ว


1.3 เวอร์เนียคาลิปเปอร์ หรือ เวอร์เนีย

เป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำในการวัดความยาว หรือวัดขนาดของชิ้นงาน เพราะภายในเวอร์เนียสามารถวัดได้ทั้งความยาว ความกว้าง หรือ ความลึกของชิ้นงาน เช่น ใช้วัดความหนาของแผ่นเหล็ก วัดความกว้างของนอตสกรู วัดความลึกของรู เป็นต้น เวอร์เนียคาลิปเปอร์ มีการออกแบบตามหลักการทำงาน และการนำไปใช้งาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1.3.1 เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบแอนาล็อก จะอ่านค่าตามสเกลที่ปรากฏบนตัวเครื่อง ซึ่งการอ่านค่อนข้างยาก และจะต้องใช้ทักษะในการอ่าน



ภาพที่ 2.7 เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบแอนาล็อก

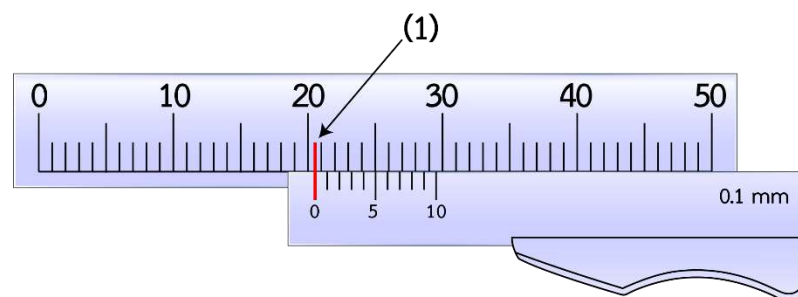
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 138
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	

การอ่านค่าของเวอร์เนียคาลิเปอร์จะอ่านได้ 2 ระบบคือ ระบบเมตริก และ ระบบอังกฤษ แต่ในหัวข้อวิชาที่ 2 จะกล่าวเฉพาะระบบเมตริก เนื่องจากเป็นระบบที่นิยมอ่านกันโดยทั่วไป

ระบบเมตริก

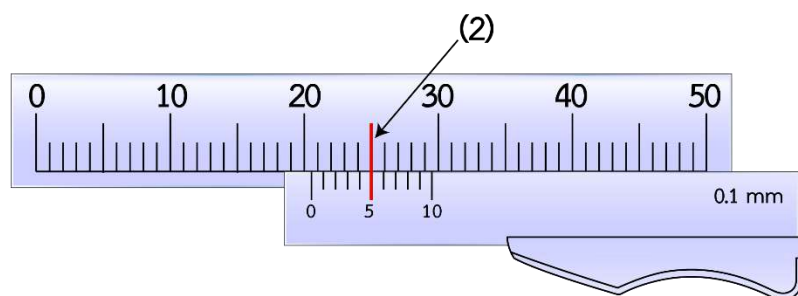
การอ่านค่าเวอร์เนียคาลิเปอร์ค่าความละเอียด 1/10 มิลลิเมตร (0.1 มิลลิเมตร)

- อ่านค่าวัดที่สเกลหลักเป็นมิลลิเมตร โดยพิจารณาขีด 0 ของสเกลเลื่อน เลื่อนมาเป็นระยะทางเท่าใด




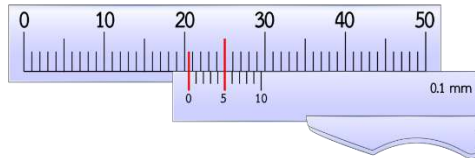
ภาพที่ 2.8 ค่าที่สเกลหลักอ่านได้ 20.0 มิลลิเมตร

- อ่านค่าวัดละเอียดที่สเกลเลื่อน โดยพิจารณาขีดใดของสเกลเลื่อน ตรงกับขีดสเกลหลัก นั่นคือระยะที่สเกลเลื่อนเยื้องกับขีดสเกลหลัก



ภาพที่ 2.9 ค่าที่สเกลเลื่อนอ่านได้ 0.50 มิลลิเมตร

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 139
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	



ภาพที่ 2.10 ผลรวมค่าที่อ่านได้

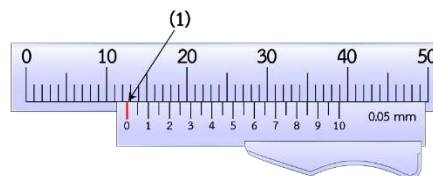
รวมค่าที่อ่านได้ (1)+(2)

$$= 20.0 + 0.50 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

$$= 20.50 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

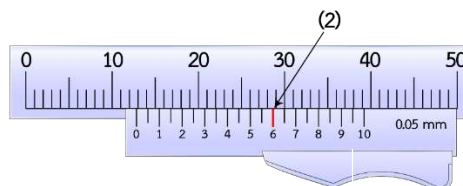
การอ่านค่าเวอร์เนียคาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 1/20 มิลลิเมตร (0.05 มิลลิเมตร)

- อ่านค่าวัดที่สเกลหลักเป็นมิลลิเมตร โดยพิจารณาขีด 0 ของสเกลเลื่อน เลื่อนมาเป็นระยะทางเท่าใด




ภาพที่ 2.11 ค่าวัดที่สเกลหลักอ่านได้ 12.0 มิลลิเมตร

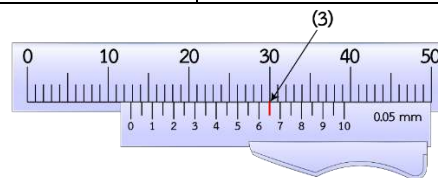
- อ่านค่าวัดละเอียดที่สเกลเลื่อน โดยพิจารณาขีด 0.10 , 0.20 , 0.30 , 0.40 ฯลฯ ของสเกลเลื่อน ตรงหรือใกล้เคียงกับขีดใดของสเกลหลักมากที่สุด



ภาพที่ 2.12 ค่าวัดที่สเกลเลื่อนอ่านได้ 0.60 มิลลิเมตร

- อ่านค่าวัดละเอียด 0.05 มม. ที่สเกลเลื่อน โดยพิจารณาขีดใดของสเกลเลื่อน (0.05) ตรงกับสเกลหลัก

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 140
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	



ภาพที่ 2.13 อ่านค่าวัดละเอียด 0.05 มิลลิเมตร

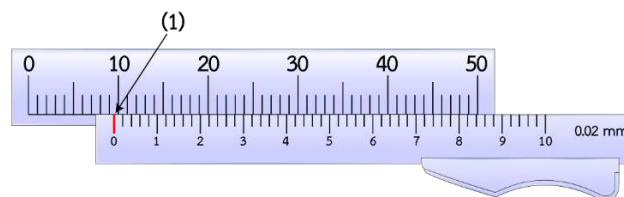
รวมค่าที่อ่านได้ (1)+(2)+(3)

$$= 12.0 + 0.60 + 0.05 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

$$= 12.65 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

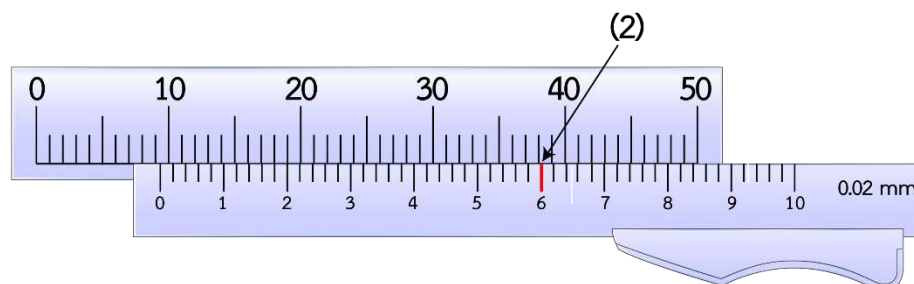
การอ่านค่าเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 1/50 มิลลิเมตร (0.02 มิลลิเมตร)

- อ่านค่าวัดที่สเกลหลักเป็นมิลลิเมตร โดยพิจารณาขีด 0 ของสเกลเลื่อน เลื่อนมาเป็นระยะทางเท่าใด




ภาพที่ 2.14 ค่าวัดที่สเกลหลักอ่านได้ 9.0 มิลลิเมตร

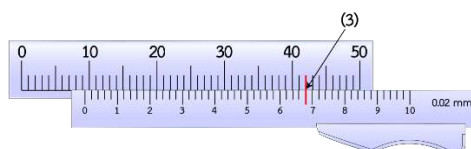
- อ่านค่าวัดละเอียดที่สเกลเลื่อน โดยพิจารณาขีด 0.10 , 0.20 , 0.30 , 0.40 ฯลฯ ของสเกลเลื่อน ตรงหรือใกล้เคียงกับขีดใดของสเกลหลักมากที่สุด



ภาพที่ 2.15 ค่าวัดที่สเกลเลื่อนอ่านได้ 0.6 มิลลิเมตร

- อ่านค่าวัดละเอียด 0.02 มิลลิเมตรที่สเกลเลื่อน โดยพิจารณาขีดใดของสเกลเลื่อน (0.02 , 0.04 , 0.06 , 0.08) ตรงกับสเกลหลัก

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 141
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	



ภาพที่ 2.16 ค่าที่อ่านได้ 0.08 มิลลิเมตร

$$\begin{aligned} & \text{รวมค่าที่อ่านได้ } (1)+(2)+(3) \\ & = 9.0 + 0.60 + 0.08 \quad \text{มิลลิเมตร} \\ & = 9.68 \quad \text{มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

- 1.3.2 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล ถูกออกแบบมาให้มีการอ่านค่าได้ง่ายขึ้น โดยผ่านหน้าจอแสดงผลแบบดิจิตอลบนตัวเครื่อง



ภาพที่ 2.17 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล

วิธีการใช้



- การอ่านค่าเวอร์เนียร์ สมมติให้ตำแหน่งของเลข 0 บนสเกลเลื่อนอยู่ระหว่าง 20 กับ 21 และ บนสเกลเลื่อนกับสเกลหลักตรงกันที่ตำแหน่ง 50 จะอ่านได้ 20.50 มิลลิเมตร


การอ่านค่าเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล



ภาพที่ 2.18 แสดงแถบหน้าจอบนเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล

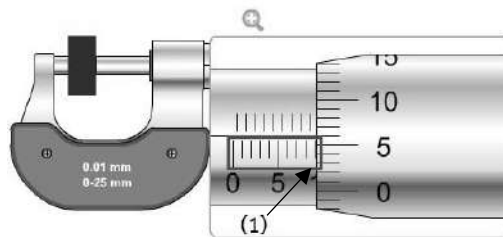
- 1) กดปุ่ม On บนหน้าจอ LCD จากนั้นหมุนปุ่มปรับเลื่อนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาจนปากวัดขนาดภายนอกแนบชิดกัน และกดปุ่ม Set Zero ค่าที่ปรากฏบนหน้าจอ LCD จะขึ้นเลข "0"
- 2) เมื่อทำการวัดขนาดชิ้นงาน หมุนปุ่มปรับเลื่อนในทิศทวนเข็มนาฬิกาให้ปากวัดขนาดภายนอกมีขนาดใหญ่กว่าชิ้นงานเล็กน้อย

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 142
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง
<p>3) ค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับเลื่อนในทิศตามเข็มนาฬิกาจนแนบสนิทกับชิ้นงาน อ่านค่าบนจอ LCD สามารถปรับเปลี่ยนหน่วยได้โดยการกดปุ่ม inch/mm และยึดชิ้นงานให้อยู่กับที่ได้โดยการหมุนสกรูล็อกในทิศตามเข็มนาฬิกา</p> <p>การบำรุงรักษา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ไม่ควรเก็บ เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ให้อยู่ในที่อุณหภูมิสูงเกินไป หรืออุณหภูมิต่ำเกินไป 2) วางเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์บนผ้า หรือแผ่นไม้ 3) ทำความสะอาดและทาน้ำมันกันสนิมทุกครั้งหลังจากเลิกใช้งาน 4) ถ้าปากวัดนอกหรือในของเครื่องเกิดรอยบิ่น ให้ทำการขัดด้วยหินน้ำมันละเอียด 5) ห้ามวางเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ไว้บนเครื่องมือที่มีคม <p>1.4 ไมโครมิเตอร์</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">ภาพที่ 2.19 ไมโครมิเตอร์</p> <p>เป็นเครื่องมือที่วัดความยาวได้ละเอียดกว่าเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ โดยใช้หลักการเคลื่อนที่ของเกลียว ในการวัดระยะเมื่อหมุนไมโครมิเตอร์ 1 รอบ จะได้ระยะเคลื่อนที่เท่ากับระยะพิช (Pitch) ของเกลียว</p> <p>วิธีการใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) หมุนปลอกอ่านค่าไมโครมิเตอร์ โดยให้แกนวัดถอยห่างจากหน้าสัมผัสรับงาน เพื่อให้ปากวัดเปิดกว้างกว่าขนาดชิ้นงาน 2) จับชิ้นงานทาบผิวหน้า 3) หมุนปลอกโดยให้แกนวัดไปสัมผัสผิวหน้าชิ้นงาน 4) หมุนปลอกต่อจนเฟืองหมุนฟรีทำงาน 5) อ่านค่าจำนวนเต็มของมิลลิเมตรบนปลอกวัด 6) อ่านค่าทศนิยมบนปลอกอ่านค่าไมโครมิเตอร์ 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 143
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	

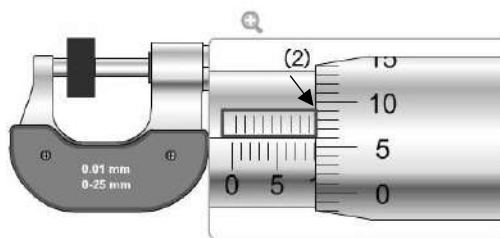
การอ่านค่าไมโครมิเตอร์

- 1) อ่านค่าสเกลหลักแฉวบน โดยแต่ละขีดจะมีค่าเท่ากับ 1 มิลลิเมตร



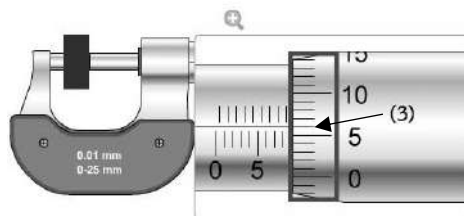
ภาพที่ 2.20 ค่าวัดที่สเกลหลักแฉวบนอ่านได้ 9.0 มิลลิเมตร (1)

- 2) อ่านค่าที่สเกลหลักแฉวล่างที่ปลอกวัด หากไม่ถึงขีด จะไม่นำมาคิดค่าที่สเกลหลักแฉวล่างถ้าขอบปลอกหมุนเลยขีดไปบวกด้วย 0.5 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2.21 ค่าวัดที่สเกลหลักแฉวบนอ่านได้ 0 มิลลิเมตร (2)

- 3) อ่านค่าที่ปลอกหมุนโดยดูว่าขีดใดของไมโครสเกลตรงกับเส้นระดับ คุณด้วย 0.01 มิลลิเมตร




ภาพที่ 2.22 ค่าวัดที่ไมโครสเกลอ่านได้ 0.06 มิลลิเมตร (3)


- 4) นำค่าที่อ่านได้จากสเกลหลักแฉวบน สเกลหลักแฉวล่างและไมโครสเกลรวมกันจะเป็นค่าที่วัดได้

รวมค่าที่อ่านได้ (1)+(2)+(3)

$$= 9.0 + 0 + 0.06 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

$$= 9.06 \quad \text{มิลลิเมตร}$$

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 144
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	
<p>การบำรุงรักษา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ไม่ให้เกิดการกระแทก หรือมีของหนักมากกดทับ และระวังไม่ให้หล่นจากที่สูง 2) ฝิวหน้ามีสเกลแบ่งขีด ไม่ควรนำเครื่องมือตัดประเภท ตะไบ สกัด มีดกลึงมาวางร่วมกัน เพราะจะทำให้ขีดชำรุด และส่งผลเสียในการอ่านค่าวัดผิดพลาดได้ 3) เครื่องมือวัดควรมีกล่องเก็บไว้เฉพาะ และเมื่อนำมาใช้งานควรมีวัสดุรองที่อ่อนนุ่ม เช่น ผ้าสักหลาด 4) ควรเก็บไว้ในอากาศที่แห้ง ไม่มีความชื้นสูง 				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 145
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

1.1 ไขควง

เป็นเครื่องมือที่ใช้ขันสกรูให้แน่นหรือคลายสกรูออก ส่วนใหญ่จะทำจากโลหะ โดยมีส่วนปลายที่แตกต่างกัน เหมาะสำหรับใช้งานแต่ละชนิด ดังนี้

- ไขควงแบน ปลายไขควงจะมีลักษณะแบนลาดเอียง ใช้สำหรับขันหรือคลายสกรูหรือตะปูควงชนิดต่าง ๆ



ภาพที่ 2.23 ไขควงปากแบน

- ไขควงแฉก ปลายไขควงเป็นสี่แฉก สำหรับใช้ขันสกรูที่มีหัว 4 แฉก



ภาพที่ 2.24 ไขควงแฉก

การบำรุงรักษา

- เมื่อใช้งานเสร็จแล้ว ควรทำความสะอาด ด้วยการทาน้ำมันกันสนิม และเช็ดให้แห้ง จากนั้นนำไปเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย หากปลายไขควงเกิดความชำรุดเสียหายควรนำไปซ่อม โดยการเจียแต่งใหม่




1.2 คีม


เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการจับยึด พับ ดัด ตัด วัสดุชิ้นงาน โดยคีมจะมีรูปร่างและลักษณะแตกต่างกันไปตามการใช้งาน ดังนี้

- 1) คีมตัด เป็นคีมที่ได้รับการออกแบบให้ปากมีลักษณะคมและแข็ง เพื่อใช้สำหรับตัด ลวดสายไฟ ทั้งแบบที่มีฉนวนหุ้มและไม่มีฉนวนหุ้ม



ภาพที่ 2.25 คีมตัด

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	146
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	
<p>2) คีมปกอสายไฟ เป็นคีมที่ใช้ปกอฉนวนของสายไฟ มีทั้งแบบที่ใช้กับสายหุ้มฉนวนทั้งชนิดสายเคลือบน้ำยา และสายไฟฟ้า</p>			
			
ภาพที่ 2.26 คีมปกอสายไฟ			
<p>3) คีมย้ำหางปลา ใช้สำหรับย้ำขั้วหางปลา ซึ่งมีหลายขนาด ได้แก่ ขนาดเล็กใช้ย้ำหางปลาขนาดเล็กจนถึง 10 ตารางมิลลิเมตร ขนาดกลางใช้ย้ำหางปลาขนาด 6 – 80 ตารางมิลลิเมตร ขนาดใหญ่ใช้ย้ำหางปลาขนาด 70 – 500 ตารางมิลลิเมตร</p>			
			
ภาพที่ 2.27 คีมย้ำหางปลา			
วิธีการใช้			
<ol style="list-style-type: none"> 1) เลือกใช้คีมให้เหมาะสมกับงาน 2) ฟันและปากของคีมต้องอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน 3) การจับคีมควรให้ด้ามคีมอยู่ระหว่างปลายนิ้วทั้ง 4 และใช้อุ้งมือกับนิ้วหัวแม่มือกดด้ามคีม อีกด้าน เพื่อให้มีกำลังในการจับหรือตัด 4) ไม่ควรใช้คีมตัดโลหะหรือชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่หรือแข็งเกินไป 5) ไม่ควรใช้คีมขันหรือคลายหัวนอตกับสกรู เพราะอาจทำให้เกิดความเสียหายได้ 			
การบำรุงรักษา			
<ul style="list-style-type: none"> - หลังจากใช้งานคีมทุกครั้ง ควรเช็ดทำความสะอาด และเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย หากไม่ได้ใช้คีมเป็นเวลานานควรหยอดน้ำมันอย่างสม่ำเสมอ 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 147
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

1.3 ระดับน้ำ



ภาพที่ 2.28 ระดับน้ำ

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับความเอียงของระนาบ โดยอาศัยการเคลื่อนที่ของฟองอากาศในของเหลว

วิธีการใช้

- วางระดับน้ำบนพื้นที่ต้องการตรวจเช็ค ชยับให้ฟองอากาศอยู่ตรงกลาง หมายถึง พื้นผิวนั้นอยู่ในแนวระดับแล้วการบำรุงรักษา ควรทำความสะอาดหลังใช้งาน และเก็บใส่กล่องให้เรียบร้อย

1.4 โครงเลื่อยตัดเหล็ก



ภาพที่ 2.29 เลื่อยตัดเหล็ก


เป็นเครื่องมือใช้สำหรับตัดโลหะ เรียกอีกชื่อว่า เลื่อยเหล็ก

วิธีการใช้

- 1) ใส่ใบเลื่อยให้ถูกต้อง
- 2) ปรับเลื่อยให้ตึงก่อนใช้งาน
- 3) ระวังนิ้วมือขณะทำงาน

การบำรุงรักษา

- 1) หลังใช้งานต้องเช็ดทำความสะอาด และทาด้วยน้ำมันกันสนิมบาง ๆ
- 2) ไม่วางสิ่งของอื่น ๆ ทับบนเลื่อย เนื่องจากอาจทำให้ใบเลื่อยเสียหายได้
- 3) เก็บโดยแขวนให้เรียบร้อย

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 148
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

1.2 คัตเตอร์ตัดท่อทองแดง



ภาพที่ 2.30 คัตเตอร์ตัดท่อทองแดง

เป็นอุปกรณ์สำหรับตัดท่อทองแดงด้วยความแม่นยำและเรียบร้อย

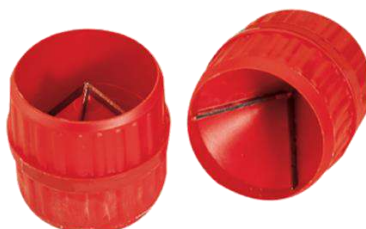
วิธีการใช้

- ใส่ท่อในร่องลูกกลิ้ง แล้วหมุนหัวปรับ เพื่อปรับความตึงให้พอหมุนคัตเตอร์ได้
- หมุนคัตเตอร์ไปรอบท่อ พร้อมกับหมุนหัวปรับทีละนิด
- ทำต่อเนื่องจนกระทั่งท่อขาดออกจากกัน

การบำรุงรักษา


- หลังใช้ให้ทำความสะอาดเศษท่อ และเก็บให้เรียบร้อย

1.3 ริมเมอร์ลบคมท่อทองแดง



ภาพที่ 2.31 ริมเมอร์

เป็นเครื่องมือช่วยลบคมท่อทองแดงที่เพิ่งผ่านการตัด เพื่อคว้านให้ขอบกว้างเท่าเดิมและเรียบเสมอกันวิธีการใช้ เสียบริมเมอร์เข้าไปในปลายท่อ และหมุนจนกระทั่งปลายท่อเรียบและกว้างเท่าปกติ การบำรุงรักษา หลังใช้งานควรเช็ดทำความสะอาดและเก็บใส่กล่องให้เรียบร้อย

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 149
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

1.5 เบนเดอร์ตัดท่อทองแดง



ภาพที่ 2.32 เบนเดอร์ตัดท่อทองแดง

เป็นเครื่องมือที่ช่วยตัดท่อทองแดงให้มีความโค้งงอได้มุมในขนาดที่ต้องการ
วิธีการใช้


- 1) วัดตำแหน่งที่ต้องการตัดท่อ
- 2) ใส่ท่อเข้าไปในเบนเดอร์ให้ท่ออยู่ในตัวล็อกท่อ
- 3) เลื่อนท่อให้จุดที่ต้องการตัดตรงกับสัญลักษณ์ L หมายถึง ตัดท่อจากซ้ายไปขวา และ R หมายถึง ตัดท่อจากขวาไปซ้าย
- 4) ดึงก้านโยกให้เลขศูนย์ของก้านมาถึงขีดแสดงขนาดมุมที่ต้องการ
- 5) ปลดท่อออกจากเครื่องมือตัดท่อ

1.6 สว่านไฟฟ้า



ภาพที่ 2.33 สว่านไฟฟ้า

ดอกสว่าน คือ เครื่องมือที่ใช้ในการเจาะ ตัวดอกสว่านจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัวและส่วนเกลียวดอกสว่านที่อยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น ดอกสว่านคมตัดเลื่อย ลักษณะคมตัดของดอกสว่านจะเอียงทำมุมกับแนวแกนของดอกสว่าน ซึ่งดอกสว่านชนิดนี้นิยมใช้กันอย่างมากในงานโลหะ และดอกสว่านร่องตรงลักษณะของคมตัดตรงตามแนวแกนของดอกสว่าน เหมาะสำหรับใช้กับงานเจาะรูชิ้นงานที่ทำจากทองเหลือง ทองแดง และโลหะอ่อน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 150
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง



ภาพที่ 2.34 ดอกสว่านคมตัดเลื่อย



ภาพที่ 2.35 ดอกสว่านร่องตรง

การบำรุงรักษาดอกสว่าน

- หลังใช้งานดอกสว่านทุกครั้ง ควรเช็ดทำความสะอาด ทาน้ำมันบาง ๆ บนส่วนที่เป็นโลหะ และเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

สว่านไฟฟ้า เป็นสว่านแบบเครื่องจักร ใช้กำลังการเจาะจากมอเตอร์ไฟฟ้า เหมาะสำหรับใช้ในการเจาะงานไม้หรืองานโลหะ

วิธีการใช้


- 1) การเจาะทุกครั้งต้องตรวจเช็คให้ดอกสว่านอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
- 2) จับสว่านให้กระชับมือ มั่นคง และอยู่ตรงตำแหน่งที่ต้องการเจาะ
- 3) ในขณะที่ทำการเจาะควรออกแรงกดให้สัมพันธ์กับการหมุนของดอกสว่าน
- 4) หากต้องการเจาะชิ้นงานให้ทะลุ ต้องมีวัสดุรองรับชิ้นงานเสมอ
- 5) ควรเลือกใช้ดอกสว่านให้เหมาะสมกับชิ้นงาน

การบำรุงรักษาสว่านไฟฟ้า

- หลังการใช้งานสว่านทุกครั้ง ควรเช็ดทำความสะอาด ทาน้ำมันเครื่องใส และนำไปเก็บให้เรียบร้อย

1.7 เลื่อยรู

เลื่อยรูหรือเลื่อยโฮลซอ มีลักษณะเป็นถั่วโลหะที่มีฟันแหลมรอบ ๆ ปากถั่ว ศูนย์กลางของถั่วมีดอกสว่านรูปหกเหลี่ยม ใช้ในการเจาะรูกลมที่ผนังหรือพื้น สำหรับใส่ท่อประปา ท่อไฟฟ้า หรือเจาะรูใส่ลูกบิด โดยเลื่อยรูจะมีประเภทที่เฉพาะกับงาน เช่น เลื่อยสำหรับเจาะเหล็ก เจาะแอสตันเลส เจาะปูนคอนกรีต และเจาะฝ้าเพดาน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีหลายขนาด

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 151
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง




ภาพที่ 2.36 เลื่อยรู

วิธีการใช้

- 1) เลือกเลื่อยรูให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับรูที่ต้องการเจาะ
- 2) ทำเครื่องหมายที่จุดศูนย์กลางของรูที่ต้องการเจาะ
- 3) ใส่ก้านเลื่อยรูลงในสว่านไฟฟ้าให้แน่น
- 4) เจาะเลื่อยรูลงในพื้นผิว แรงความเร็วในการเจาะที่ละนิดตามลำดับ เพื่อไม่ให้ผนังพังเสียหาย
- 5) เมื่อเจาะลึกขึ้นเรื่อย ๆ ให้ยกสว่านออก เพื่อเคาะเศษวัสดุออก

การบำรุงรักษา หลังใช้งานให้ถอดเลื่อยรูออกจากสว่านไฟฟ้า ทำความสะอาดเศษวัสดุที่ติดค้าง และเก็บใส่กล่องให้เรียบร้อย

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 152
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายใน บ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความ เย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

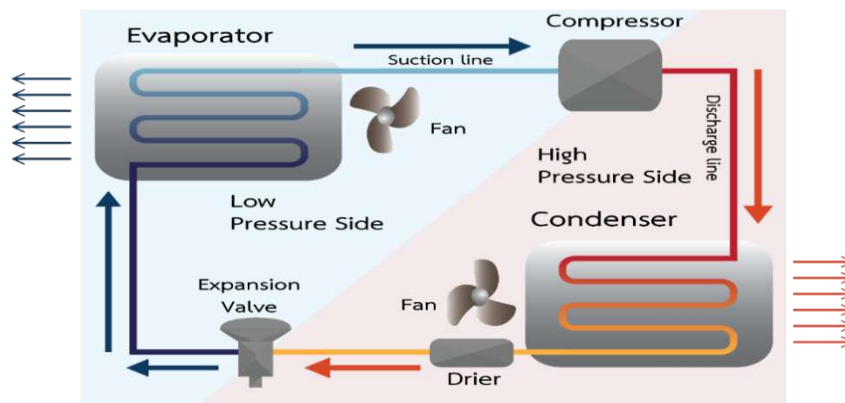
หัวข้อวิชาที่ 1 ระบบทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ

1. หลักการทำความเย็นและสภาวะปรับอากาศ

หลักการเบื้องต้นของการทำความเย็น คือ การทำให้สารทำความเย็น (Refrigerant) เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารต้องใช้ความร้อนแฝง ดังนั้น การเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นจากสถานะของเหลวเป็นสถานะแก๊สจะเกิดการดูดความร้อนจากบริเวณข้างเคียงไป จึงทำให้บริเวณนั้นมีอุณหภูมิลดลง


2. วงจรของเครื่องทำความเย็นและระบบปรับอากาศ


การทำความเย็นระบบอัดไอ (Vapor Compression System) เป็นระบบที่นิยมแพร่หลายและใช้กันทั่วไป ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ได้แก่ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ แคปทีวป์ หรือ เอ็กซ์แพนชันวาล์ว และอีวาพอเรเตอร์ ซึ่งทำงานร่วมกันเป็นวงจร และทำให้เกิดความเย็นขึ้นมา



ภาพที่ 1.1 วงจรเครื่องทำความเย็น

วงจรการทำงานของเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ เริ่มจากคอมเพรสเซอร์ดูดน้ำยาสถานะแก๊สจากท่อทางดูด (Suction Line) ของคอมเพรสเซอร์ จากนั้นจะอัดให้มีความดันและอุณหภูมิที่สูงขึ้น แล้วส่งออกไปยังท่อทางอัด หรือท่อดีสชาร์จ (Discharge Line) ไปยังคอนเดนเซอร์ น้ำยาที่มีความดันสูง อุณหภูมิสูงจะถูกระบายความร้อนออกด้วยน้ำหรืออากาศ และควบแน่นเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลว จากนั้นถูกส่งเข้าท่อลิควิด (Liquid Line) ไปยังถังพักน้ำยาเหลว เข้าไปยังเอ็กซ์แพนชันวาล์ว ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำยาโดยฉีดน้ำยาให้เป็นฝอยเข้าไปในอีวาพอเรเตอร์ สารทำความเย็นสถานะของเหลวเมื่อความดันลดลง ก็จะดึงความร้อนในอีวาพอเรเตอร์เพื่อนำมาใช้ในการเดือด

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 153
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น		
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง	
<p>ทำให้อุณหภูมิกายในลดลง ดังนั้น สารทำความเย็นที่ออกจากอีวาพอเรเตอร์ จะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นแก๊สที่มีความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ ผ่านเข้ายังท่อทางดูด และถูกดูดกลับเข้าคอมเพรสเซอร์ หลังจากนั้นจะถูกคอมเพรสเซอร์อัดให้มีความดันสูง อุณหภูมิสูงส่งออกไปยังคอนเดนเซอร์ เพื่อควบแน่นเป็นวัฏจักรไปเรื่อย ๆ โดยที่น้ำยาแอร์ จะไม่สูญหาย ถ้าหากไม่มีการรั่วซึมในระบบ</p>				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 154
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 2 หน่วยวัดในระบบทำความเย็น

1. อุณหภูมิ

ความร้อนเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ โดยพลังงานความร้อนจะถ่ายเทจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และจะหยุดการถ่ายเทเมื่อวัตถุทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน

1.1 การวัดระดับพลังงานความร้อน แบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

1) การวัดความหนาแน่นของพลังงานความร้อน หรือ อุณหภูมิ ซึ่งใช้เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ในการวัดเทอร์โมมิเตอร์ทำงานด้วยหลักการขยายตัวและหดตัวของของเหลวในหลอดแก้วเมื่อได้รับความร้อน ส่วนใหญ่ของเหลวที่ใช้มักจะเป็นแอลกอฮอล์หรือปรอท หน่วยของอุณหภูมิที่นิยมใช้กันมีอยู่ 4 หน่วย ดังนี้

- หน่วยองศาเซลเซียส (Celsius, °C)
- หน่วยองศาฟาเรนไฮต์ (Fahrenheit, °F)
- หน่วยเคลวิน (Kelvin, K)
- หน่วยองศาแรงกิน (Rankine, °R)

โดยหน่วยเคลวินและองศาแรงกินมีข้อดี คือ สามารถวัดได้ถึงจุดองศาสัมบูรณ์ (Absolute Temperature) ซึ่งเป็นจุดที่ไม่มีความร้อนอยู่เลย

2) การวัดค่าระดับปริมาณความร้อน ปริมาณความร้อน คือ จำนวนความร้อนที่มีอยู่ในสสาร ซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักของสสาร อุณหภูมิ และความร้อนจำเพาะของสสารชนิดนั้น การวัดค่าระดับปริมาณความร้อนไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดได้จากผลของความร้อนที่กระทำต่อวัตถุอื่น เช่น ทำให้อุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเกิดการเปลี่ยนสถานะ หน่วยที่ใช้วัดปริมาณความร้อนมีอยู่ 2 หน่วย คือ


- หน่วยบีทียู (British Thermal Unit, BTU) โดยปริมาณความร้อน 1 บีทียู คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 °F
- หน่วยแคลอรี (Calorie) โดยปริมาณความร้อน 1 แคลอรี คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 °C

2. ขนาดของเครื่องทำความเย็น

ขนาดของเครื่องทำความเย็นสามารถระบุได้ ดังนี้

2.1 ต้นของการทำความเย็น (Ton of Refrigeration)

2.2 คิวของการทำความเย็น เป็นการคำนวณหาค่าปริมาตรภายในห้องทำความเย็น มี

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 155
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

3. สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)

สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance หรือ COP) คือ ค่าที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการทำความเย็นของ Heat Pump ซึ่งการคำนวณหาค่าได้โดยการเปรียบเทียบค่าความร้อนที่ปล่อยออกมาจาก คอยล์ร้อน (Condenser; ค่า Q) กับค่าพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ (Compressor; ค่า W) โดยแทนค่าในสมการ ดังนี้

$$COP = \frac{|Q|}{W}$$

ตัวอย่าง Heat Pump ที่มีค่า COP เท่ากับ 3 หมายถึง พลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ทุก 1 กิโลวัตต์ จะมีสมรรถนะในการทำความเย็นได้ 3 กิโลวัตต์

4. ประสิทธิภาพการให้ความเย็น (EER)

ค่าประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็น (Energy Efficiency Ratio หรือ EER) เป็นค่าแสดงประสิทธิภาพ การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศแบบทั่วไป ชนิด Fixed Speed ซึ่งระบบการทำงานของคอมเพรสเซอร์ไม่ปรับความเร็วในการหมุนรอบ ทำให้เกิดการตัดต่อการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์บ่อย ๆ เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในห้อง โดยทั่วไปนี้มีค่า EER เท่ากับ 10.6 หรือมากกว่า ยิ่งค่า EER สูงยิ่งช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งผลากของเครื่องปรับอากาศจะบอกของขนาด เครื่องปรับอากาศเป็น BTU/hr และบอกค่ากำลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศต้องใช้เป็นวัตต์ โดยสมการคำนวณหาค่า EER ดังนี้


$$\text{ค่า EER} = \frac{\text{ขนาดการทำความเย็น (BTU/hr)}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด (Watt)}}$$

ตัวอย่าง

เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 บีทียู มีค่ากำลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้งาน 1,000 วัตต์

จงหาค่า EER ของเครื่องปรับอากาศ

$$EER = \frac{\text{ขนาดการทำความเย็น (BTU)}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด (Watt)}} = \frac{12,000}{1,000} = 12$$

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 156
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าใช้จ่ายที่สามารถช่วยประหยัดไฟได้ของเครื่องปรับอากาศ เบอร์ 3,4 และ 5

ฉลากประหยัดพลังงาน	เบอร์ 3	เบอร์ 4	เบอร์ 5
ค่า EER	10.60- 11.00	11.00-11.59	11.60++
ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายต่อปี สำหรับแอร์ 12,000 BTU	0 บาท	1,254 บาท	1,254 บาท
ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายต่อปี สำหรับแอร์ 18,000 BTU	0 บาท	1,699 บาท	3,397 บาท
ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายต่อปี สำหรับแอร์ 24,000 BTU	0 บาท	2,199 บาท	4,398 บาท

ในปัจจุบันเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศนิยมใช้ระบบ Inverter หรือ Variable Speed ซึ่งใช้ระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ เมื่อถึงอุณหภูมิที่กำหนดคอมเพรสเซอร์จะลดรอบลงเพื่อรักษาความเย็นไว้ โดยคอมเพรสเซอร์จะยังคงทำงานต่อเนื่อง ทำให้สามารถประหยัดไฟมากกว่าระบบปกติ ซึ่งใช้การทดสอบแบบ SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) วัดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานตามฤดูกาล ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ ชนิด Variable Speed/Inverter

เกณฑ์พลังงาน ปี ค.ศ. 2015 (พ.ศ. 2558)

ขนาดเครื่องปรับอากาศ	ประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล : SEER (ปีที่ยู/ชั่วโมง/วัตต์)				
	เบอร์ 1	เบอร์ 2	เบอร์ 3	เบอร์ 4	เบอร์ 5
ไม่เกิน 8,000 วัตต์ (≤27,296 บีทียู/ชั่วโมง)	12.00 - 12.59	12.60 - 13.39	13.40 - 14.19	14.20 - 14.99	≥15.00
มากกว่า 8,000 - 12,000 วัตต์ (>27,296 - 40,944 บีทียู/ชั่วโมง)	11.00 - 11.69	11.70 - 12.39	12.40 - 13.19	13.20 - 13.99	≥14.00

5. ความดันสัมบูรณ์ ความดันเกจ และความดันบรรยากาศ

ความดัน คือ น้ำหนักที่ตกลงบนพื้นที่ 1 ตารางหน่วย โดยระบบอังกฤษจะมีหน่วย ปอนด์/ ตารางนิ้ว, lb/in² หรือ psi


$$P = \frac{F}{A}$$

เมื่อ P เท่ากับ ค่าความดัน (lb/in²)

F เท่ากับ แรง (lb)

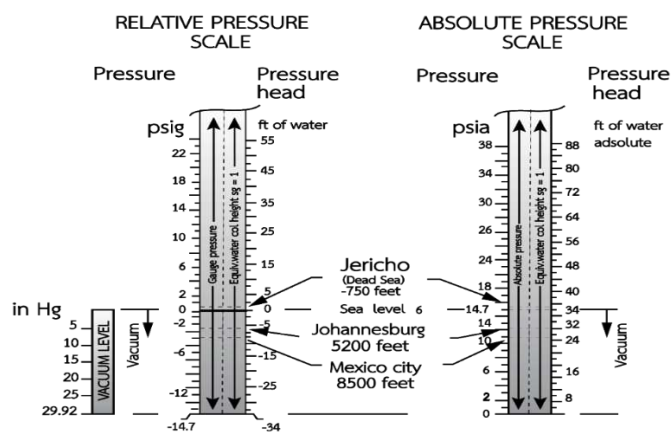
A เท่ากับ พื้นที่รับแรง (in²)

การวัดค่าความดัน สามารถวัดได้ 2 แบบ คือ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 157
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

5.1 วัดในหน่วยความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure) ความดันสัมบูรณ์ คือ ระดับความดันที่มีค่าจริง ๆ หน่วยจะเป็น psia

5.2 วัดในหน่วยความดันเกจ (Gauge Pressure) เราจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เกจ (Gauge) เป็นตัววัดค่าความดัน ซึ่งค่าความดันที่อ่านจากเกจจะมีหน่วยเป็น psig โดยความดันเกจจะเริ่มอ่านค่าที่ความดันบรรยากาศ ดังนั้น ค่าความดันเกจที่อ่านได้จะมีค่าน้อยกว่าความดันสัมบูรณ์อยู่ที่ 14.7 เสมอ



ภาพที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบหน่วย psia และ psig

สมการเปรียบเทียบระหว่างหน่วย psia และ psig


สมการ

$$\begin{aligned} \text{ความดันสัมบูรณ์} &= \text{ความดันเกจ} + \text{ความดันบรรยากาศ} \\ (\text{Absolute Pressure}) & (\text{Gauge Pressure}) \quad (\text{Atmospheric Pressure}) \end{aligned}$$

$$\text{หรือ } \text{psig} = \text{psia} - 14.7$$

$$\text{และ } \text{psia} = \text{psig} + 14.7$$


ค่าความดันสัมบูรณ์ (Psia) จะใช้วัดค่าความดันต่าง ๆ ตั้งแต่ค่าความดันสูง ๆ จนกระทั่งความดันลดลงเป็นสุญญากาศโดยการวัดค่าจะวัดเทียบในหน่วยของความดันเกจเสมอ ส่วนความดันเกจ (Psig) จะใช้วัดค่าความดันสูง ๆ จนกระทั่งถึงความดันบรรยากาศนั้นเท่านั้น ถ้าความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศ จะต้องไปวัดในหน่วยของนิ้วปรอท (Inches of Mercury, Hg)


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 158
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง


เกจวัดสุญญากาศ (Vacuum Gauge or Barometer) การวัดความดันเหนือบรรยากาศนั้นเราจะใช้เกจวัดความดันสูง (Pressure Gauge) สามารถวัดค่าได้ตั้งแต่ 0 psig ขึ้นไป ในกรณีที่ต้องการวัดความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ คือ วัดให้ถึง 0 psia หรือให้เป็นสุญญากาศนั้น จะต้องใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่าบารอมิเตอร์ (Barometer)



ภาพที่ 2.2 บารอมิเตอร์แบบเบื้องต้น

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 159
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น		
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง	
หัวข้อวิชาที่ 3 สารทำความเย็น <p>สารทำความเย็น หมายถึง สารที่ดูดความร้อนจากบริเวณโดยรอบ เพื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส ทำให้อากาศโดยรอบมีอุณหภูมิลดลง และเมื่อสารในสถานะแก๊สระบายความร้อนออกไปก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวอีกครั้ง</p> <p>1. ชนิดและคุณสมบัติของสารทำความเย็น</p> <p>สารทำความเย็นเป็นของเหลวที่มีคุณสมบัติในการทำความเย็น โดยการดูดความร้อนจากวัตถุหรือสิ่งของที่ต้องการทำความเย็น ดังนั้น สารทำความเย็นที่ดีจึงต้องมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ทางเคมี มีความปลอดภัยในการใช้งานและประหยัด ดังนี้</p> <p>1.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ (Physical Properties) ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ สารทำความเย็นที่ดีต้องมีค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงทำให้ใช้สารทำความเย็นน้อยลง และสามารถลดขนาดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ได้ 2) ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นในสถานะไอ เมื่อความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอมีค่ามาก จะทำให้ปริมาตรจำเพาะมีค่าน้อย การขยายตัวในสถานะแก๊สจะใช้พื้นที่น้อย ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพแก่คอมเพรสเซอร์ 3) อัตราการอัดของลูกสูบ ถ้าอัตราการอัดของลูกสูบต่ำกำลังของเครื่องก็ต่ำ แต่ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูง ซึ่งเป็นผลให้ขนาดของคอมเพรสเซอร์ลดลงได้ 4) ความร้อนจำเพาะของสารทำความเย็นในสถานะของเหลวต้องมีค่าต่ำ และเมื่ออยู่ในสถานะแก๊สค่าความร้อนจำเพาะต้องมีค่าสูง ทำให้ประสิทธิภาพของระบบแลกเปลี่ยนความร้อนดีขึ้น <p>1.2 คุณสมบัติทางเคมี (Chemical Properties) ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ถ่ายเทความร้อนได้ดี เพื่อจะได้ใช้สารทำความเย็นปริมาณน้อย 2) ไม่เป็นพิษ หากเกิดการรั่วซึมก็ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ ไม่ติดไฟ ไม่ระเบิด 3) ไม่กัดโลหะที่เป็นตัวเครื่องและท่อ 4) หากเกิดการรั่วจะสามารถหารอยรั่วได้ง่าย สารทำความเย็นบางชนิดอาจผสมสีเข้าไปด้วย โดยเมื่อเวลารั่วก็มีสีออกมาตามรอยรั่วนั้น 5) ใช้ความดันไม่สูง เพราะถ้าใช้ความดันสูงจะต้องมีการสร้างตัวเครื่องและระบบท่อให้แข็งแรงขึ้น 6) ไม่เปลี่ยนสภาพ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าความดันและความร้อน 7) ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันหล่อลื่น เนื่องจากในคอมเพรสเซอร์จะมีน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้หล่อลื่นลูกสูบ 				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 160
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง
<p>8) ราคาไม่แพง เครื่องทำความเย็นจะผลิตมาเพื่อใช้กับสารทำความเย็นเฉพาะชนิดนั้น ๆ มักจะถูกสร้างขึ้นมาใช้กับสารทำความเย็นชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ เนื่องจากสารทำความเย็นแต่ละชนิดต้องการความดันและขนาดของคอมเพรสเซอร์แอร์ไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อใช้สารทำความเย็นที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ไม่เย็นและเครื่องอาจทำงานหนักเกินกำลัง</p> <p>2. ประเภทของสารทำความเย็น</p> <p>การแบ่งประเภทของสารทำความเย็น แบ่งตามส่วนประกอบ ดังนี้</p> <p>2.1 กลุ่มสาร CFCs (Chlorofluorocarbon) เป็นกลุ่มสารทำความเย็นที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบ สารทำความเย็นในกลุ่มนี้ ได้แก่ R-11, R-12, R-113 และ R-114 เป็นต้น</p> <p>2.2 กลุ่มสาร HCCs (Hydrofluorocarbon) เป็นสารทำความเย็นที่พัฒนาขึ้นมาใช้งานแทนสาร CFC สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ R-23, R-125, และ R-134a</p> <p>2.3 กลุ่มสารผสม คือ การนำสารทำความเย็นบางชนิดมาผสมกัน เพื่อให้ได้คุณสมบัติตรงกับการใช้งานเฉพาะบางอย่าง เช่น สารทำความเย็น R-400 ได้จากการนำสาร R-12 มาผสมกับสาร R-114 เป็นต้น</p> <p>2.4 กลุ่มที่เป็นพิษและติดไฟ ได้แก่ R-40, R-123 และ R-117 เป็นต้น</p> <p>2.5 กลุ่มที่ติดไฟ ได้แก่ R-170 (Ethane), R-290 (Propane) และ R-600 (Butane) เป็นต้น</p> <p>2.6 กลุ่มที่ใช้กับระบบที่เย็นจัด (Cryogenic) คือ กลุ่มสารทำความเย็นที่มีจุดเดือดที่อุณหภูมิต่ำมากจนถึงสัมบูรณ์ ได้แก่ R-702 (Hydrogen), R-704 (Helium), R-732 (Oxygen) และ R-740 (Argon) เป็นต้น</p> <p>3. การเลือกใช้สารทำความเย็น</p> <p>ชนิดของสารทำความเย็นที่ใช้งานในปัจจุบันมีดังนี้</p> <p>1) สารทำความเย็น R-11 (Trichloromonofluoromethane) คือ สารทำความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอน ไม่เป็นพิษและไม่ติดไฟ สามารถทำงานได้ที่ความดันต่ำมาก โดยสารชนิดนี้ใช้ในระบบเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ใช้คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการล้างระบบเครื่องเย็นในกรณีที่มีมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ใหม่ หรือในการซ่อมแซมระบบใหม่ เช่น เปลี่ยนท่อใหม่ ย้ายสถานที่ติดตั้ง เป็นต้น</p> <p>2) สารทำความเย็น R-12 (Dichlorodifluoromethane) คือ สารทำความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอน โดยสารชนิดนี้จะนำไปใช้กับระบบตู้เย็น ตู้แช่ และเครื่องปรับอากาศติดรถยนต์</p> <p>3) สารทำความเย็น R-22 (Monochlorodifluoromethane) คือ สารทำความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอน สารชนิดนี้ทำงานที่ความดันสูงกว่า R-12 จะใช้ในเครื่องทำความเย็น เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง และเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน</p>			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 161
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

4) สารทำความเย็น R-32 (Difluoromethane) เป็นสารทำความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอน ใช้ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน สำหรับอาคารบ้านเรือนออกแบบขึ้นมาให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งต่างจากสารทำความเย็น R-22 ที่มีส่วนในการทำลายชั้นบรรยากาศของโลก เนื่องจากสารทำความเย็น R 32 จะมีปริมาณของฟลูออรีนต่ำ จึงช่วยบรรเทาเรื่อง Global Warming Potential ไปได้

5) สารทำความเย็น R-717 (Ammonia) สารทำความเย็นชนิดนี้เป็นสารอนินทรีย์ที่มีส่วนผสมของไนโตรเจนและไฮโดรเจน เป็นสารมีพิษและติดไฟได้ มีความสามารถในการทำความเย็นสูง มักใช้งานกับเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ เช่น ห้องเย็น โรงน้ำแข็ง เป็นต้น

6) สารทำความเย็น R-134a (Tetrafluoroethane) คือ สารทำความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอน สารชนิดนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้งานแทน R-12 โดยนำมาใช้งานในเครื่องปรับอากาศรถยนต์และตู้เย็นที่ผลิตใหม่

7) สารทำความเย็น R-410A (Hydrofluorocarbon) เป็นสารทำความเย็นกลุ่มซีโอโทรปิกสารทำความเย็นที่ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษพัฒนาขึ้นมาใช้งานแทนน้ำยาแอร์ R22 จะนำมาใช้ในเครื่องทำความเย็นเครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง และเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ตารางที่ 3.1 ข้อแตกต่างระหว่างสารทำความเย็น R-410A และ R-32


	R32	R410A	R22
ความสามารถในการติดไฟ	สารติดไฟยาก (A2L)	ไม่ติดไฟ (A1)	ไม่ติดไฟ (A1)
วิธีการเติมสารทำความเย็นเข้าระบบ	เติมสภาวะแก๊ส หรือของเหลว	เติมสภาวะของเหลวเท่านั้น	เติมสภาวะแก๊ส หรือของเหลว
เปรียบเทียบกับสารทำความเย็น R410A	แรงดันเท่ากัน เครื่องมือบำรุงรักษาสามารถใช้ร่วมกัน		
เปรียบเทียบกับสารทำความเย็น R22	แรงดันประมาณ 1.6 เท่า เครื่องมือบำรุงรักษาไม่สามารถใช้ร่วมกันได้ เนื่องจากคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงดัน		

4. ถังบรรจุสารทำความเย็น

รหัสสีของถังทำความเย็น ทำขึ้นเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการใช้งาน จึงมีการกำหนดรหัสสีถังบรรจุสารทำความเย็นแต่ละชนิดไว้ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงรหัสสีของถังสารทำความเย็น

ชนิดของสารทำความเย็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน	รหัสสีของถังสารทำความเย็น
R-11	สีส้ม
R-12	สีขาว
R-22	สีเขียว
R-717 (แอมโมเนีย)	สีเงิน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 162
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็นและสารทำความเย็น	
		งานย่อยที่ 6	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

R-134a	สีฟ้าอ่อน
R-410A	สีชมพูเข้ม
R-32	สีชมพูอ่อน

ชนิดของถังสารทำความเย็น โดยทั่วไปถังของสารทำความเย็นจะทำจากเหล็ก หรืออะลูมิเนียม โดยจะติดตั้งอุปกรณ์ระบายความดัน (Safety Plug) เมื่อความดันสูงผิดปกติ มีวาล์วเปิดปิดและโครงป้องกันอยู่ด้านบน โดยถังบรรจุสารทำความเย็น สามารถแบ่งได้ 3 ชนิด ดังนี้

1. ถังเก็บสำรอง (Storage Cylinder)
2. ถังที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Returnable Cylinder)
3. ถังที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง (Disposable Cylinder) หรือ Throw - Away โดยจะมีข้อความ


ข้างถังว่า Non-Rechargeable

ถังบรรจุน้ำยาแอร์ชนิด Disposable (ใช้แล้วทิ้ง) โดยทั่วไปมีอยู่ 3 ชนิด

- 1) มีความหนา 1.0 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักถังเหล็กรวมวาล์วเปล่าประมาณ 2.5 กิโลกรัม (น้ำหนักถังเปล่า) ใช้บรรจุสารทำความเย็น R134a , R12 , R22 โดยสามารถบรรจุได้สูงสุด 13.6 กิโลกรัม
- 2) มีความหนา 1.2 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักถังเหล็กเปล่ารวมวาล์วประมาณ 3.0 กิโลกรัม (น้ำหนักถังเปล่า) ใช้บรรจุสารทำความเย็น R404a , R407c โดยสามารถบรรจุได้ปริมาณสูงสุด 10.9 หรือ 11.3 กิโลกรัม
- 3) มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักถังเหล็กเปล่ารวมวาล์วประมาณ 3.5 กิโลกรัม (น้ำหนักถังเปล่า) ใช้บรรจุสารทำความเย็น R410a , R32 โดยสามารถบรรจุได้ปริมาณสูงสุด 10.9 หรือ 11.3 กิโลกรัม ส่วน R32 จะบรรจุเพียง 7 กิโลกรัมในถังประเภทนี้เท่านั้น

อันตรายจากการใช้ถังน้ำยาผิดวิธี

- 1) การขยายตัวของน้ำยาแอร์ R32 มากกว่าน้ำยาแอร์ R134a คิดเป็น 2.2 เท่าที่ย่านอุณหภูมิ 40-60 องศาเซลเซียส
- 2) ความดัน R32 ภายในรถปั๊มเปิดประทุนไม่เปิดแอร์หากอุณหภูมิสูงสะสมถึง 60 องศาเซลเซียส จะทำให้ R32 มีแรงดันสูงที่ 554 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- 3) ถังเหล็ก One Way หรือ Dispisable รับแรงดันได้สูงสุดไม่เกิน 400-450 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- 4) ถังเหล็ก R32 เติมน้ำยาแอร์ R32 ได้ 7 กิโลกรัม (Max Load)

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 163
		หน่วยการฝึก :ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	
		งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 1 คอมเพรสเซอร์

1. หน้าที่ของคอมเพรสเซอร์

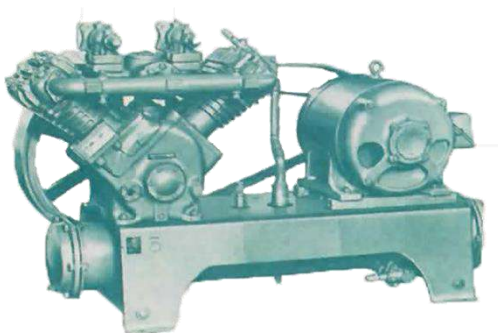
คอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่เพิ่มความดันให้แก่สารทำความเย็น เพื่อให้มีความดันและอุณหภูมิที่สูงขึ้น แล้วส่งไปยังคอนเดนเซอร์ให้เปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็น จากสถานะแก๊สเป็นสถานะของเหลว

2. ชนิดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์

มีเกณฑ์ในการแบ่งชนิดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ดังนี้

1.1 จำแนกตามลักษณะโครงสร้าง (Types of Structure) แบ่งได้เป็น 3 แบบ ได้แก่

- 1) คอมเพรสเซอร์แบบเปิด (Open Type Compressor) ตัวคอมเพรสเซอร์จะแยกอิสระต่อกัน โดยใช้สายพานส่งกำลังขับ




ภาพที่ 1.1 คอมเพรสเซอร์แบบเปิด

- 2) คอมเพรสเซอร์กึ่งปิด (Semi-Hermetic Compressor) เป็นแบบที่ตัวขับจะประกอบรวมอยู่ในโครงสร้างเดียวกันโดยใช้สลักเกลียว



ภาพที่ 1.2 คอมเพรสเซอร์กึ่งปิด

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 164
		หน่วยการฝึก :ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	
		งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

- 3) คอมเพรสเซอร์แบบหุ้มปิด (Hermetic Compressor) เป็นแบบที่ตัวขับจะถูกประกอบรวมอยู่ในโครงสร้างเดียวกัน



ภาพที่ 1.3 คอมเพรสเซอร์แบบหุ้มปิด

1.2 จำแนกตามวิธีการอัด (Compression Method) ได้แก่

- 1) คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reciprocating Type) อาศัยการทำงานของเพลลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft) ขับลูกสูบให้เกิดการดูดอัด




ภาพที่ 1.4 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ

- 2) คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี (Rotary Type) อาศัยการทำงานของลูกสูบหมุน (Rotor) เพื่อดูดน้ำยาและใช้เพลลาขับ (Rotor Shaft) แทนเพลลาข้อเหวี่ยง



ภาพที่ 1.5 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 165
		หน่วยการฝึก :ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	
		งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

3) คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอย (Scroll Type) โดยส่วนที่เป็นก้นหอยจะอยู่กับที่ ส่วนที่เคลื่อนที่ จะเคลื่อนที่ในลักษณะเอียงศูนย์



ภาพที่ 1.6 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอย

4) คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (Screw Type) เป็นการทำงานของสกรูตัวเมียซึ่งมีเกลียวสำหรับ เก็บน้ำยา และสกรูตัวผู้ที่ใช้สันเกลียวในการรีดน้ำยาออก




ภาพที่ 1.7 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู

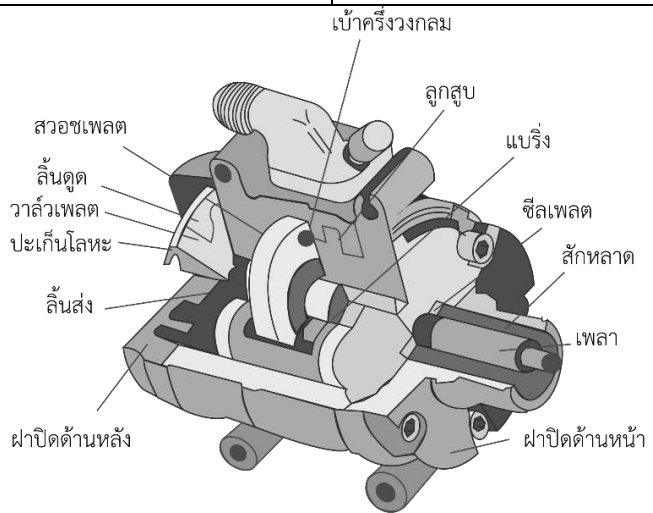
5) คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Type) ทำงานโดยอาศัยใบพัด ที่หมุนด้วยความเร็วรอบสูงประมาณ 3,000 ถึง 18,000 รอบ/นาที



ภาพที่ 1.8 คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

6) คอมเพรสเซอร์แบบสวอชเพลต (Swash Plate Compressor) เป็นคอมเพรสเซอร์ที่มี กระบอกลูกสูบหลายชุด โดยเรียงตัวในแนวนอนและลูกสูบจะเคลื่อนที่ในกระบอกสูบ ด้วยการหมุนของแนว เพลตเอียงข้อดี คือ มีรูปร่างกะทัดรัดแต่มีพิกัดทำความเย็นสูงจึงนิยมใช้กับเครื่องปรับอากาศรถยนต์

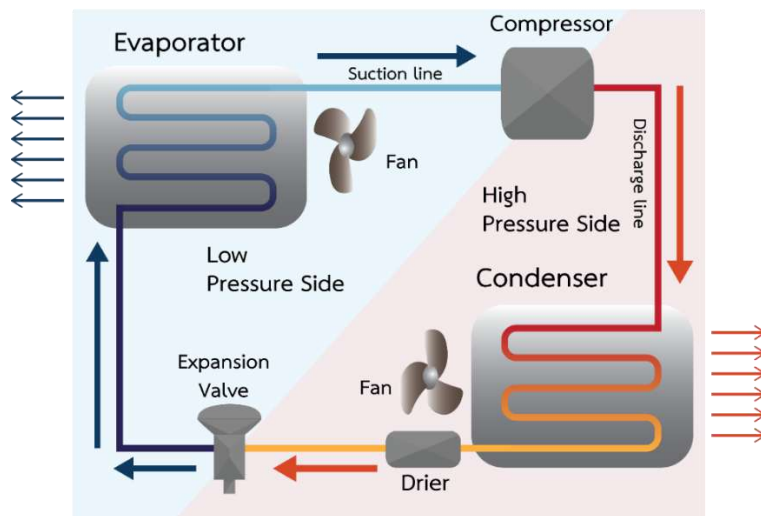
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 166
		หน่วยการฝึก :ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง




ภาพที่ 1.9 คอมเพรสเซอร์แบบสวอชเฟลต

3. หลักการทำงานของคอมเพรสเซอร์

คอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นในสถานะแก๊สที่มีความดันต่ำ และอุณหภูมิต่ำจากอีวาพอเรเตอร์ โดยสารทำความเย็นผ่านทางท่อชักชั้นไปยังทางดูดของคอมเพรสเซอร์ และอัดแก๊สให้มีความดันและอุณหภูมิที่สูงขึ้น แล้วส่งต่อไปยังคอนเดนเซอร์ เพื่อส่งไปกลั่นตัวเป็นของเหลวในคอนเดนเซอร์ โดยอาศัยการระบายความร้อน ดังภาพที่ 1.10



ภาพที่ 1.10 การระบายความร้อน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 167
		หน่วยการฝึก :ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	
		งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 2 คอนเดนเซอร์ อีวาพอเรเตอร์ และอุปกรณ์ควบคุมการไหล

1. คอนเดนเซอร์

1.1 หน้าที่ของคอนเดนเซอร์

คอนเดนเซอร์ หรือ อุปกรณ์ควบแน่น ทำหน้าที่ระบายความร้อนของสารทำความเย็นที่ส่งมาจากคอมเพรสเซอร์ เพื่อให้กลับตัวเป็นของเหลว

1.2 หลักการทำงานของคอนเดนเซอร์

สามารถจำแนกวิธีการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ได้ ดังนี้

1) การระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled) คอนเดนเซอร์รูปแบบนี้ใช้อากาศเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น โดยคอนเดนเซอร์ประเภทนี้จะทำจากท่อทองแดง หรือท่อเหล็ก มีครีปเป็นตัวช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อน โดยแบ่งเป็น

- แบบใช้อากาศหมุนเวียน เนื่องจากอากาศโดยรอบคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิสูงกว่า อากาศปกติจึงลอยตัวสูง ส่วนอากาศที่เย็นกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่

- แบบมีพัดลม หรือโบลเวอร์ช่วยเพิ่มลมที่ผ่านผิวของคอนเดนเซอร์ ทำให้ตัวคอนเดนเซอร์มีขนาดเล็กลง

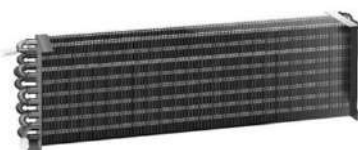
2) การระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled) คอนเดนเซอร์แบบนี้จะใช้น้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น ทำให้น้ำที่เป็นตัวกลางมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น

3) การระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ (Evaporative) โดยฉีดน้ำเย็นผ่านลงบนคอนเดนเซอร์ พร้อมกับใช้พัดลมดูด หรือเป่าอากาศผ่านคอนเดนเซอร์ อากาศจะสวนทางกับละอองน้ำที่ตกลงมาผ่านอีลิเมนต์เพื่อป้องกันไม่ให้ละอองน้ำติดไปกับอากาศ และสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ได้อีก


1.3 ชนิดของคอนเดนเซอร์

สามารถจำแนกตามลักษณะโครงสร้างของคอนเดนเซอร์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1) คอนเดนเซอร์ชนิดท่อและครีป (Fin-Tube Condenser) ทำจากท่อทองแดงรูปตัวยู และมีแผ่นอะลูมิเนียมบางอัดเป็นครีป ช่วยเพิ่มพื้นที่ในการระบายความร้อน



ภาพที่ 2.1 คอนเดนเซอร์ชนิดท่อและครีป

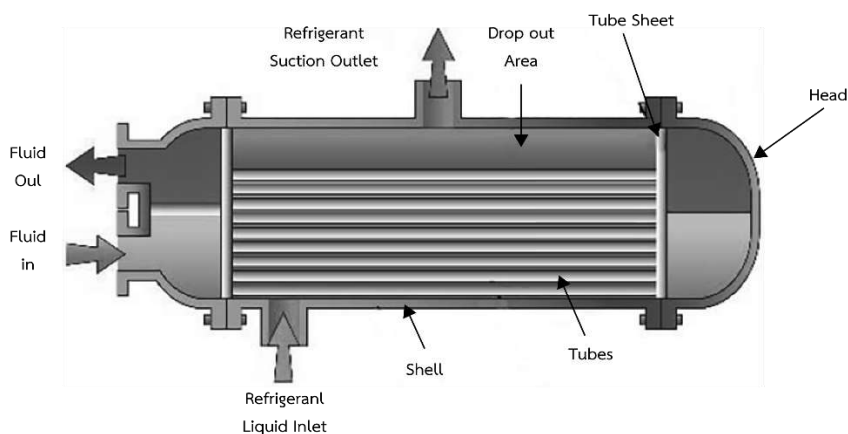
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 168
		หน่วยการฝึก :ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	
		งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

- 2) คอนเดนเซอร์ชนิดท่อสองชั้น (Double Tube Condenser) ซึ่งจะมีท่อเล็กอยู่ภายในท่อใหญ่ โดยที่น้ำและน้ำยาจะเคลื่อนที่สวนทางกัน เพื่อช่วยระบายความร้อน




ภาพที่ 2.2 คอนเดนเซอร์ชนิดท่อสองชั้น

- 3) คอนเดนเซอร์ชนิดเปลือก และท่อ (Shell and Tube Condenser) ประกอบด้วยเปลือกนอกและท่อเล็กสอดอยู่ภายใน



ภาพที่ 2.3 คอนเดนเซอร์ชนิดเปลือกและท่อ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 169
		หน่วยการฝึก :ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	
		งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

2. อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator)

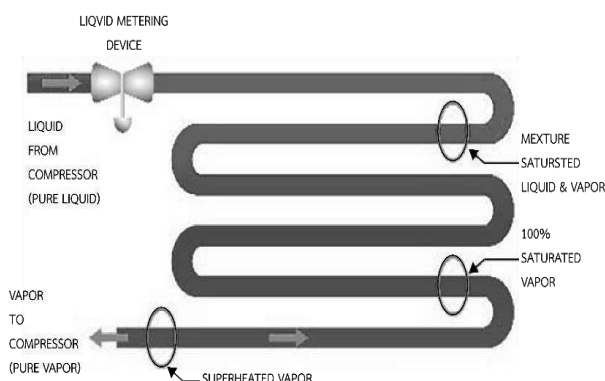
2.1 หน้าที่ของอีวาพอเรเตอร์

อีวาพอเรเตอร์ ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นที่รับความร้อนเปลี่ยนไปอยู่ในสถานะแก๊ส

2.2 หลักการของอีวาพอเรเตอร์

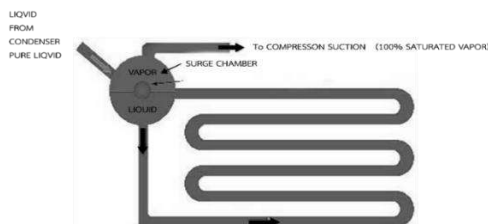
สามารถจำแนกหลักการทำงานของอีวาพอเรเตอร์ ได้ดังนี้

1) อีวาพอเรเตอร์แบบแห้ง (Dry Expansion Evaporator) สารทำความเย็นสถานะแก๊ส 10% ผสมกับสถานะของเหลว 90% จากนั้นไหลผ่านอีวาพอเรเตอร์ สารทำความเย็นจะดูดซับความร้อนจากอากาศหรือน้ำที่ต้องการทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนเป็นสถานะแก๊ส




ภาพที่ 2.4 อีวาพอเรเตอร์แบบแห้ง

อีวาพอเรเตอร์แบบเปียก (Flooded Evaporator) สารทำความเย็นจะบรรจุภายในถึงในระดับปริมาณคงที่ตลอดเวลา และจะไหลเวียนผ่านขดท่อโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก จากนั้น เมื่อรับความร้อนเพิ่มขึ้นก็เปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส



ภาพที่ 2.5 อีวาพอเรเตอร์แบบเปียก

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 170
		หน่วยการฝึก :ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	
		งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

2.3 ชนิดของอีวาพอเรเตอร์

สามารถจำแนกอีวาพอเรเตอร์ตามลักษณะโครงสร้าง ได้ดังนี้

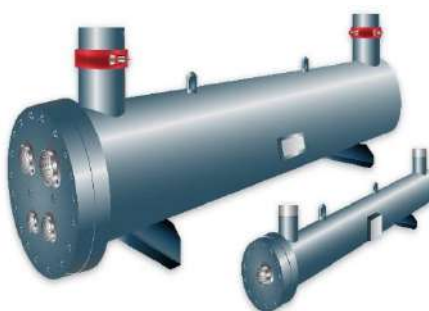
1) อีวาพอเรเตอร์แบบแผ่น อีวาพอเรเตอร์แบบนี้สามารถแบ่งย่อยได้อีกหลายแบบ บางอย่างใช้โลหะ 2 แผ่น แผ่นหนึ่งกดขึ้นรูปเป็นลอนนูน อีกแผ่นหนึ่งเรียบแล้วทำการเชื่อมติดกัน โดยช่องที่เป็นลอนนูนจะทำเป็นท่อทางสารทำความเย็น สำหรับอีวาพอเรเตอร์แบบนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางภายในตู้เย็นภายในบ้าน

2) อีวาพอเรเตอร์ชนิดขดท่อ และครีป (Fin-Tube Evaporator) มีขดท่อและครีปอะลูมิเนียมบางเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน




ภาพที่ 2.6 อีวาพอเรเตอร์ชนิดขดท่อและครีป

3) อีวาพอเรเตอร์ชนิดเปลือก และท่อ (Shell and Tube Evaporator) ใช้กับระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น ซึ่งเรียกว่า ชิลเลอร์



ภาพที่ 2.7 อีวาพอเรเตอร์ชนิดเปลือกและท่อ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 171
		หน่วยการฝึก :ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	
		งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

3. อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล

อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล มีหลากหลายชนิด ดังนี้

3.1 เอ็กซ์แพนชันวาล์วชนิดปรับด้วยมือ (Hand Expansion Valve) เพื่อปรับเปิด หรือปิดวาล์วให้น้ำยาไหลผ่าน เมื่อความร้อนของอีวาพอเรเตอร์เพิ่มขึ้น จะต้องปรับเปิดวาล์วให้กว้างขึ้น เพื่อให้ น้ำยาไหลผ่านได้มากขึ้น โดยต้อง เปิด-ปิดทุกครั้งที่ใช้งาน จึงไม่เป็นที่นิยม




ภาพที่ 2.8 เอ็กซ์แพนชันวาล์วชนิดปรับด้วยมือ

3.2 ออโตเมติกเอ็กซ์แพนชันวาล์ว (Automatic Expansion Valve : AEV) มีการเปิดปิดวาล์วอัตโนมัติ โดยอาศัยความดันในอีวาพอเรเตอร์ และความดันสปริงเป็นตัวควบคุม เมื่อความดันในอีวาพอเรเตอร์เพิ่มขึ้น ลินจะ เปิดให้น้ำยาเข้ามาในระบบน้อยลง แต่เมื่อแรงดันในอีวาพอเรเตอร์ลดลง ลินจะเปิดให้น้ำยาไหลเข้ามาในระบบมากขึ้น



ภาพที่ 2.9 ออโตเมติกเอ็กซ์แพนชันวาล์ว

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 172
		หน่วยการฝึก :ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	
		งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

3.3 เทอร์มอสแตติกเอ็กซ์แพนชันวาล์ว (Thermostatic Expansion Valve : TEV) ใช้หลักการควบคุมอุณหภูมิของอีวาพอเรเตอร์ให้คงที่เสมอ แบ่งเป็น

- แบบสมดุลภายใน เมื่อสารทำความเย็นมีปริมาณลดลง สารทำความเย็นจะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สได้เร็วขึ้น กำลังดันที่สูงขึ้น ทำให้ TEV เปิดมากขึ้น สารทำความเย็นจึงไหลเข้าไปในอีวาพอเรเตอร์มากขึ้น
- แบบสมดุลภายนอก คือ เมื่อแรงดันจากการขยายตัวของแก๊สในกระเปาะดันให้แผ่นไดอะเฟรมกดลงวาล์วจะเปิด และเมื่อแรงดันจากสารทำความเย็นในอีวาพอเรเตอร์ดันให้แผ่นไดอะเฟรมยกขึ้นวาล์วจะปิด เช่นเดียวกับแรงดันสปริงที่จะดันวาล์วยกขึ้น เมื่ออุณหภูมิโดยรอบของอีวาพอเรเตอร์คงที่อุณหภูมิและแรงดันภายในอีวาพอเรเตอร์เท่ากับอุณหภูมิ และแรงดันของแก๊สในกระเปาะ แรงดันสปริงจะทำให้วาล์วปิด




ภาพที่ 2.10 เทอร์มอสแตติกเอ็กซ์แพนชันวาล์ว

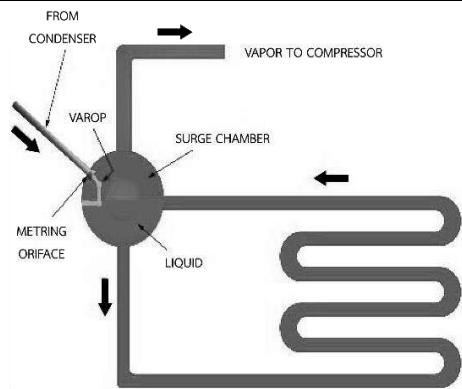
3.4 ท่อแคปิลลารี (Capillary Tube) เป็นท่อขนาดเล็กมาก ซึ่งจะจำกัดการไหลของสารทำความเย็นจากคอนเดนเซอร์ไปยังอีวาพอเรเตอร์



ภาพที่ 2.11 ท่อแคปิลลารี

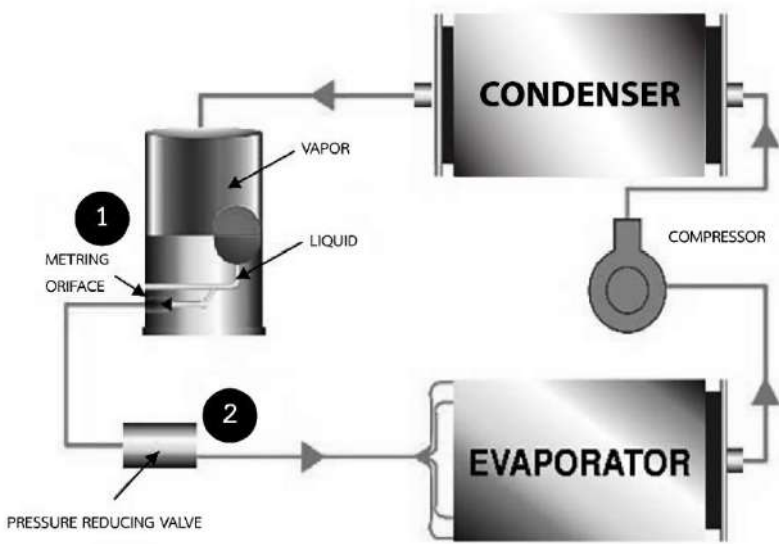
3.5 ลูกลอยด้านความดันต่ำ (Low Side Float Valve) ใช้ลูกลอยรักษาระดับของสารทำความเย็นเหลวเมื่อระดับสารทำความเย็นเหลวลดต่ำลง ลื่นลูกลอยจะเปิดกว้างให้สารทำความเย็นไหลเข้ามา

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 173
		หน่วยการฝึก :ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบ อัดไอ	หัวข้อวิชา : ส่วนประกอบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	งานย่อยที่ 7	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง




ภาพที่ 2.12 ลูกลอยด้านความดันต่ำ

ลูกลอยด้านความดันสูง (High Side Float Valve) สารทำความเย็นเหลวจะดันลูกลอย ทำให้
 ล้อเปิด ส่งสารทำความเย็นเหลวที่มีความดันสูงจะไหลไปยังล้อลดแรงดัน ทำให้มีความดันลดลง



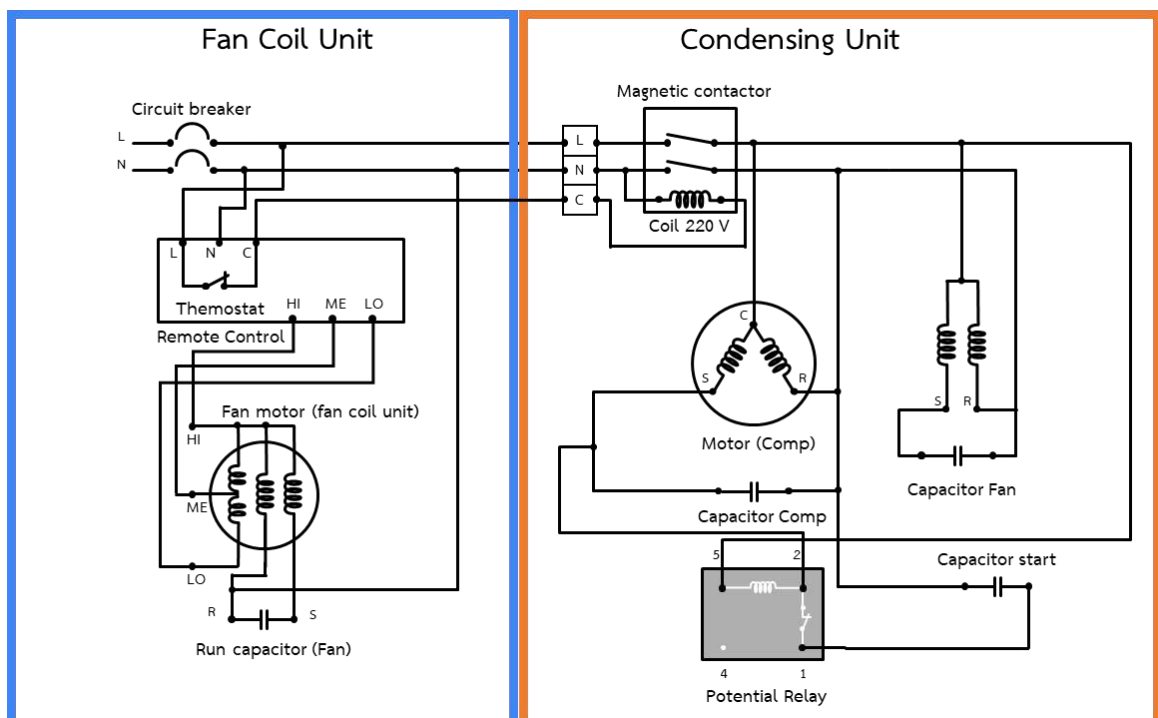
ภาพที่ 2.13 ลูกลอยด้านความดันสูง

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 174
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง


หัวข้อวิชาที่ 1 วงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

1. วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

วงจรถูกแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ วงจรไฟฟ้าของชุดคอยล์เย็น และวงจรไฟฟ้าของคอนเดนซิ่งยูนิต วงจรไฟฟ้าชุดคอยล์เย็นจะประกอบไปด้วยขั้วพักสาย และสวิตช์ซึ่งต่อเข้ากับมอเตอร์พัดลมที่ทำหน้าที่ดูดเป่าอากาศจากภายในห้องผ่านคอยล์เย็น โดยมีเทอร์โมสแตทคอยล์ควบคุมการทำงานของชุดคอนเดนซิ่งยูนิต ส่วนวงจรไฟฟ้าของชุดคอนเดนซิ่งยูนิต วงจรไฟฟ้าควบคุมจากเทอร์โมสแตทจะผ่านเข้าสู่คอยล์ของหน้าสัมผัสแม่เหล็ก ทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ และมอเตอร์พัดลมระบายคอนเดนเซอร์ทำงานพร้อมกัน เมื่ออุณหภูมิในห้องลดลงถึงจุดที่ปรับตั้งไว้ เทอร์โมสแตทจะแยกหน้าสัมผัสจากออก หยุดการทำงานของอุปกรณ์ชุดคอนเดนซิ่งยูนิตทั้งหมด แต่มอเตอร์พัดลมของชุดคอยล์เย็นจะยังทำงานอยู่



ภาพที่ 1.1 วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 175
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

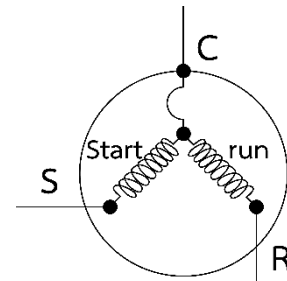
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ

2.1 มอเตอร์คอมเพรสเซอร์

การทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นโดยมีสถานะเป็นแก๊ส ที่มีแรงดันและอุณหภูมิต่ำและอัดสารทำความเย็นที่มีสถานะแก๊สให้มีแรงดันและอุณหภูมิที่สูง เพื่อส่งไปยังคอยล์ร้อนต่อไป



ภาพที่ 1.2 มอเตอร์คอมเพรสเซอร์

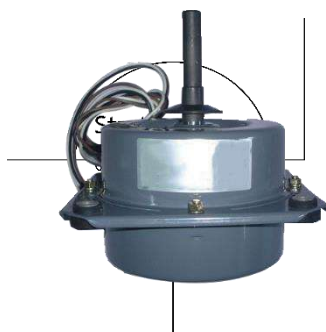


ภาพที่ 1.3 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์

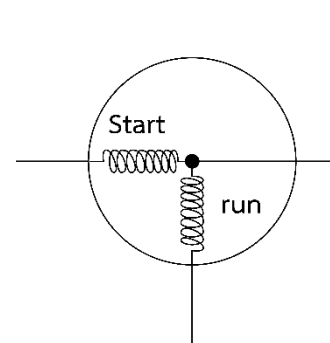
2.2 มอเตอร์พัดลม

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) มอเตอร์พัดลมคอยล์ร้อน ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นแก๊ส เปลี่ยนเป็นสถานะของเหลว เพื่อส่งผ่านเข้าสู่อุปกรณ์ควบคุมแรงดันสารทำความเย็นต่อไป




ภาพที่ 1.4 มอเตอร์พัดลมคอยล์ร้อน



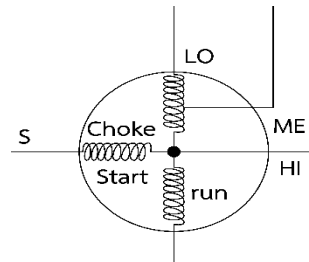
ภาพที่ 1.5 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลมคอยล์ร้อน

2) มอเตอร์พัดลมคอยล์เย็น ทำหน้าที่กระจายลมเย็นในบริเวณที่ต้องการปรับอากาศ ซึ่งมีใบพัดลมคอยล์เย็นเป็นตัวขับเคลื่อนทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของลม

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 176
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง



ภาพที่ 1.6 มอเตอร์พัดลมคอยล์เย็น
คอยล์เย็น



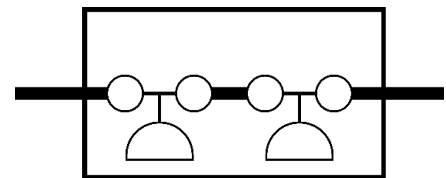
ภาพที่ 1.7 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลม

2.3 สวิตช์ควบคุมความดัน

สวิตช์ควบคุมความดันทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันในระบบ สามารถหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์เมื่อเกิดความผิดปกติของความดันภายในระบบได้ โดยสวิตช์ควบคุมแรงดันมี 2 แบบ คือ แบบตรวจจับความดันสารทำความเย็น และแบบตรวจจับแรงดันน้ำมันหล่อลื่น



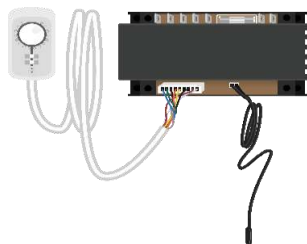
ภาพที่ 1.8 สวิตช์ควบคุมความดัน



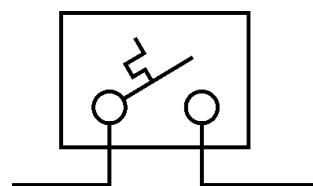
ภาพที่ 1.9 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าสวิตช์ของควบคุมความดัน

2.4 เทอร์โมสตัท


เทอร์โมสตัทมีหน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิของห้องให้เป็นไปตามค่าอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ โดยเทอร์โมสตัทจะหยุดการทำงานของคอนเดนซิ่งยูนิต เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ และเทอร์โมสตัทจะสั่งให้คอนเดนซิ่งยูนิตทำงานต่อไปเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น



ภาพที่ 1.10 เทอร์โมสตัท



ภาพที่ 1.11 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของเทอร์โมสตัท

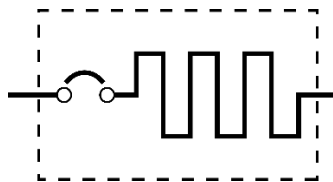
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 177
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

2.1 โอเวอร์โวลต์รีเลย์

หลักการทำงานของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ เมื่อมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงาน หน้าสัมผัสของโอเวอร์โวลต์รีเลย์จะมีกระแสไฟฟ้าเข้ามาที่ขดลวดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ตลอดเวลา หากมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ใช้กระแสไฟมากเกินไปทำให้เกิดความร้อน โลหะที่อยู่ภายในโอเวอร์โวลต์รีเลย์ขยายตัวไม่เท่ากัน และเกิดการงอของโลหะขึ้น ส่งผลให้หน้าสัมผัสถูกดันออกเพื่อตัดวงจรไฟที่เข้าสู่ขดลวดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ซึ่งช่วยป้องกันขดลวดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ซึ่งเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่จะมีโอเวอร์โวลต์รีเลย์ต่ออยู่ในตัวคอมเพรสเซอร์แล้ว



ภาพที่ 1.12 โอเวอร์โวลต์รีเลย์



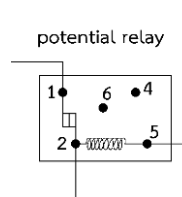
ภาพที่ 1.13 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของโอเวอร์โวลต์รีเลย์

2.2 โฟเทนเซียลรีเลย์

โฟเทนเซียลรีเลย์เป็นรีเลย์ที่ใช้แรงดันไฟฟ้าควบคุมการทำงาน ทำหน้าที่ตัดคาปาซิเตอร์สตาร์ทออกจากวงจรหลังจากที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์สตาร์ทแล้วประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วสูงสุด



ภาพที่ 1.14 โฟเทนเซียลรีเลย์




ภาพที่ 1.15 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของโฟเทนเซียลรีเลย์

2.5 คาปาซิเตอร์

คาปาซิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วยแผ่นตัวนำเรียงตัวสลับกับฉนวนไฟฟ้า ซึ่งคาปาซิเตอร์จะชาร์จประจุเข้าแผ่นหนึ่ง และผลักออกจากอีกแผ่นสลับไปมา ทำให้เกิดการเพิ่มค่าโวลต์ในระบบ คาปาซิเตอร์ในเครื่องทำความเย็นแบ่งออกเป็น

- คาปาซิเตอร์สตาร์ท มีหน้าที่ช่วยในการเริ่มออกตัวของมอเตอร์ ซึ่งจะทำให้ค่าโวลต์สูงขึ้นในระยะสั้นประมาณ 2-3 วินาทีแรกของการสตาร์ท หลังจากนั้นจะถูกตัดการทำงานออกจากวงจร

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 178
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

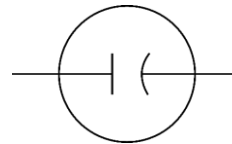


ภาพที่ 1.16 คาปาซิเตอร์สตาร์ท

คาปาซิเตอร์รัน มีหน้าที่ช่วยแก้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของมอเตอร์ซึ่งทำงานคู่กับวงจรตลอดเวลา



ภาพที่ 1.17 คาปาซิเตอร์รัน



ภาพที่ 1.18 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์

2.6 เฟสโปรเทคชั่น




ภาพที่ 1.19 เฟสโปรเทคชั่น

อุปกรณ์ชนิดนี้เมื่อจ่ายไฟเข้า ไฟเปิด (On) จะติด นั้นแสดงให้เห็นว่าแผงอิเล็กทรอนิกส์กำลังทำงานควบคุม และเมื่อรีเลย์ชนิดนี้ตรวจจับได้ถึงความผิดปกติ ก็จะเริ่มการทำงาน โดยทำให้หน้าสัมผัสที่ปิดจะเปิดออก ส่งผลให้ระบบตัดการทำงานเพื่อป้องกันอุปกรณ์นั้น ๆ และเมื่อสถานะของระบบไฟกลับมาสู่สถานะปกติ Protection Relay จะเริ่มทำงานให้หน้าสัมผัสจากที่ปิดเป็นปิดหน้าสัมผัส ให้ระบบไฟฟ้าสามารถทำงานได้ตามปกติอีกครั้ง

โดยปกติแล้ว Protection Relay จะทำงานเมื่อมีความผิดปกติของการใช้งานไฟฟ้า ไม่ว่าจะเกิดจากการจ่ายกระแสไฟเกินของการไฟฟ้า หรือจากผู้ใช้งานที่ทำให้กระแสไฟฟ้าทำงานผิดปกติ โดยรีเลย์ชนิดนี้จะใช้เงื่อนไขในการตรวจสอบความผิดปกติ ดังต่อไปนี้

1. Over Current คือ กระแสในขณะที่ใช้งานมีค่าเกินที่กำหนด Protection Relay จะทำการตัดระบบ
2. Max/Min Voltage คือ แรงดันในขณะที่ใช้งานมีค่าเกิน หรือต่ำกว่าที่กำหนด
3. Phase Sequence คือ การเรียงลำดับเฟสไม่ถูกต้อง
4. Phase Loss คือ แรงดันของเฟสใดเฟสหนึ่งหายไป
5. Min/Max Frequency คือ ความถี่ในขณะที่ใช้งานมีค่าเกินหรือต่ำกว่าที่กำหนด

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 179
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

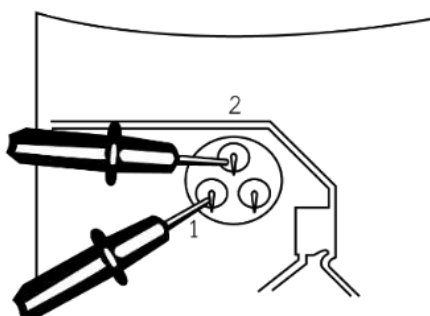
1. การวัดหาขั้วมอเตอร์คอมเพรสเซอร์

จะใช้มัลติมิเตอร์ในการตรวจสอบ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นมอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบเฮอร์เมติก เพราะเป็นแบบที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศ โดยขั้วหลักของคอมเพรสเซอร์มี 3 ขั้ว ได้แก่


- 1) ขั้ว S คือ ขั้วที่ต่อจากขดลวดสตาร์ท (Starting Winding) โดยขดลวดสตาร์ทนั้น มีคุณสมบัติ คือ จะพันด้วยขดลวดเส้นเล็กจำนวนรอบมาก ค่าความต้านทานมีค่าสูง
- 2) ขั้ว R คือ ขั้วที่ต่อจากขดลวดรัน (Running Winding) โดยขดลวดรัน มีคุณสมบัติ คือ จะพันด้วยขดลวดเส้นใหญ่จำนวนรอบน้อย ค่าความต้านทานมีค่าต่ำ
- 3) ขั้ว C คือ ขั้วที่เกิดจากจุดร่วมระหว่างขั้ว S และขั้ว R หรือที่เรียกว่า ขั้ว (Common) ซึ่งเป็นจุดที่ขดลวดรันและขดลวดสตาร์ทมาต่อกัน

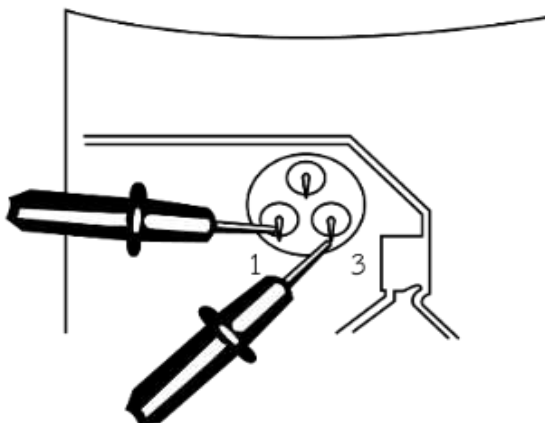
การวัดหาขั้วคอมเพรสเซอร์

- 1) ใช้โอห์มมิเตอร์ หรือมัลติมิเตอร์ที่ปรับสเกลค่าโอห์มในการวัด ทดลองวัดที่ขั้วคอมเพรสเซอร์ทีละคู่แล้วบันทึกค่าความต้านทานที่วัดได้ คู่ของขั้วใดที่ค่าความต้านทานสูง ขั้วที่เหลือจะเป็นขั้ว C
- 2) หลังจากได้ขั้ว C ให้ลองวัดค่าความต้านทานโดยจับคู่ขั้ว C กับขั้วที่เหลือ ถ้าคูใดอ่านค่าความต้านทานได้สูงสุด แสดงว่า ขั้วที่จับคู่กับขั้ว C คือ ขั้ว S และขั้วที่เหลือสุดท้ายคือ ขั้ว R

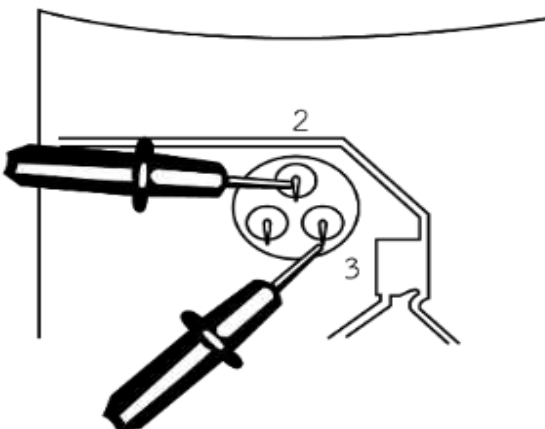


1.วัดที่ขั้ว 1 กับขั้ว 2

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 180
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง	




2. วัดที่ขั้ว 1 กับขั้ว 3



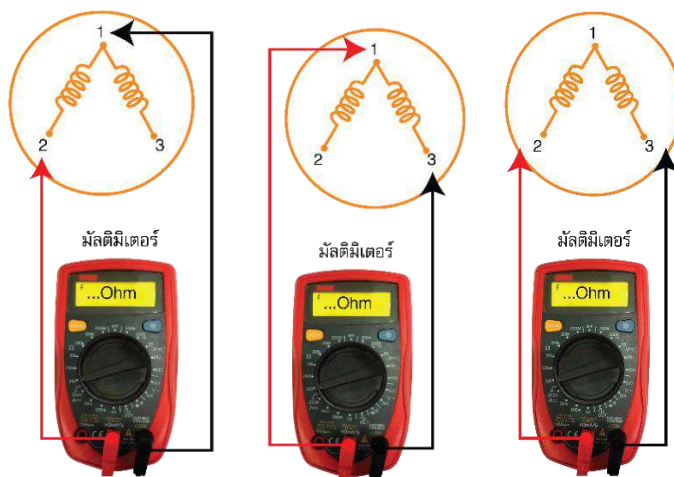
3. วัดที่ขั้ว 2 กับขั้ว 3

ภาพที่ 2.1 วิธีการกำหนดขั้วคอมเพรสเซอร์

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 181
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

2. การวัดหาขั้วมอเตอร์พัดลม (Fan Motor)

1) การวัดหาขั้วมอเตอร์พัดลมจากชุดคอนเดนซิ่งยูนิต



ภาพที่ 2.2 การวัดหาขั้วมอเตอร์พัดลมคอยล์ร้อน

ทำได้โดยวัดค่าความต้านทานทีละคู่

ขั้ว 1 - 2

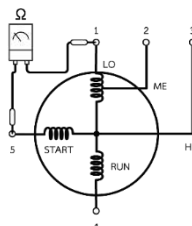
ขั้ว 1 - 3

ขั้ว 2 - 3


การตรวจวัดขั้วมอเตอร์พัดลมคอยล์ร้อน ใช้หลักการเดียวกันกับการตรวจหาขั้วคอมเพรสเซอร์ โดยคูใดที่มีค่าความต้านทานสูงสุด ขั้วที่เหลือจะเป็นขั้ว c จากนั้นให้ขั้ว c เป็นขั้วหลัก แล้วทดลองวัดโดยจับคู่ขั้ว c กับขั้วที่เหลือ ถ้าคูใดอ่านค่าความต้านทานได้สูงสุด แสดงว่า ขั้วที่จับคู่กับขั้ว c คือ ขั้ว s และขั้วที่เหลือคือ ขั้ว R

2) การวัดหาขั้วมอเตอร์พัดลมคอยล์เย็น

สามารถทำได้โดยวัดสายของมอเตอร์ทีละคู่ จะต้องอ่านค่าความต้านทานภายในขดลวดมอเตอร์ได้ทุกคู่ ถ้าคูใดคูหนึ่งขาด (มิเตอร์ชี้ไปที่ Infinity ∞) แสดงว่าขดลวดมอเตอร์พัดลมคอยล์เย็นขาด



ภาพที่ 2.3 การตรวจขั้วพัดลมคอยล์เย็น เพื่อหาค่าความต้านทาน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 182
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

3. การตรวจสอบสวิตช์ควบคุม (Control Switch)

ใช้สายของโอห์มมิเตอร์ด้านหนึ่งและที่ทางเข้าสวิตช์ควบคุม และปลายสายอีกด้านหนึ่งและที่ขั้วต่อเข้าเทอร์โมสแตท จากนั้นกดสวิตช์ตำแหน่ง HI COOL, MED COOL หรือ LO COOL ที่ละตำแหน่งเพื่อตรวจสอบ โดยโอห์มมิเตอร์จะต้องแสดงค่า 0 โอห์มเสมอ

4. การตรวจสอบรีเลย์ช่วยสตาร์ท

ถอดรีเลย์ช่วยสตาร์ทออกจากวงจร ใช้โอห์มมิเตอร์ที่ปรับย่านวัดที่ R x 10 จากนั้นนำสายโอห์มมิเตอร์วัดค่าความต้านทานจากขั้วทั้งสองของรีเลย์ ถ้าได้ค่าความต้านทานเต็มสเกล แสดงว่ารีเลย์ใช้งานได้ปกติ

5. การตรวจสอบเทอร์โมสแตท (Thermostat)

เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ สำหรับควบคุมอุณหภูมิภายในห้องเย็น ตู้เย็น หรือห้องปรับอากาศให้มีค่าคงที่อยู่เสมอชนิดของตัวควบคุมอุณหภูมิแบ่งออกได้ 3 แบบคือ

1) แบบกระเปาะ (Bulb Bellow Type) มีหลักการทำงานโดยอาศัยการขยายตัว และหดตัวของของเหลวไปกระทำกับหีบที่สามารถยืดหรือหดตัวได้ ทำให้หน้าคอนแทคที่ติดกับเบลโล เคลื่อนที่ตัด-ต่อวงจรไฟฟ้า

2) แบบการขยายตัวของโลหะ 2 ชนิด (Bimetal Type) มีหลักการทำงานโดยโลหะ 2 ชนิดที่ตั้งประสิทธิภาพการขยายตัวไม่เท่ากันมายึดติดกันให้แน่น เมื่อได้รับความร้อนหรือเย็น จะเกิดการยืดและหดตัวทำให้โลหะเกิดการงอตัวไปตัดหน้าคอนแทคได้


3) ตัวควบคุมอุณหภูมิแบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือเทอร์มิสเตอร์ เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิแบบใหม่ที่ประยุกต์เอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้ตัวตรวจสอบอุณหภูมิที่เป็นเทอร์มิสเตอร์ ซึ่งเป็นค่าความต้านทานที่ปรับค่าไปตามอุณหภูมิ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างแม่นยำ

การตรวจสอบตัวควบคุมอุณหภูมิ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

- วัดค่าความต้านทานหน้าสัมผัส โดยใช้โอห์มมิเตอร์วัดสัมผัสหน้าคอนแทค
- วิธีวัดจุด Cut In และ Cut Out โดยใช้ความเย็นทดสอบ แล้วใช้โอห์มมิเตอร์วัดที่หน้าคอนแทค โดยเมื่ออุณหภูมิต่ำลงตัวควบคุมจะตัด (ต่ำกว่าจุด Cut Out) และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นตัวควบคุมจะต่อ (สูงกว่าจุด Cut In)

6. การตรวจสอบโอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay)

ในกรณีที่มีมอเตอร์คอมเพรสเซอร์กินกระแสสูงเกินที่กำหนดจนเกิดความร้อนจนทำให้หน้าสัมผัสโลหะ Bimetal ในตัวโอเวอร์โหลดแยกจากกัน จากหน้าสัมผัสปกติปิด เปลี่ยนเป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด เกิดการตัดวงจร

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 183
		หน่วยการเรียนรู้: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

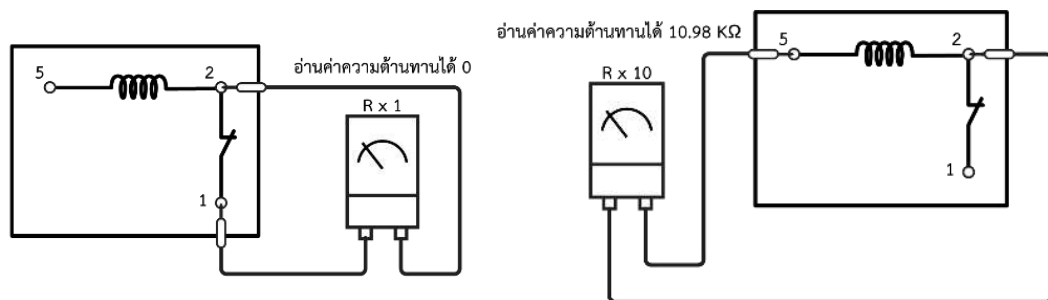
สายไฟเมนที่จ่ายเข้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทันที เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับตัวมอเตอร์คอมเพรสเซอร์

การตรวจเช็คโอเวอร์โวลติลลยี

การตรวจเช็คโอเวอร์โวลติลลยีทำได้ง่าย ๆ โดยการนำมัลติมิเตอร์ ปรับเลือกการวัดความต้านทาน $R \times 10$ แล้วทำการวัดที่ขั้วสำหรับต่อใช้งาน กับขั้วของหน้าสัมผัส (จุดตรงกลาง) หากวัดแล้วเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้นแสดงว่าตัวโอเวอร์โวลติลลยี

7. การตรวจสอบโพเทนเชียลลยี

โพเทนเชียลลยีมีตำแหน่งขั้วภายในดังนี้




ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการตรวจสอบโพเทนเชียลลยี

โดย ขั้ว 5 ไปขั้ว 2 เป็นส่วนของขดลวดหรือคอยล์ และขั้ว 2 ไปขั้ว 1 คือ หน้าสัมผัสปกติปิด วิธีการตรวจสอบใช้มัลติมิเตอร์ที่เลือกตั้งค่าย่านโอห์มหนีบไว้ที่ตำแหน่งที่ 2 จากนั้นหนีบปลายสายวัดที่ตำแหน่งที่ 5 จะเห็นได้ว่าในตำแหน่งจาก 5 ไป มัลติมิเตอร์จะต้องอ่านค่าความต้านทานของขดลวดแรงดันได้ (ประมาณ $10.98 \text{ K}\Omega$) จากนั้นเปลี่ยนตำแหน่งวัด โดยเอาปลายสายออกจากตำแหน่งที่ 5 และไปหนีบในตำแหน่งที่ 1 แทนเป็นการวัดจากขั้ว 2 ไปขั้ว 1 นั่นคือตำแหน่งหน้าสัมผัสปกติปิดซึ่งมัลติมิเตอร์จะอ่านค่าที่วัดได้ เท่ากับ 0

8. สตาร์ทติงรีลยี หรือ รีลยีเริ่มหมุน (Starting Relay)

สตาร์ทติงรีลยีที่ใช้ในระบบเครื่องทำความเย็นนั้นทำหน้าที่คล้ายเซ็นติฟูกอลสวิตซ์ในมอเตอร์แบบสลิปเฟส ดังที่ทราบกันดีว่า มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ในเครื่องทำความเย็นโดยส่วนใหญ่จะเป็นมอเตอร์แบบสลิปเฟส ซึ่งไม่สามารถใส่เซ็นติฟูกอลสวิตซ์เพื่อให้ตัดวงจรของขดลวดสตาร์ทท้อออกหลังจากมอเตอร์คอมเพรสเซอร์เดิน จึงต้องมีรีลยีต่อขดสตาร์ทท้อภายนอก เพื่อให้รีลยีทำหน้าที่ตัดวงจรขดสตาร์ทท้อให้ครบตอนเริ่มหมุนครั้งแรก และให้รีลยีทำหน้าที่ตัดวงจรของขดสตาร์ทท้อออกหลังจากที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์เดินเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 184
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง	

รีเลย์ต้องออกแบบมาให้พอดีกับขนาดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ และต้องออกแบบมาให้ต่อวงจรของขดสตาร์ทเพียงชั่วระยะที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์หมุนได้ความเร็วประมาณ 2/3 ของความเร็วสูงสุดจึงทำให้ตัดวงจรสตาร์ททออกได้ หรือต้องออกแบบมาให้ตัดขดสตาร์ทออกจากวงจรภายใน 3-4 วินาที หลังจากต่อเมนเข้าแล้วเท่านั้น เพราะหากรีเลย์ตัดช้าเกินไปจะทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ร้อนจัด และเป็นอันตรายกับขดสตาร์ทที่พันไว้ได้

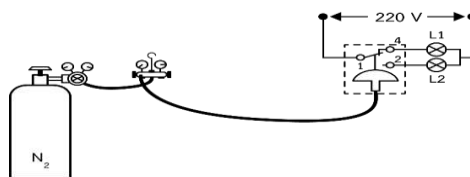
9. รีเลย์ลวดร้อนหรือ ฮอตไวร์รีเลย์

ฮอตไวร์รีเลย์มีชื่ออีกอย่างว่า Thermal Relay เป็นรีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยการขยายตัวของโลหะ ในที่นี้คือลวดร้อนซึ่งมี 2 จุดสัมผัส คือ จุดสัมผัสของขดสตาร์ท และจุดสัมผัสของขดรัน ซึ่งสองจุดสัมผัสนี้จะทำหน้าที่เป็นโอเวอร์โหลดด้วย

10. การตรวจสอบคาปาซิเตอร์ (Capacitor)


ตั้งค่าโอห์มมิเตอร์ที่สเกล R x 1K หรือมากกว่า เมื่อแตะที่ขั้วทั้งสองของคาปาซิเตอร์ เข็มจะชี้เข้าใกล้ค่า 0 โอห์ม ในช่วงแรกและเข็มจะชี้ค่าความต้านทานที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนสูงสุดแสดงว่าปกติ ถ้าเข็มชี้ที่ 0 โอห์ม แสดงว่าคาปาซิเตอร์ลัดวงจรระหว่างขั้วทั้งสอง ถ้าเข็มชี้ค้ำที่ค่าอนันต์ (Infinity ∞) หมายถึงวงจรภายในคาปาซิเตอร์ขาด ทั้ง 2 กรณีนี้แสดงว่าคาปาซิเตอร์เสีย อย่างไรก็ตามก่อนทำการตรวจวัดคาปาซิเตอร์ด้วยโอห์มมิเตอร์ทุกครั้งจะต้องต่อลัดวงจรระหว่างขั้วทั้งสอง เพื่อให้คาปาซิเตอร์คายประจุให้หมดก่อน

11. การตรวจสอบตัวควบคุมความดัน



ภาพที่ 2.6 ตัวควบคุมความดัน

การตรวจสอบตัวควบคุมความดันทำได้โดยตรวจดูการทำงานหน้าคอนแทคด้วยโอห์มมิเตอร์ กล่าวคือ เมื่อทำการจ่ายความดันให้แก่ตัวควบคุมความดันตามจุด Cut In และ Cut Out ที่ได้ปรับตั้งไว้ ถ้าหน้าคอนแทคเกิดการตัด - ต่อ ตามที่ได้ตั้งค่าไว้แสดงว่าตัวควบคุมดังกล่าวยังทำงานปกติ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 185
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

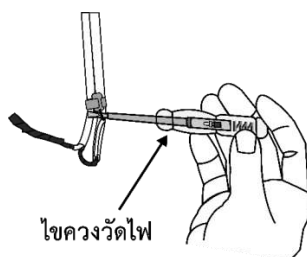
หัวข้อวิชาที่ 3 การตรวจสอบการลัดวงจรและการรั่วลงดิน

ในหลายอาคารจะมีการติดตั้งระบบสายดินเพื่อความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า แต่การตรวจสอบการรั่วของกระแสไฟยังเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากกระแสไฟที่รั่วไหลอาจจะก่อให้เกิดอันตราย และยังทำให้เกิดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าอีกด้วย

1. ขั้นตอนการตรวจสอบการลัดวงจร และการรั่วลงดิน

1) วัดความต้านทานระหว่างสายไฟทุกเส้นและระหว่างสายไฟกับดิน หรือจุดที่มีการต่อลงดิน โดยการใช้เครื่องวัดค่าฉนวนของสาย (Insulation Tester) โดยจะต้องปลดสายไฟทั้งทางด้านแหล่งจ่ายและทางด้านโหลดออกก่อนค่าความต้านทานที่วัดได้ต้องไม่น้อยกว่า 500 กิโลโอห์ม ถ้าหากต่ำกว่านี้แสดงว่าฉนวน หรือจุดต่อสายไม่สมบูรณ์อาจทำให้เกิดกระแสไฟรั่วได้ หากตรวจพบว่าสาเหตุเกิดจากฉนวนของสายไฟฟ้าเสียหายให้ทำการซ่อมแซม แต่หากเกิดจากการเสื่อมสภาพ หรือหมดอายุให้ทำการเปลี่ยนใหม่

2) ใช้ไขควงวัดไฟแต่ละส่วนที่เป็นโลหะ หากไฟของไขควงส่องสว่าง แสดงว่าเกิดไฟรั่วที่บริเวณนั้น ให้ทำการตรวจสอบสายไฟว่าฉนวนเกิดความเสียหายหรือไม่ โดยเฉพาะจุดที่มีการต่อสาย สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าต้องทดสอบขณะที่เปิดเครื่องใช้งาน




ภาพที่ 3.1 นำไขควงแต่ละส่วนที่เป็นโลหะ

3) เมื่อปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกเครื่อง สังเกตการทำงานของมิเตอร์ไฟฟ้าว่ายังคงหมุนหรือไม่ ถ้าหากยังคงหมุนอยู่แสดงว่ามีกระแสไหลผ่าน หรือเกิดไฟรั่ว

4) ในกรณีที่ติดตั้งเครื่องตัดไฟ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ร่วมด้วย หากเกิดไฟรั่ว เครื่องตัดไฟจะทำการปลดวงจร (ตัดไฟ) ให้ทำการตรวจสอบหาสาเหตุ และทำการแก้ไขให้ถูกต้อง



ภาพที่ 3.2 เครื่องตัดไฟรั่ว (เซอร์กิตเบรกเกอร์)

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 186
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ๖.6 ชั่วโมง

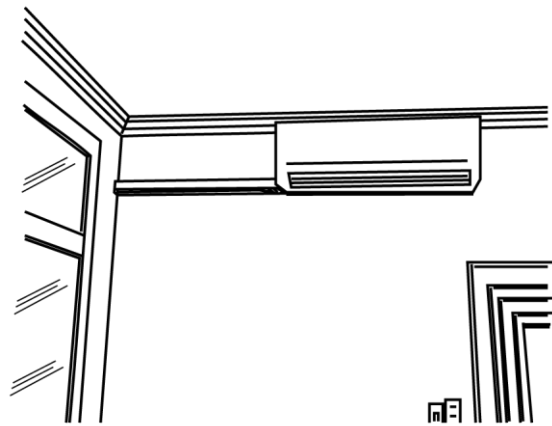
หัวข้อวิชาที่ 1 สถานที่ติดตั้ง

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศจำเป็นต้องมีการเลือกสถานที่ติดตั้งให้เหมาะสม เพื่อให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพในการทำงานได้อย่างสมบูรณ์ โดยเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะประกอบไปด้วย ชุดคอยล์เย็น และชุดคอยล์ร้อน ซึ่งมีการพิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งต่างกัน ดังนี้

1. การเลือกสถานที่ติดตั้ง ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ


1.1 การเลือกตำแหน่งในการติดตั้งชุดคอยล์เย็น

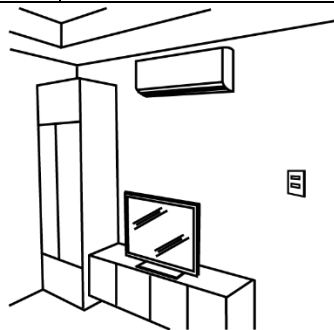
- 1) ติดตั้งในตำแหน่งที่ความเย็นสามารถกระจายได้ทั่วห้อง ไม่ถูกกีดขวาง
- 2) ผนังที่จะยึดเครื่องต้องมีความแข็งแรงเพียงพอในการรับน้ำหนัก
- 3) ตำแหน่งของการเจาะท่อสารทำความเย็น ควรง่ายต่อการเจาะ และไม่มีสิ่งกีดขวาง ดังตัวอย่างในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ตำแหน่งติดตั้งง่ายต่อการเจาะ

- 4) โดยรอบพื้นที่ติดตั้งควรมีพื้นที่ว่างพอประมาณ เพื่อให้สะดวกในการติดตั้ง และซ่อมบำรุง
- 5) ไม่ควรติดตั้งในตำแหน่งที่ทำให้ผู้อยู่อาศัยโดนลมเย็นโดยตรง เพราะอาจทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยได้
- 6) ต้องติดตั้งคอยล์เย็นให้ไต่ระดับ และน้ำทิ้งสามารถไหลออกได้สะดวกไม่หยดภายในห้อง
- 7) ในการเจาะรูต้องระวังไม่ให้โดนสายไฟ และเจาะในลักษณะเอียงลงด้านนอกเล็กน้อย เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำฝนด้านนอกสาดเข้ามาภายในห้อง
- 8) ติดตั้งให้ห่างจากโทรทัศน์หรือวิทยุอย่างน้อย 1 เมตร เพราะอาจรบกวนสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุ ดังภาพที่ 1.2

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 187
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง สถานที่ติดตั้ง	หัวข้อวิชา : สถานที่ติดตั้ง	
		งานย่อยที่ 1	เวลา ชั่วโมง



ภาพที่ 1.2 ตัวอย่างการติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้ห่างจากสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุ

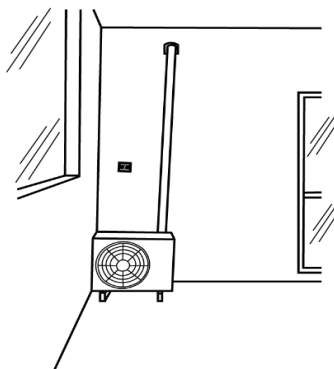
- 9) ติดตั้งให้ห่างจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ให้มากที่สุด เพื่อป้องกันแสงรบกวนการส่งสัญญาณของรีโมทคอนโทรล ดังภาพที่ 1.3




ภาพที่ 1.3 ติดตั้งให้ห่างจากแสงรบกวน

1.2 การเลือกตำแหน่งในการติดตั้งชุดคอยล์ร้อน

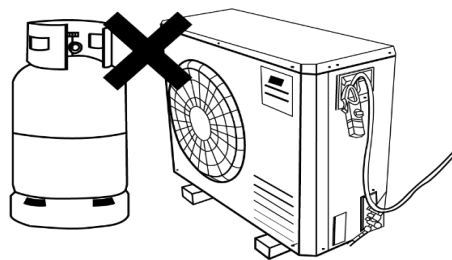
- 1) เลือกตำแหน่งที่สามารถระบายความร้อนได้ดี ไม่มีสิ่งกีดขวาง ดังภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 ตำแหน่งที่ตั้งระบายอากาศได้ดี

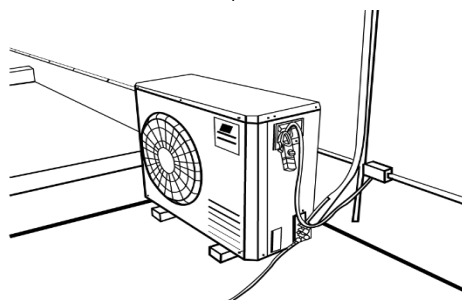
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 188
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

2) วางเครื่องห่างจากบริเวณที่มีถังแก๊สไวไฟต่าง ๆ ดังภาพที่ 1.5




ภาพที่ 1.5 วางให้ห่างวัตถุไวไฟ

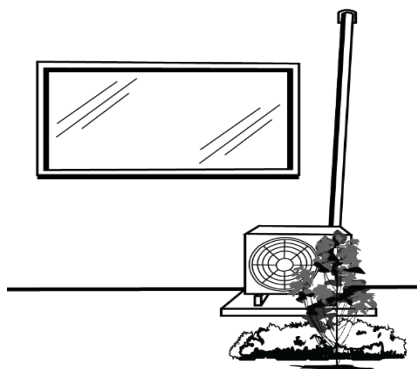
- 3) หลีกเลี่ยงการติดตั้งเครื่องในพื้นที่ที่มีคราบน้ำมันเครื่อง หรือกระทบกับไอน้ำทะเล ซึ่ง จะสร้างความเสียหายให้แก่เครื่อง
- 4) ไม่ติดตั้งไวใกล้แหล่งกำเนิดความร้อน ควรอยู่ในบริเวณที่อุณหภูมิโดยรอบไม่เกิน 40 องศา เซลเซียส
- 5) จุดติดตั้งต้องง่ายในการติดตั้ง และซ่อมบำรุง ดังภาพที่ 1.6



ภาพที่ 1.6 ติดตั้งในที่ง่ายต่อการซ่อมบำรุง

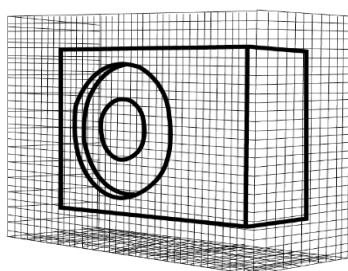
- 6) ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องอยู่ใกล้ชุดคอยล์เย็น เพื่อเดินท่อให้ได้ระยะที่เหมาะสม และลดการสูญเสีย แรงดัน
- 7) ควรมีหลังคากันแดด และมีการถ่ายเทอากาศที่ดี
- 8) ตำแหน่งติดตั้งไม่ทำให้เกิดเสียงรบกวน โดยเฉพาะการติดตั้งในพื้นที่ชุมชน
- 9) ห้ามติดตั้งชุดคอยล์ร้อนบนผนังที่มีความลาดเอียงมาก เพราะเสี่ยงต่อการตกลงมา
- 10) เมื่อต้องติดตั้งชุดคอยล์ร้อนบนหลังคา ให้ใช้แผ่นยางรองเพื่อลดความสั่นสะเทือน
- 11) ติดตั้งตัวเครื่องบนขาเหล็กที่แข็งแรง และมีความสูงพอที่จะป้องกันน้ำท่วม
- 12) ไม่ควรติดตั้งคอยล์ร้อนใกล้กังหัน หรือบริเวณที่ปลุกต้นไม้ ดังภาพที่ 1.7

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 189
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง



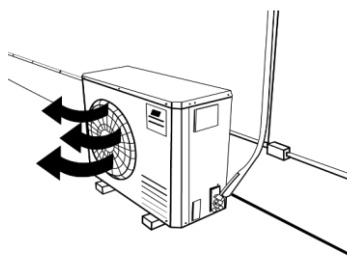
ภาพที่ 1.7 ไม่ติดตั้งในที่มืดต้นไม้กีดขวาง

- 1) ควรติดตั้งให้ห่างจากตำแหน่งที่มีเด็กเอื้อมถึง หรือทำลูกกรงล้อมเพื่อความปลอดภัย


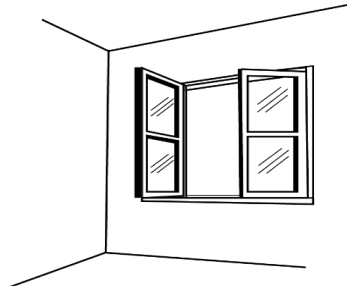
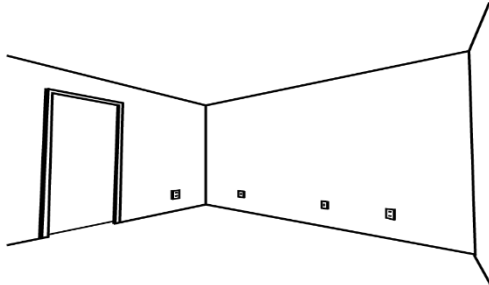



ภาพที่ 1.8 ล้อมลูกกรงเพื่อความปลอดภัยจากมือเด็ก

- 2) ต้องติดตั้งชุดคอยล์ร้อนในแนวราบ เพราะการติดตั้งแบบลาดเอียงจะส่งผลให้น้ำมันไหลเข้า ระบายออก ทำให้คอมเพรสเซอร์เสียหายได้
- 3) ติดตั้งห่างจากเสาอากาศโทรทัศน์อย่างน้อย 3 เมตร เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
- 4) ติดตั้งให้อยู่ในทิศทางเดียวกับลม ดังภาพที่ 1.9



ภาพที่ 1.9 ติดตั้งให้อยู่ในทิศทางเดียวกับลม

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 190
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง
<p>13) ก่อนติดตั้งต้องปรับตั้งสกรูให้ขาคอมเพรสเซอร์ลอยตัวอยู่บนสปริงพอดี เพื่อไม่ให้เกิดเสียงดังเวลาทำงาน</p> <p>2. ข้อควรระวังในการติดตั้ง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) การติดตั้งเครื่องปรับอากาศต้องใช้ช่างเครื่องปรับอากาศที่มีความชำนาญเท่านั้น 2) ห้ามอัดอากาศหรือออกซิเจนเข้าไปในระบบน้ำยา <u>เนื่องจากจะทำให้เกิดการระเบิด!</u> 3) ไม่ควรใช้สารทำความเย็นหลายชนิดปนกัน 4) ถ้าหากเกิดการรั่วของสารทำความเย็นภายในห้อง ต้องรีบเปิดหน้าต่างเพื่อระบายอากาศออก ดังภาพที่ 1.10 <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">ภาพที่ 1.10 ระบายอากาศหากเกิดการรั่วของสารทำความเย็น</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) ตรวจสอบอย่างละเอียด เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการรั่วไหลของสารทำความเย็น 6) ไม่ควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศในห้องที่ไม่มีช่องระบายอากาศ เนื่องจากสารทำความเย็นจะแทนที่อากาศในห้องส่งผลต่อระบบหายใจ และมีอันตรายถึงชีวิต ดังภาพที่ 1.11 <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">ภาพที่ 1.11 ไม่ควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศในห้องที่ไม่มีช่องระบายอากาศ</p> <ol style="list-style-type: none"> 7) การติดตั้งที่ผิดวิธี อาจจะทำให้เกิดอันตรายได้ เช่น ไฟฟ้ารั่ว น้ำยารั่ว ไฟไหม้ และการระเบิด 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 191
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 2 การเดินท่อ

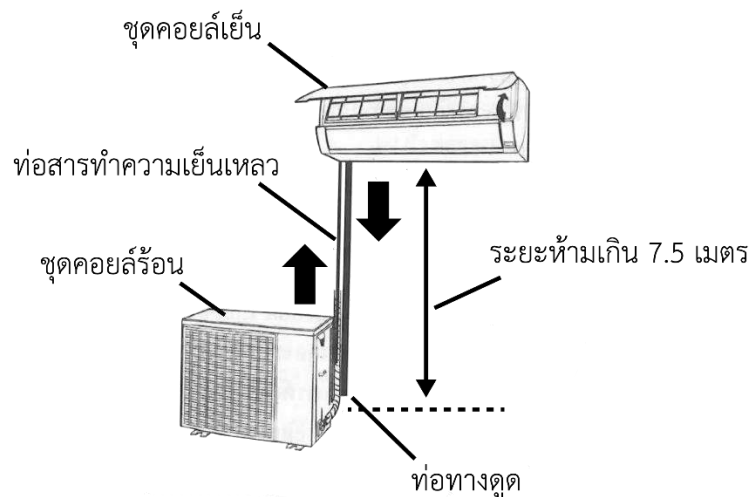
1. การเดินท่อสารทำความเย็น

ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะมีท่อ 2 ท่อ ที่เป็นทางเดินของสารทำความเย็น ได้แก่ 1) ท่อสารทำความเย็นเหลว (Liquid Line) เป็นทางเดินของสารทำความเย็นจากชุดคอยล์ร้อนไปยังชุดคอยล์เย็น ซึ่งสารทำความเย็นที่ไหลผ่านจะอยู่ในสถานะของเหลวที่มีความดันและอุณหภูมิสูง และ 2) ท่อทางดูด (Suction Line) เป็นทางเดินของสารทำความเย็นจากชุดคอยล์เย็นไปยังคอยล์ร้อน ซึ่งสารทำความเย็นที่ไหลผ่านจะอยู่ในสถานะไอที่มีความดัน และอุณหภูมิต่ำ

1.1 การออกแบบและติดตั้งท่อสารทำความเย็นเหลว


การออกแบบ และติดตั้งท่อสารทำความเย็นเหลวให้ยึดหลักการต่อไปนี้

- ห้ามติดตั้งชุดคอยล์เย็นสูงกว่าชุดคอยล์ร้อนเกินกว่า 25 ฟุต หรือ 7.5 เมตร เนื่องจากความสูงที่แตกต่างของของเหลว ทำให้สารทำความเย็นเหลวเดือดกลายเป็นไอ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องลดลง



ภาพที่ 2.1 การติดตั้งชุดคอยล์เย็นอยู่สูงกว่าชุดคอยล์ร้อน

- ต้องเลือกเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อให้มีความกว้างสอดคล้องกับความยาวของท่อที่เพิ่มขึ้น
- อย่าให้ท่อสารทำความเย็นเหลวถูกแดดส่องโดยตรง เพราะจะส่งผลให้สารเกิดการเดือดกลายเป็นไอได้ ควรใช้เทปพันคลุมตลอดท่อ

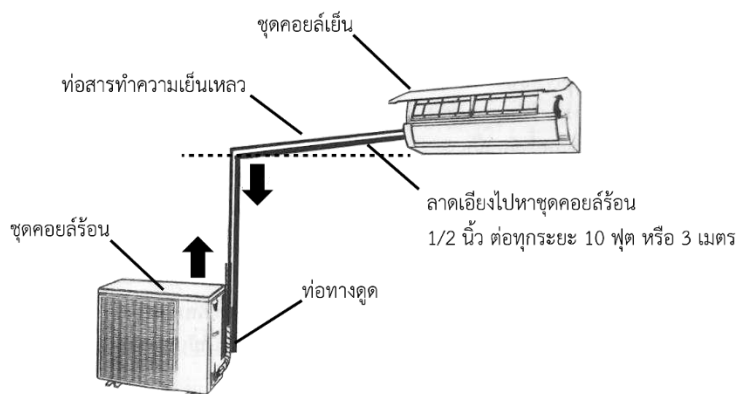
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 192
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 9		

1.2 การออกแบบและติดตั้งท่อทางดูด

การออกแบบและติดตั้งท่อทางดูดให้ยึดหลักการต่อไปนี้

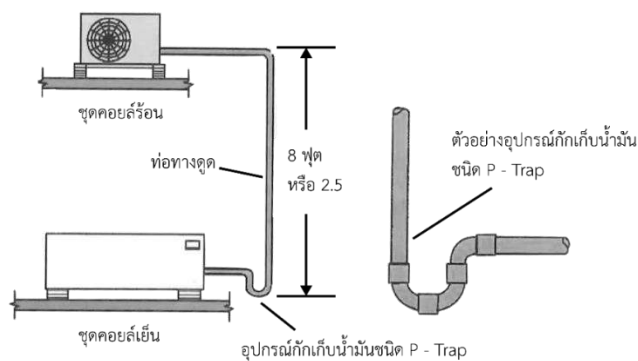
- 1) ขนาดท่อทางดูดต้องมีความกว้างพอ เพื่อให้คอมเพรสเซอร์ดูดไอสารทำความเย็นได้ดี โดยต้องมีขนาดความกว้างที่สัมพันธ์กับความยาว โดยมีมาตรฐานกำหนดไว้
- 2) ถ้าตำแหน่งติดตั้งของชุดคอยล์เย็นอยู่สูงกว่าชุดคอยล์ร้อน จะต้องติดตั้งท่อทางดูดตามแนวนอน

ให้ลาดเอียงไม่น้อยกว่า $\frac{1}{2}$ นิ้ว ต่อระยะของท่อทุก ๆ 10 ฟุต




ภาพที่ 2.2 แสดงการลาดเอียงของท่อทางดูด ทุก ๆ 10 ฟุต

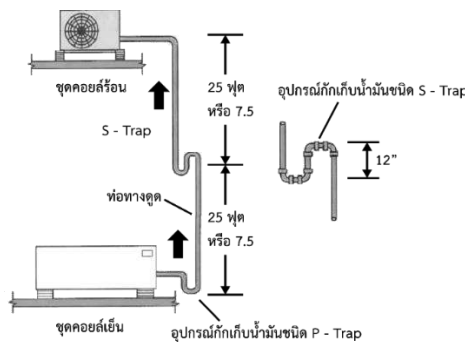
- 3) ถ้าตำแหน่งติดตั้งของชุดคอยล์ร้อนสูงกว่าชุดคอยล์เย็นเกิน 8 ฟุต ต้องติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บน้ำมัน ชนิด P - Trap ที่ด้านล่างของท่อดูด



ภาพที่ 2.3 การติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บน้ำมัน ชนิด T-Trap

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 193
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	

4) ถ้าตำแหน่งติดตั้งของชุดคอยล์ร้อนสูงกว่าชุดคอยล์เย็นเกิน 25 ฟุต ทุก ๆ 25 ฟุต ของท่อทางดูจะต้องติดอุปกรณ์กักเก็บน้ำมันชนิด S - Trap

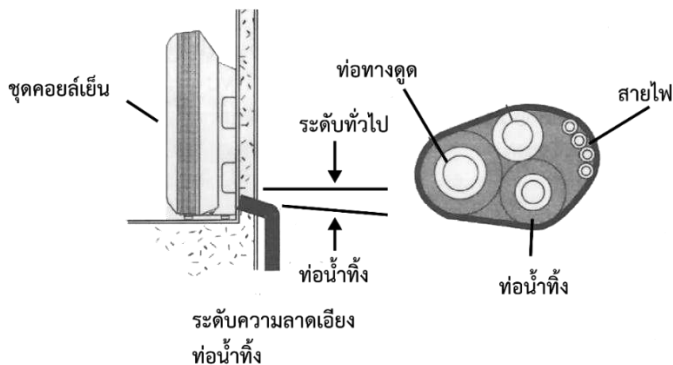


ภาพที่ 2.4 การติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บน้ำมัน ชนิด S-Trap

- 5) ควรเติมน้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์เพิ่มเติม เมื่อติดตั้งคอยล์เย็นห่างจากคอยล์ร้อนเกินกว่าที่ ทางบริษัทกำหนด โดยเติมน้ำมันหล่อลื่น 9 ซี.ซี. ต่อความยาวที่เพิ่มขึ้น 1 ฟุต
- 6) ควรติดตั้ง Invert – Trap ในกรณีทีติดตั้งคอยล์เย็นในระดับเดียวกับคอยล์ร้อนหรือสูงกว่า

2. การเดินท่อน้ำทิ้ง

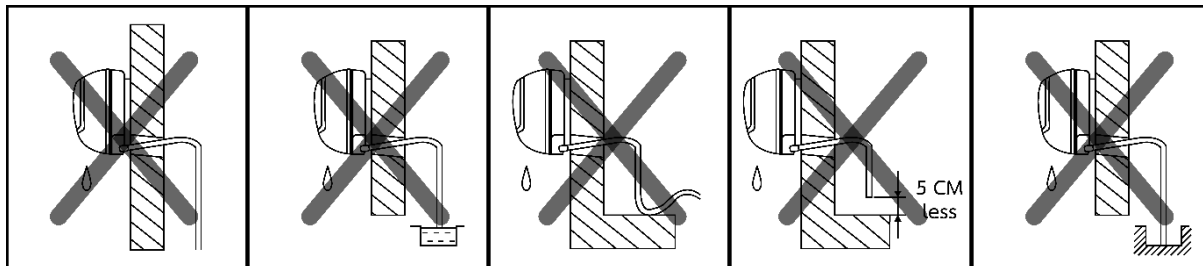
- ท่อน้ำทิ้งควรลาดเอียงไปด้านนอก เพื่อให้น้ำไหลออกสะดวก โดยลาดเอียงในอัตราส่วนอย่างน้อย 1 ต่อ 50
- ท่อน้ำทิ้งไม่ควรมียอดักน้ำ หลีกเลี่ยงการนำปลายท่อจุ่มลงในน้ำ



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการจัดรูปแบบท่อ และการติดตั้งท่อน้ำทิ้งในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

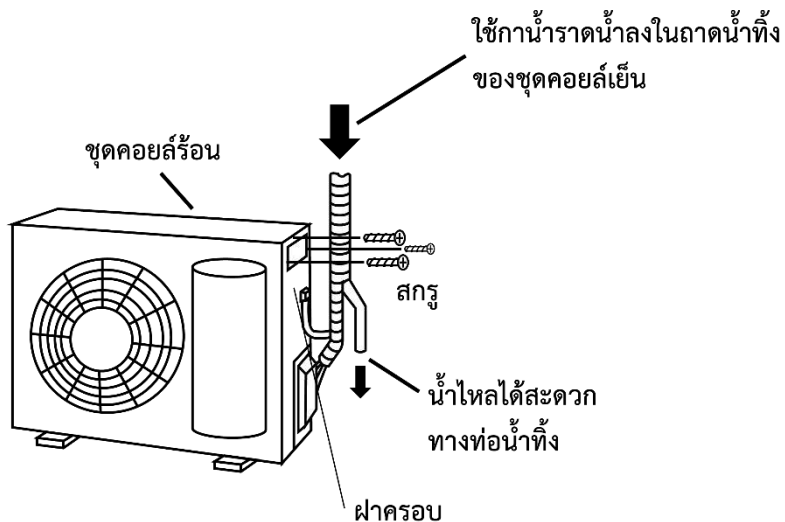
- ส่วนที่อยู่ในห้องควรหุ้มท่อด้วยเทปพลาสติก เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับฝ้าเพดาน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 194
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ		หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง




ภาพที่ 2.6 รูปแสดงการออกแบบและติดตั้งท่อน้ำทิ้งที่ไม่ถูกต้องตามหลักการ

- เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วจะต้องทดสอบการรั่วไหลของน้ำ โดยใช้กาน้ำรดลงในถาดน้ำทิ้งของชุดคอยล์เย็น



ภาพที่ 2.7 ภาพแสดงการทดสอบการไหลของท่อน้ำทิ้งในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 195
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ๖ ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 3 กฎข้อบังคับของการไฟฟ้า

1. การเลือกใช้ขนาดและชนิดของสายไฟตามกฎข้อบังคับของการไฟฟ้า

1.1 ระบบ 1 เฟส

- 1) สายไฟฟ้า ต้องเป็นสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี สามารถทนต่อแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 300 โวลต์
- 2) เครื่องใช้ไฟฟ้า และบริภัณฑ์ไฟฟ้า ต้องสามารถทนต่อแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 220 โวลต์ และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเชื่อถือได้ หรือ มาตรฐานที่ กฟผ. ยอมรับ
- 3) สีของสายเฟสเป็นสีน้ำตาล สีดำ หรือสีเทา สีของสายนิวทรัลเป็นสีฟ้า สีของสายดินเป็นสีเขียว หรือสีเขียวแถบสีเหลือง

ตารางที่ 3.1 แสดงชนิด และสีของสายไฟตามมาตรฐาน มอก.


ชนิดของสาย	มอก.11-2531		มอก.11-2553
นิวทรัล	เทาอ่อน	ขาว	ฟ้า
เฟส A	ดำ		น้ำตาล
เฟส B	แดง		ดำ
เฟส C	น้ำเงิน		เทา
สายดิน	เขียวแถบเหลือง	เขียว	เขียวแถบเหลือง


- 4) ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือบริภัณฑ์ไฟฟ้า เป็นไปตามตารางนี้

ตารางที่ 3.2 ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัด หรือขนาดปรับตั้ง ของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
20	2.5
40	4

- 5) ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน และสายต่อฝากต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวน ขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. ทั้งนี้สายต่อหลักดินควรเดินในท่อ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 196						
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก							
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ								
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง							
<p>6) หากจำเป็นต้องแบ่งวงจรย่อยสำหรับดวงโคม และเต้ารับ ให้แบ่งได้วงจรละไม่เกิน 10 จุด และสายที่เดินไปยังสวิตช์ และดวงโคม ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตร.มม. สำหรับสายที่เดินไปยังเต้ารับต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.</p> <p>7) หลักรดิน เป็นแท่งเหล็กหุ้มทองแดง (ไม่ใช่หุ้มด้วยปลอกทองแดง) แท่งทองแดง หรือแท่งเหล็กอาบสังกะสี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มม. (5/8 นิ้ว) และยาวไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร หรือหลักรดินชนิดอื่นที่ได้รับการเห็นชอบจาก กพภ.</p> <p>1.2 ระบบ 3 เฟส</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) สายไฟฟ้าต้องเป็นสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี สามารถทนต่อแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 750 โวลต์ 2) เครื่องใช้ไฟฟ้า และบริภัณฑ์ไฟฟ้า ต้องสามารถทนต่อแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 380 โวลต์ และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเชื่อถือได้ หรือ มาตรฐานที่ กพภ. ยอมรับ 3) สีของสายเฟสเป็นสีน้ำตาล สีดำ และสีเทา สำหรับสายเฟส A, B และ C ตามลำดับ สายนิวทรัลเป็นสีฟ้า และสายดินเป็นสีเขียว หรือสีเขียวแถบเหลือง 4) ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือบริภัณฑ์ไฟฟ้า เป็นไปตามตาราง ดังนี้ <p style="text-align: center;">ตารางที่ 3.3 ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือบริภัณฑ์ไฟฟ้า</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>พิกัด หรือขนาดปรับตั้ง ของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ไม่เกิน (แอมแปร์)</th> <th>ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> 5) ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักรดิน และสายต่อฝากต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวน ขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. ทั้งนี้สายต่อหลักรดินควรเดินในท่อ 6) หากจำเป็นต้องแบ่งวงจรย่อยสำหรับดวงโคม และเต้ารับ ให้แบ่งได้วงจรละไม่เกิน 10 จุด ซึ่งสายที่เดินไปยังสวิตช์ และดวงโคม ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตร.มม. สำหรับสายที่เดินไปยังเต้ารับต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. 				พิกัด หรือขนาดปรับตั้ง ของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	20	2.5	40	4
พิกัด หรือขนาดปรับตั้ง ของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)								
20	2.5								
40	4								

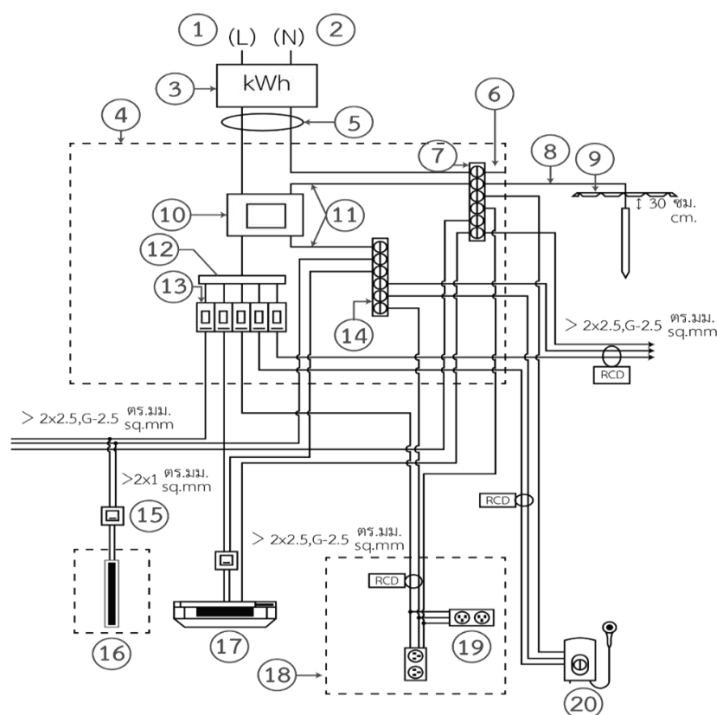
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 197
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

2. การเดินสายไฟตามกฎข้อบังคับของการไฟฟ้า


2.1 การเดินสาย และติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบ 1 เฟส

ตามกฎข้อบังคับของการไฟฟ้าฯ ได้กำหนดแผนผังการเดินสายไฟฟ้า และติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบ 1 เฟส ดังภาพตัวอย่าง ต่อไปนี้

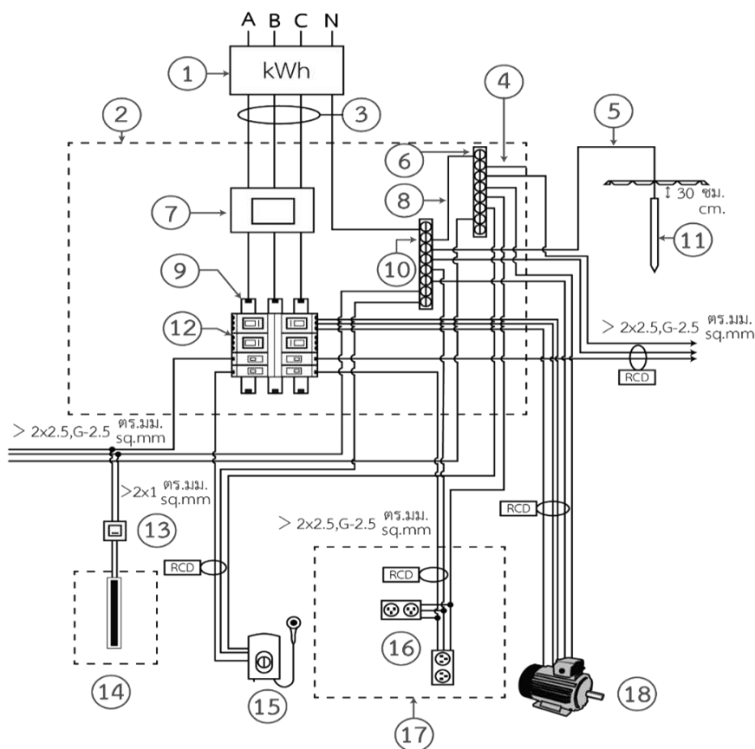
- 1) กรณีอาคารที่มีความสูงเกิน 1 ชั้น ต้องแยกวงจรย่อยอย่างน้อยชั้นละ 1 วงจร และแผงเมนสวิทช์แรงต่ำควรติดตั้งอยู่บนชั้นลอยหรือชั้น 2 ของอาคาร
- 2) กรณีอาคารชั้นเดียว ขอบล่างของแผงเมนสวิทช์แรงต่ำควรอยู่สูงจากพื้นไม่ต่ำกว่า 1.60 เมตร สำหรับผู้ใช้ไฟที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมเป็นประจำซ้ำซาก ให้ดำเนินการเพิ่มเติม ดังนี้
 - อาคารที่มีความสูงเกิน 1 ชั้น ต้องแยกวงจรไฟฟ้าทุกวงจรของชั้น และชั้นใต้ดินออกจากชั้นอื่นของอาคาร
 - อาคารชั้นเดียว ต้องแยกวงจรเต้ารับ วงจรแสงสว่าง และวงจรไฟฟ้าภายนอกอาคาร



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างแผนผังการเดินสายระบบ 1 เฟส

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 198
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง
หมายเลข 1 สายเฟส		11 สายต่อฝากหลัก	
2 สายนิวทรัล		12 บัสบาร์	
3 มิเตอร์ 1 เฟส 220 โวลต์		13 เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อย	
4 แผงเมนสวิตช์		14 ขั้วต่อสายนิวทรัล	
5 สายเมน (ตัวนำประธาน)		15 สวิตช์เปิด-ปิด	
6 สายต่อฝาก		16 หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือ หลอด LED	
7 ขั้วต่อสายดิน		17 เครื่องปรับอากาศ	
8 สายต่อหลักดิน		18 บริเวณห้องครัว	
9 ตำแหน่งจุดต่อลงดิน		19 เต้ารับ	
10 เมนสวิตช์ ชนิดมี 2 ขั้ว (อาจเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือ ฟิวส์สวิตช์)		20 เครื่องทำน้ำอุ่น	
2.2 การเดินสาย และติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส			
ตามกฎข้อบังคับของการไฟฟ้าฯ ได้กำหนดแผนผังการเดินสายไฟฟ้า และติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส ดังภาพที่ 3.2			
1) กรณีอาคารที่มีความสูงเกิน 1 ชั้น ต้องแยกวงจรย่อยอย่างน้อยชั้นละ 1 วงจร และแผงเมนสวิตช์ แรงต่ำควรติดตั้งอยู่บนชั้นลอย หรือชั้น 2 ของอาคาร			
2) กรณีอาคารชั้นเดียว ขอบล่างของแผงเมนสวิตช์แรงต่ำควรอยู่สูงจากพื้นไม่ต่ำกว่า 1.60 เมตร สำหรับผู้ใช้ไฟที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมเป็นประจำซ้ำซาก ให้ดำเนินการเพิ่มเติม ดังนี้			
<ul style="list-style-type: none"> - อาคารที่มีความสูงเกิน 1 ชั้น ต้องแยกวงจรไฟฟ้าทุกวงจรของชั้น และชั้นใต้ดินออกจากชั้นอื่นของอาคาร - อาคารชั้นเดียว ต้องแยกวงจรเต้ารับ วงจรแสงสว่าง และวงจรไฟฟ้าภายนอกอาคาร 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 199
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ		หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง




ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างแผนผังการเดินสายระบบ 3 เฟส

หมายเลข	1 มิเตอร์ 3 เฟส 380/220 โวลต์	10 ขั้วต่อสายนิวทรัล
	2 สวิตช์บอร์ด	11 หลักดิน
	3 สายเมน (ตัวนำประธาน)	12 เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อย
	4 สายต่อฝาก	13 สวิตช์ เปิด-ปิด
	5 สายต่อหลักดิน	14 หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือ หลอด LED
	6 ขั้วต่อสายดิน	15 เครื่องทำน้ำอุ่น
	7 เมนสวิตช์ชนิด 3 ขั้ว	16 เต้ารับ
	8 สายต่อฝากหลัก	17 บริเวณห้องครัว
	9 บัสบาร์	18 มอเตอร์ 3 เฟส

3. การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน และสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ

3.1ระบบ 1 เฟส


บริษัทประธานหรือเมนสวิตช์ ประกอบด้วยเครื่องป้องกันกระแสเกิน และเครื่องปลดวงจร ซึ่งอาจเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือสวิตช์พร้อมฟิวส์ โดยมีขนาดเป็นไปตามตาราง ดังนี้

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 200
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.4 ขนาดตัวนำ เครื่องป้องกันกระแสเกิน และเครื่องปลดวงจรสำหรับสายประธาน

ขนาดมิเตอร์ (แอมแปร์)	ขนาดของ โหลดสูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดตัวนำประธานเล็กที่สุด ที่ยอมให้ใช้ได้กรณีเดินลอย ในอากาศ (ตร.มม.)		เซฟตี้สวิตช์หรือ โหลดเบรกสวิตช์		คัทเอาต์ที่ใช้ร่วมกับ คาร์ทริดจ์ฟิวส์		เซอร์กิตเบรก เกอร์
		สาย อะลูมิเนียม	สาย ทองแดง	ขนาดสวิตช์ ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาดสวิตช์ สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาด คัทเอาต์ ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาดฟิวส์ สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดปรับตั้ง สูงสุด (แอมแปร์)
Electromechanical Meter and Electronic Meter 5(15)	12	10	4	30	15	20	16	16
Smart Meter 5(45)	36	25	10	60	50	60	50	50
Electromechanical Meter and Electronic Meter 15(45)								
Smart Meter 5(100)	80	50	35	100	100	-	-	100
Electromechanical Meter and Electronic Meter 30(100)								

- 1) เครื่องป้องกันกระแสเกินของบริษัทประธานต้องมีพิกัดทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 10 kA
- 2) วงจรย่อยทุกวงจรต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน และขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสอดคล้องตามโหลดสูงสุดที่คำนวณได้
- 3) ขนาดตัวนำของวงจรย่อยต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.
- 4) ต้องมีการป้องกันกระแสไฟฟ้าว โดยใช้เครื่องตัดไฟรั่ว (Residual Current Device)
- 5) กระแสรั่วที่กำหนดไม่เกิน 30 มิลลิแอมป์ ในวงจรที่มีความเสี่ยงตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 กำหนดไว้ เช่น
 - วงจรเต้ารับในบริเวณห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ โรงจอดรถ ห้องครัว ห้องใต้ดิน
 - วงจรเต้ารับในบริเวณอ่างล้างชาม อ่างล้างมือ (บริเวณพื้นที่เคาน์เตอร์ที่มีการติดตั้งเต้ารับภายในระยะ 1.50 ม. ห่างจากขอบด้านนอกของอ่าง)

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 201
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

- วงจรไฟฟ้าเพื่อใช้จ่ายภายนอกอาคาร และบริษัทไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งที่บุคคลสัมผัสได้
- วงจรเต้ารับในบริเวณชั้นล่าง (ชั้น 1) ห้องใต้ดิน รวมถึงในบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินในพื้นที่เสี่ยง ที่มีสถิติน้ำท่วมถึง หรืออยู่ในพื้นที่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล
- วงจรย่อยสำหรับเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน อ่างน้ำวน


3.2 ระบบ 3 เฟส


บริษัทประธานหรือเมนสวิตช์ ประกอบด้วยเครื่องป้องกันกระแสเกินและเครื่องปลดวงจร อาจจะเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือสวิตช์พร้อมฟิวส์ ขนาดเป็นไปตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 3.5 ขนาดตัวนำ เครื่องป้องกันกระแสเกิน และเครื่องปลดวงจรสำหรับสายประธาน

ขนาดมิเตอร์ (แอมแปร์)	ขนาดของ โหลดสูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดตัวนำประธานเล็ก ที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้กรณีเดิน ลอยในอากาศ (ตร.มม.)		เซฟตี้สวิตช์หรือ โหลดเบรกสวิตช์		คัทเออร์ที่ใช้ร่วมกับ คาร์ทริดจ์ฟิวส์		เซอร์กิตเบรก เกอร์
		สาย อะลูมิเนียม	สาย ทองแดง	ขนาดสวิตช์ ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาดสวิตช์ สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาด คัทเออร์ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาดฟิวส์ สูงสุด (แอมแปร์)	
Smart Meter 5 (45)	36	25	10	60	50	60	50	50
Electromechanical Meter 15 (45)								
Smart Meter 5 (45)	80	50	35	100	100	-	-	100
Static Meter 10 (100)								
Electromechanical Meter 30 (100)								

- 1) เครื่องป้องกันกระแสเกินของบริษัทประธานต้องมีพิกัดทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 10 kA
- 2) วงจรย่อยทุกวงจรต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน และขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสอดคล้องตามโหลดสูงสุดที่คำนวณได้
- 3) ขนาดตัวนำของวงจรย่อยต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 202
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
<p>4) ต้องมีการป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว โดยใช้เครื่องตัดไฟรั่ว (Residual Current Device) ขนาดกระแสรั่วที่กำหนดไม่เกิน 30 มิลลิแอมป์ ในวงจรที่มีความเสี่ยงตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 กำหนดไว้ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - วงจรเต้ารับในบริเวณห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ โรงจอดรถ ห้องครัว ห้องใต้ดิน - วงจรเต้ารับในบริเวณอ่างล้างชาม อ่างล้างมือ (บริเวณพื้นที่เคาน์เตอร์ที่มีการติดตั้งเต้ารับ ภายในระยะ 1.50 ม. ห่างจากขอบด้านนอกของอ่าง) - วงจรไฟฟ้าเพื่อใช้จ่ายภายนอกอาคาร และบริเวณที่ไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งที่บุคคลสัมผัสได้ - วงจรเต้ารับในบริเวณชั้นล่าง (ชั้น 1) ห้องใต้ดิน รวมถึงในบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินในพื้นที่เสี่ยง ที่มีสถิติน้ำท่วมถึง หรืออยู่ในพื้นที่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล - วงจรย่อยสำหรับเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน อ่างน้ำวน 				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 203
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 4 การเลือกสายไฟฟ้า และการต่อวงจร

1. การเลือกขนาดสายไฟ และสายดิน

ในการจ่ายไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปยังจุดที่ต้องการใช้ไฟฟ้าจะต้องผ่านตัวนำ คือ สายไฟฟ้า ซึ่งในระบบจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำที่ใช้ในครัวเรือนจะใช้สายไฟฟ้าแบบหุ้มฉนวน เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน

1.1 มาตรฐานสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน

มาตรฐานที่กำหนดของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนนั้นจะแบ่งตามลักษณะของสายไฟฟ้า ซึ่งมีดังนี้


- 1) สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี ตาม มอก.11 – 2553 สายไฟชนิดนี้จะมีตัวนำไฟฟ้าเป็นทองแดง และมีฉนวนหุ้มอีกชั้นหนึ่งเป็นพีวีซี โดยมีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมควบคุมบังคับใช้
- 2) สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มฉนวน พีวีซี ตาม มอก. 293 -2541 สายไฟชนิดนี้จะมีตัวนำไฟฟ้าเป็นอะลูมิเนียม และมีพีวีซีเป็นฉนวนหุ้ม ซึ่งจะมีน้ำหนักเบากว่า แต่มีขนาดใหญ่กว่าสายตัวนำทองแดงในขนาดกระแสเท่ากัน นิยมใช้ในงานไฟฟ้าชั่วคราว ไม่อนุญาตให้ใช้กับระบบสายแรงต่ำภายใน
- 3) สายไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค คือ สายไฟฟ้าที่ไม่ได้ผลิตตามมาตรฐาน มอก. แต่ได้ตามมาตรฐานอื่นที่กำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าได้ เช่น สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนแข็งแบบครอสลิงก์พอลิเอทิลีน สายเคเบิลเอ็มไอ (MI-Mineral Insulated) ซึ่งเป็นสายชนิดทนอุณหภูมิสูง และสีฉนวนตามมาตรฐาน มอก. 11-2553 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สีฉนวนตามมาตรฐาน มอก. 11-2553

จำนวนแกน	สีที่กำหนด
1 แกน	ไม่กำหนดสี
2 แกน	สีฟ้า และสีน้ำตาล
3 แกน	สีฟ้า สีน้ำตาล และสีเขียวแถบเหลือง หรือสีน้ำตาล สีดำ และสีเทา
4 แกน	สีน้ำตาล สีดำ สีเทา และสีเขียวแถบเหลือง หรือสีฟ้า สีน้ำตาล สีดำ และสีเทา
5 แกน	ฟ้า สีน้ำตาล สีดำ สีเทา และสีเขียวแถบเหลือง หรือสีฟ้า สีน้ำตาล สีดำ 2 เส้น และสีเทา

1.2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ซึ่งพื้นที่หน้าตัดที่มากจะยอมให้กระแสไหลผ่านมาก นอกจากนี้สายไฟฟ้าแต่ละชนิด และวิธีการเดินสายที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อขนาดกระแสของสายที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน และอีกปัจจัยที่มีผลต่อขนาดกระแสของสายไฟฟ้า คือ ความร้อนของตัวนำไฟฟ้า เพราะกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจะทำให้อุณหภูมิของตัวนำสูงขึ้น หากระบายความร้อนไม่ดีอาจทำให้เกิดการไหม้ได้ ดังนั้น

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 204
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

ในการเลือกใช้สายไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด โดยปกติแล้วขนาดกระแสไฟฟ้านั้นจะกำหนดให้ใช้งานที่อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส หากบริเวณที่ ใช้งานมีอุณหภูมิสูงกว่านี้ต้องลดขนาดกระแสของสายไฟฟ้า นอกจากนี้หากสายไฟฟ้าที่มีระยะความยาวของสายที่ยาวมาก จะส่งผลให้แรงดันตกในสาย ซึ่งเกิดจากความต้านทานภายในของตัวนำสาย ทำให้แรงดันที่ไหลลดลงต่ำกว่าที่กำหนด ปัญหานี้แก้ไขได้โดยการใช้สายไฟฟ้าที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดใหญ่ขึ้น หรือใช้สายมากกว่า 1 เส้นต่อเฟส เพื่อเป็นการลดความต้านทานของสายไฟฟ้า

การเดินสายไฟฟ้าในช่องเดินสายไฟฟ้านั้น กรณีที่มีจำนวนสายไฟฟ้ามากกว่า 3 เส้น ในท่อร้อยสายหรือมากกว่า 30 เส้น ในรางเดินสายเดียวกัน โดยไม่นับสายดิน จะต้องใช้ตัวคูณลดขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเนื่องจากอุณหภูมิในช่องเดินสายที่สูงขึ้นเพราะจำนวนสายที่มากขึ้น

ตารางที่ 4.2 ตัวคูณค่ากระแสของสาย เนื่องจากจำนวนสายหลายเส้นในช่องเดินสายเดียวกัน

จำนวนสาย	ตัวคูณ
4 – 6	0.82
7 – 9	0.72
10 – 20	0.56
21 – 30	0.48
31 – 40	0.44
เกิน 40	0.38


1.2 ชนิดของสายไฟฟ้า และลักษณะการติดตั้ง

สายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2531 ซึ่งเป็นตัวนำทองแดงเท่านั้น โดยแต่ละชนิดจะมีข้อกำหนด และลักษณะการใช้งานที่ต่างกันไป ดังนั้นจำเป็นต้องเลือกใช้งานให้ถูกต้อง และเหมาะสม

1) สายไฟฟ้าชนิดวีเอเอฟ (VAF)



ภาพที่ 4.1 ลักษณะสายวีเอเอฟ

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 205
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ๒.6 ชั่วโมง

- ตัวนำทองแดง
 - สีของฉนวนตามตารางที่ 4.1
 - เปลือกพีวีซีสีขาว
- ลักษณะการติดตั้ง
- สายกลม เดินลอย เดินเกาะผนัง เดินซ่อนในผนัง เดินในช่องเดินสาย ห้ามฝังดิน โดยตรง เดินในท่อฝังดินได้ แต่ต้องป้องกันไม่ให้น้ำเข้าภายในท่อ และไม่ให้สายแช่น้ำ
 - สายแบน เดินเกาะผนัง เดินซ่อนในผนัง ห้ามเดินในช่องเดินสาย ยกเว้น รางเดินสาย ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 โวลต์

ตารางที่ 4.3 ขนาดสายไฟฟ้าชนิดวีเอเอฟ

ขนาดสาย (มม. ²)	ขนาดสายไฟฟ้ารวม (Overall) (มม.)				
	สายกลมแกน เดียว	สายแบน 2 แกน		สายแบน 3 แกน	
		พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	พิสัยต่ำ	พิสัยสูง
0.5	4.4	3.6 × 5.6	4.4 × 6.8	3.6 × 7.4	4.4 × 9.0
1	4.8	4.0 × 6.2	4.8 × 7.4	4.0 × 8.4	4.8 × 10.0
1.5	5	4.8 × 7.2	5.8 × 8.6	4.8 × 9.6	5.8 × 11.5
2.5	5.8	5.4 × 8.4	6.4 × 10.0	5.4 × 11.5	6.4 × 13.5
4	6.6	6.0 × 9.8	7.2 × 11.5	6.0 × 13.5	7.2 × 16.5
6	7.6	6.8 × 11	8.2 × 13.5	6.8 × 16.0	8.2 × 18.5
10	8.6	8.0 × 13.5	9.4 × 16.0	8.0 × 19.0	9.4 × 22.0
16	11	9.2 × 16.0	11.0 × 18.5	9.6 × 23.0	11.5 × 16.5
25	12.5	11.1 × 19.5	13.0 × 22.5	-	-
35	14	12.0 × 22.0	14.5 × 25.0	-	-

2) สายไฟฟ้าชนิดทีเอสดับบลิว (THW)




ภาพที่ 4.2 ลักษณะสายทีเอสดับบลิว

โครงสร้าง

- ตัวนำทองแดง
- ไม่กำหนดสีของฉนวน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 206
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง
การติดตั้ง			
- เดินลอยต้องยึดด้วยวัสดุฉนวน เดินในช่องเดินสายในสถานที่แห่งห้ามฝังดินโดยตรง เดินร้อยฝังดินต้องป้องกันไม่ให้ น้ำเข้าภายในท่อ และไม่ให้สายแช่น้ำ แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์			
ตารางที่ 4.4 ขนาดสายไฟฟ้าชนิดที่เอชดับบลิว			
ขนาดสาย (มม. ²)	เส้นผ่านศูนย์กลางสายไฟฟ้า (มม.)	พื้นที่หน้าตัดสายไฟฟ้า (มม. ²)	
0.5	3	7.07	
1	3.3	8.55	
1.5	3.6	10.18	
2.5	4	12.57	
4	4.8	18.10	
6	5.8	26.42	
10	7.2	40.72	
16	8.4	55.42	
25	10.5	86.59	
35	11.5	103.87	
50	13.5	143.14	
70	15.5	188.69	
95	18	254.47	
120	19.5	198.65	
150	21.5	363.05	
185	24	452.56	
240	27	572.56	
300	30	706.86	
400	33.5	881.41	
500	38	1,134.11	

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 207
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

3) สายไฟฟ้าชนิดเอ็นวายวาย (NYY)



ภาพที่ 4.3 ลักษณะสายเอ็นวายวาย

โครงสร้าง


- ตัวนำทองแดง สีของฉนวนตามตารางที่ 4.1
- เปลือกนอกและในพีวีซีสีดำ

การติดตั้ง

- ใช้งานทั่วไป เดินร้อยท่อฝังดิน ฝังดินโดยตรงแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์

ตารางที่ 4.5 ขนาดสายไฟฟ้าชนิดเอ็นวายวาย

ขนาดสาย (มม. ²)	เส้นผ่านศูนย์กลางสายไฟฟ้า (มม.)				พื้นที่หน้าตัดสายไฟฟ้า (มม. ²)			
	แกนเดียว	2 แกน	3 แกน	4 แกน	แกนเดียว	2 แกน	3 แกน	4 แกน
1	8.6	12	12.5	13.5	58.09	113.10	122.72	143.14
1.5	9	12.5	13	14	63.62	122.72	132.73	1533.94
2.5	9.4	13.5	14	15	69.40	143.14	153.94	176.71
4	10	15	15.5	17	78.54	176.71	188.69	226.98
6	11	17	18	19	95.03	226.98	254.47	283.53
10	12	19.5	20.5	23	113.10	298.65	330.06	415.48
16	13	22.5	24.5	26.5	132.73	397.61	471.11	551.55
25	14.5	27	28.5	31	165.13	572.56	637.94	754.77
35	16	29.5	31.5	35	201.06	683.49	779.31	962.11
50	17	33.5	36	39.5	226.98	881.41	1,017.88	1,225.42
70	19	38	40.5	44.5	283.53	1,134.11	1,288.25	1,555.28
95	21.5	42.5	46	51.5	363.05	1,418.63	1,661.90	2,083.07
120	23	46.5	50.5	56	415.48	1,698.23	2,002.96	2,463.01
150	26	52	56	62	530.96	2,123.72	2,463.01	3,019.07
185	28	57	61.5	68	615.75	2,551.76	2,970.57	3,631.68
240	31.5	64	69	76.5	779.31	3,216.99	3,739.28	4,596.35
300	35	70.5	76	85	962.11	3,903.63	4,536.46	5,674.50
400	38.5	-	-	-	1,164.16	-	-	-
500	43	-	-	-	1,452.20	-	-	-

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 208
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

4) สายไฟฟ้าชนิดวีซีที (VCT)



ภาพที่ 4.4 ลักษณะสายไฟฟ้าชนิดวีซีที

โครงสร้าง


- ตัวนำทองแดง
- สีของฉนวนตามตารางที่ 4.1
- เปลือกพีวีซีสีดำ

การติดตั้ง

- ใช้งานทั่วไป เดินร้อยท่อฝังดิน ฝังดินโดยตรง ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์

ตารางที่ 4.6 ขนาดสายไฟฟ้าชนิดวีซีที

ขนาดสาย (มม. ²)	เส้นผ่านศูนย์กลางสายไฟฟ้า (มม.)				พื้นที่หน้าตัดสายไฟฟ้า (มม. ²)			
	แกนเดียว	2 แกน	3 แกน	4 แกน	แกนเดียว	2 แกน	3 แกน	4 แกน
0.5	5.4	8.8	9.2	10.5	22.90	60.82	66.48	86.59
0.75	5.6	9.2	9.6	11	24.63	66.48	72.38	95.03
1	6.2	9.6	10.5	12	30.19	72.38	86.59	113.10
1.5	6.6	11	11.5	12.5	34.21	95.03	103.87	122.72
2.5	7.4	12.5	13	15	43.01	122.72	132.73	176.71
4	8.6	14.5	15.5	17	58.09	165.13	188.69	226.98
6	9.4	16	17.5	19.5	69.40	201.06	240.53	298.65
10	12	20	21.5	24	113.10	312.16	363.05	452.39
16	13.5	23	25	28	143.14	415.48	490.87	615.75
25	16	27	30	33	201.06	593.96	706.86	855.30
35	17.5	31	33.5	37	240.53	754.77	811.41	1,075.21
50	21	-	-	-	346.36	-	-	-
70	23	-	-	-	415.48	-	-	-
95	26.5	-	-	-	551.55	-	-	-

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 209
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การเลือกขนาดสายไฟ และสายดิน	หัวข้อวิชา : การเลือกสายไฟฟ้าและการต่อวงจร	
		งานย่อยที่ 4	เวลา ชั่วโมง

1.3 การเลือกสายไฟฟ้า และเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลด

การเลือกสายไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้กระแสไฟฟ้านั้น จะต้องพิจารณาที่พิกัดการทนกระแสของสายไฟฟ้า ถ้าอุปกรณ์ที่ใช้กระแสไฟฟ้ามากก็ใช้สายไฟขนาดใหญ่ ถ้าอุปกรณ์ใช้กระแสไฟฟ้าน้อยก็ใช้สายไฟขนาดเล็ก โดยขั้นตอนการหาขนาดสายไฟฟ้า มีดังนี้

- 1) ต้องทราบค่ากระแสไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้ ซึ่งในเครื่องปรับอากาศจะมีฉลากติดอยู่ที่ตัวเครื่องปรับอากาศ

รุ่น Model	WZX-12UP		
ประสิทธิภาพการทำความเย็น Cooling Capacity	3,584 W. 12,227 BTU/h		
ระบบไฟฟ้า Power Source	220 V. 1 PH. 50 Hz.		
กระแสไฟฟ้า Current	กำลังไฟฟ้า Power	5.15 Amps.	1,134 W.
ค่าประสิทธิภาพ (EER.) Energy Efficiency Ratio	10.78		
ชนิดสารทำความเย็น Refrigerant	R 22		
น้ำหนักสุทธิ Net Weight	12.0 Kgs.		
หมายเลขเครื่อง Serial Number	WZ82AWCC.0224		
เดือน/ปี ที่ผลิต MFG. Date	เมษายน/2555		

ถ้าหากไม่มีฉลากระบุ สามารถคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าได้จาก

$$I = P/V \text{ (อ่านว่า ไอ เท่ากับ พี ทหารด้วยวี)}$$

โดย I = ค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า หน่วย แอมแปร์ (A)


P = ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า หน่วย วัตต์ (W)

V = ค่าแรงดันไฟฟ้าที่อุปกรณ์ใช้งาน หน่วย โวลต์ (V)

ตัวอย่างที่ 1 เครื่องปรับอากาศ กำลังไฟฟ้า 2420 วัตต์ ใช้แรงดันไฟฟ้าในประเทศไทย 220 โวลต์

$$\text{แทนค่าในสูตรด้านบน จะได้ } I = 2420 \text{ W} / 220 \text{ V}$$

$$= 11 \text{ A}$$

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 210
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง


- 2) คิดค่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มอีก 25% เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานติดต่อกันเกิน 3 ชั่วโมงขึ้นไป จะทำให้ประสิทธิภาพในการทนกระแสของสายไฟฟ้าลดลงไป จึงต้องคำนวณเพื่อสำหรับอัตรา การทนกระแสไฟฟ้าด้วย จากตัวอย่างที่ 1 คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าทั้งหมด ได้ดังนี้


$$\text{ค่ากระแสไฟฟ้า} = 11 \times 1.25 = 13.75 \text{ A}$$

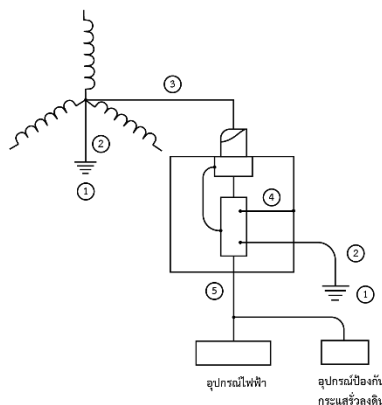
- 3) เทียบค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณได้กับตารางหาขนาดสายไฟฟ้า

ตารางที่ 4.7 แสดงขนาดกระแสของสายไฟฟ้า

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)						
	วิธีการเดินสาย (ดูหมายเหตุ)						
	ก	ข	ค		ง		จ
ท่อโลหะ			ท่อโลหะ	ท่อโลหะ	ท่อโลหะ		
0.5	9	8	8	7	10	9	-
1	14	11	11	10	15	13	21
1.5	17	15	14	13	18	16	26
2.5	23	20	18	17	24	21	34
4	31	27	24	23	32	28	45
6	42	35	31	30	42	36	56
10	60	50	43	42	58	50	75
16	81	66	56	54	77	65	97
25	111	89	77	74	103	87	125
35	137	110	95	91	126	105	50
50	169	-	119	114	156	129	177
70	217	-	148	141	195	160	216
95	271	-	187	180	242	200	259
120	316	-	214	205	279	228	294
150	364	-	251	236	322	259	330
185	424	-	287	269	370	296	372
240	509	-	344	329	440	352	431
300	592	-	400	373	508	400	487
400	696	-	474	416	599	455	552
500	818	-	541	469	684	516	623

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 211
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
<p>ตามตารางค่าทนกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวิธีการเดินสาย โดย</p> <p>แบบ ก หมายถึง สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนดินในอากาศ</p> <p>แบบ ข หมายถึง สายแบบหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง</p> <p>แบบ ค หมายถึง สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน เดินในท่อ ในอากาศ ในท่อฝัง ในผนังปูน หรือในท่อในฝ้าเพดาน</p> <p>แบบ ง หมายถึง สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน เดินในท่อฝังดิน</p> <p>แบบ จ หมายถึง สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกนฝังดินโดยตรง ในกรณีตัวอย่างที่ 1 ถ้าต้องการเดินสายไฟฟ้า แบบ ข โดยที่มีค่าการใช้กระแส 13.75 จากตารางพบว่า สายไฟฟ้าที่เหมาะสม คือ ขนาด 1.5 ตร.มม. ซึ่งมีค่าทนกระแสไฟฟ้าถึง 15 A เพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัยอันเนื่องจากความร้อนของสายไฟฟ้า ส่วนเซอร์กิตเบรกเกอร์ซึ่งมีหน้าที่ป้องกันการลัดวงจร จะพิจารณาจากค่ากระแสไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้</p> <p>ในกรณีตัวอย่างที่ 1 ค่ากระแสไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้ เท่ากับ 13.75 A ดังนั้นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เหมาะสมควรเป็นขนาด 16 A ตามพิกัดของค่าทนกระแสไฟฟ้าของขนาดสาย 1.5 ตร.มม.</p> <p>1.5 การต่อลงดิน</p> <p>การต่อลงดินมีประโยชน์อยู่ 2 ประการ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับบุคคล ที่บังเอิญไปสัมผัสกับส่วนอื่นที่เป็นโลหะของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าและส่วนประกอบอื่น ๆ ที่มีแรงดันไฟฟ้า เนื่องจากการรั่วไหล หรือ การเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า 2) เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับอุปกรณ์ หรือระบบไฟฟ้าเมื่อเกิดการลัดวงจรลงดิน <p>ส่วนประกอบต่าง ๆ ของการต่อลงดิน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) หลักดิน หรือระบบหลักดิน (Grounding Electrode or Grounding Elecrode System) 2) สายต่อหลักดิน (Grounding Electrode Conductor) 3) สายที่มีการต่อลงดิน (Grounding Conductor) 4) สายต่อฝากหลัก (Main Bonding Jumoer) 5) สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding Conductor) 				

	<p style="text-align: center;">ใบข้อมูล</p>	<p>หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก</p>	<p>หน้า 212</p>
		<p>หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก</p>	
<p style="text-align: center;">เรื่อง</p> <p style="text-align: center;">การติดตั้งและการทดสอบ</p>	<p>หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ</p>		
	<p>งานย่อยที่ 9</p>	<p>เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง</p>	



ภาพที่ 4.5 ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบต่อลงดิน

การต่อลงดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC System Grounding)

การต่อลงดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับอาจแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

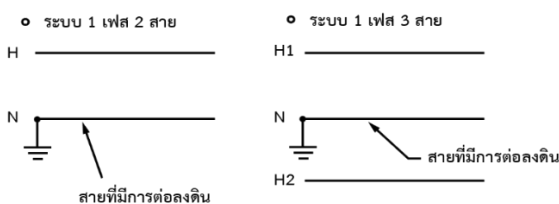
- 1) ระบบซึ่งทำงานที่ระดับแรงดันต่ำกว่า 50 V
- 2) ระบบซึ่งทำงานที่ระดับแรงดันตั้งแต่ 50 – 1000 V
- 3) ระบบซึ่งทำงานที่ระดับแรงดันตั้งแต่ 1k ขึ้นไป


การต่อลงดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีระดับแรงดันต่ำกว่า 50 V (NEC) ระบบซึ่งทำงานที่ระดับแรงดันต่ำกว่า 50 V จะต้องทำการต่อลงดินเมื่อ

- 1) แรงดันที่ได้รับไฟฟ้าจากหม้อแปลง ซึ่งมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันเกิน 150 V
- 2) หม้อแปลงได้รับจากไฟแหล่งจ่ายไฟ ที่ไม่มีการต่อลงดิน (Ungrounded System)
- 3) ตัวนำแรงดันต่ำ ติดตั้งแบบสายเหนือดินนอกอาคาร

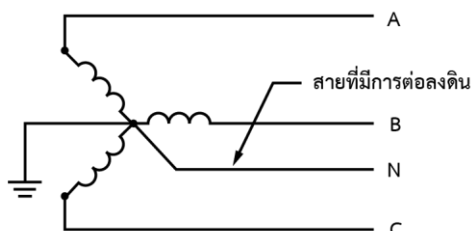
การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าตั้งแต่ 50 – 1000 V

การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าแบบนี้มีลักษณะดังภาพที่ 4.6 ซึ่งเป็นตัวอย่างการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ชนิด 1 เฟส 2 สาย , 1 เฟส 3 สาย , 3 เฟส 3 สาย และ 3 เฟส 4 สาย



	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 213
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

- ระบบ 3 เฟส 4 สาย และตัวนำนิวทรัลเป็นสายวงจรด้วย



ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า

การต่อลงดินของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding)

การต่อลงดินของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้า หมายถึง การต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของบริภัณฑ์ไฟฟ้าให้ถึงกันตลอดแล้วต่อลงดิน การต่อลงดินของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีจุดประสงค์ดังนี้ คือ


- เพื่อให้ส่วนโลหะที่ต่อถึงกันตลอดมีศักดาไฟฟ้าเท่ากับดินทำให้ปลอดภัยจากการโดนไฟดูด
- เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้รวดเร็วขึ้น เมื่อตัวนำไฟฟ้าแตะเข้ากับส่วนโลหะใด ๆ เนื่องจากฉนวนของสายไฟชำรุด หรือเกิดอุบัติเหตุ
- เป็นทางผ่านให้กระแสไฟรั่วไหล และกระแสเนื่องมาจากไฟฟ้าสถิตลงดิน

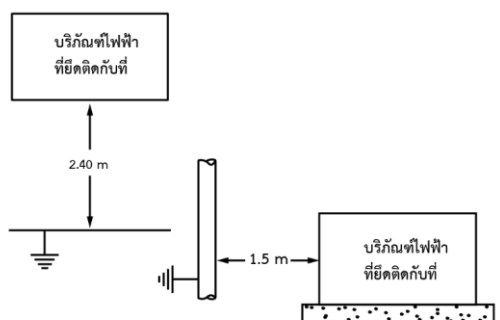
เครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ต่อลงดิน

ประเภทของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่จะต้องต่อลงดิน มีดังต่อไปนี้

- 1) เครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะของสายไฟฟ้า แผงบริภัณฑ์ประธาน โครง รางบั้นจั่นที่ใช้ไฟฟ้า โครงตู้ลิฟต์ และลวดสลิงยกของที่ใช้ไฟฟ้า
- 2) สิ่งกันที่เป็นโลหะรวมทั้งเครื่องห่อหุ้มของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าในระบบแรงสูง
- 3) เครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ยึดติดอยู่กับที่ (Fixed Equipment) และชนิดที่มีการเดินสายถาวร (Hard Wires) ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งซึ่งปกติจะไม่มีไฟฟ้าแต่อาจมีไฟฟ้ารั่วถึงได้ ต้องต่อลงดินถ้ามีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่ง ต่อไปนี้

- อยู่ห่างจากพื้น หรือโลหะที่ต่อลงดินไม่เกิน 8 ฟุต (2.40 m) ในแนวตั้ง หรือ 5 ฟุต (1.5) ในแนวนอน และบุคคลอาจสัมผัสได้ (ในข้อนี้ถ้ามีวิธีติดตั้ง หรือวิธีการป้องกันอย่างอื่นไม่ให้บุคคลไปสัมผัสได้ ก็ไม่ต้องต่อลงดิน) ดังแสดงในภาพที่ 4.7

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 214
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	




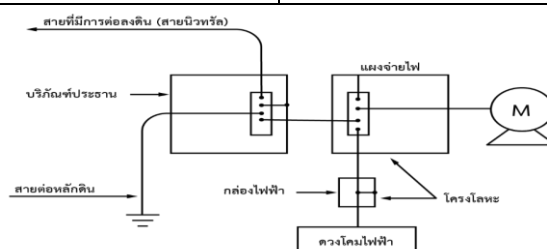
ภาพที่ 4.7 ระยะห่างของเครื่องบริษัทไฟฟ้ากับระบบหลักดินถ้ามีระยะห่างมากกว่านี้ไม่ต้องต่อลงดิน

- สัมผัสทางไฟฟ้ากับโลหะอื่น ๆ (เป็นโลหะที่บุคคลอื่นสัมผัสได้)
 - อยู่ในสภาพที่เปียกชื้น และไม่ได้มีการแยกให้อยู่ต่างหาก
- 4) เครื่องบริษัทไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งของเครื่องบริษัทไฟฟ้า ต้องเสียบต่อลงดินเมื่อมีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้
- แรงดันเทียบกับดินเกิน 150 V ยกเว้นมีการป้องกันอย่างอื่น หรือมีฉนวนอย่างดี
 - เครื่องไฟฟ้าทั้งที่ใช้ในที่อยู่อาศัย และที่อยู่อื่น ๆ ดังนี้
 - ตู้เย็น ตู้แช่แข็ง เครื่องปรับอากาศ
 - เครื่องซักผ้า เครื่องอบผ้า เครื่องล้างจาน เครื่องสูบน้ำ
 - เครื่องประมวลผลข้อมูล เครื่องใช้ไฟฟ้าในตู้เลี้ยงปลา
 - เครื่องมือที่ทำงานด้วยมอเตอร์ เช่น สว่านไฟฟ้า
 - เครื่องตัดหญ้า เครื่องขัตุ
 - เครื่องมือที่ใช้ในสถานที่เปียกชื้นเป็นพื้นดิน หรือเป็นโลหะ
 - โคมไฟฟ้าหีบยกได้

สายดินของบริษัทไฟฟ้า (Equipment Grounding Conductor)

สายดินของบริษัทไฟฟ้า หมายถึง ตัวนำที่ใช้ต่อส่วนโลหะที่ไม่นำกระแสของบริษัท ช่องเดินสายที่ล้อมเข้ากับตัวนำที่มีการต่อลงดินของระบบ และ/หรือ ตัวนำที่บริษัทประธาน หรือที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบแยกต่างหาก ดังแสดงในรูปที่ 4.8

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 215
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง



รูปที่ 4.8 สายดินของบริษัทไฟฟ้า

ขนาดสายดินของบริษัทไฟฟ้า

การหาขนาดสายดินของบริษัทไฟฟ้า ทำตามข้อต่าง ๆ ต่อไปนี้

- 1) เลือกขนาดสายดินตามขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ตามตารางที่ 4.8
- 2) เมื่อเดินสายควบ ถ้ามีสายดินของบริษัทไฟฟ้าให้เดินขนานกันไปในแต่ละท่อสาย และขนาดสายดินให้คิดตามพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวโตที่สุด
- 3) ขนาดสายดินของมอเตอร์ให้เลือกตามพิกัดของเครื่องป้องกันเกินกำลังของมอเตอร์

$$\text{พิกัดของเครื่องป้องกันเกินกำลัง} = 1.15 I_n$$


โดยที่ I_n คือ พิกัดกระแสของมอเตอร์

สายดินของบริษัทไฟฟ้า ไม่จำเป็นต้องโตกว่าสายเฟส

ตารางที่ 4.8 ขนาดต่ำสุดของสายดินบริษัทไฟฟ้า

พิกัด หรือขนาดปรับตั้งของเครื่อง ป้องกันกระแสเกิน ไม่เกิน (A)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริษัท ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (mm ²)
16	1.5 *
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 216																
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก																	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ																		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : 6 ชั่วโมง																	
<p>หมายเหตุ *</p> <ul style="list-style-type: none"> - ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัย หรืออาคารของผู้ใช้ไฟที่อยู่ใกล้เคียงหรือแปลงระบบจำหน่ายภายในระยะ 100 เมตร - กรณีที่ผู้ใช้ไฟอยู่ห่างจากหม้อแปลงระบบจำหน่ายเกิน 100 เมตร ให้ดูภาคผนวก ฉ ของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ ว.ส.ท. <p>ตัวอย่างที่ 1</p> <p>ระบบไฟฟ้าหนึ่งประกอบด้วย บริภัณฑ์ไฟฟ้า และแผงจ่ายไฟ ดังรูป จงหาสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ที่เดินจาก บริภัณฑ์ประธาน และแผงจ่ายไฟ</p>  <p>ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างระบบไฟฟ้า</p> <p>ขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ</p> <p>การเลือกสายต่อหลักดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ จะใช้ตามตารางที่ 4.9 เป็นเกณฑ์ โดยเลือกตามขนาดสายประธานของระบบ สายประธานของแต่ละเฟสที่ต่อขนานกันให้คิดขนาดรวมกัน แล้วนำมาหาขนาดสายต่อหลักดิน</p> <p>ตารางที่ 4.9 ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (mm²)</th> <th>ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (mm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ไม่เกิน 35</td> <td>10 (หมายเหตุ)</td> </tr> <tr> <td>เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>” 50 ” 95</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>” 95 ” 185</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>” 185 ” 300</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>” 300 ” 500</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>เกิน 500</td> <td>95</td> </tr> </tbody> </table> <p>หมายเหตุ แนะนำให้ติดตั้งในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง ท่อโลหะบาง หรือ ท่อโลหะ</p>				ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (mm ²)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (mm ²)	ไม่เกิน 35	10 (หมายเหตุ)	เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16	” 50 ” 95	25	” 95 ” 185	35	” 185 ” 300	50	” 300 ” 500	70	เกิน 500	95
ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (mm ²)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (mm ²)																		
ไม่เกิน 35	10 (หมายเหตุ)																		
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16																		
” 50 ” 95	25																		
” 95 ” 185	35																		
” 185 ” 300	50																		
” 300 ” 500	70																		
เกิน 500	95																		

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 217
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

ตัวอย่างที่ 2 บ้านหลังหนึ่งใช้มิเตอร์ไฟฟ้าขนาด 15 (45) A 1 เฟส 2 สาย ใช้สายไฟขนาด $2 \times 16 \text{ mm}^2$ จากตารางที่ 4 จะใช้สายต่อหลักดินขนาดเท่าใด

วิธีทำ

จากตารางที่ 4.9

สายเมนขนาด 16 mm^2

ใช้สายต่อหลักดินขนาด 10 mm^2

ตัวอย่างที่ 3 สถานประกอบการแห่งหนึ่ง ใช้ไฟฟ้าอมิเตอร์ 400 A 3 เฟส 4 สาย ใช้สายไฟตารางที่ 4 ขนาด $2 (4 \times 150 \text{ mm}^2)$ ในท่อโลหะ (IMC) $2 \times 80 \text{ mm}$ (3") จะใช้สายต่อหลักดินขนาดเท่าใด

วิธีทำ

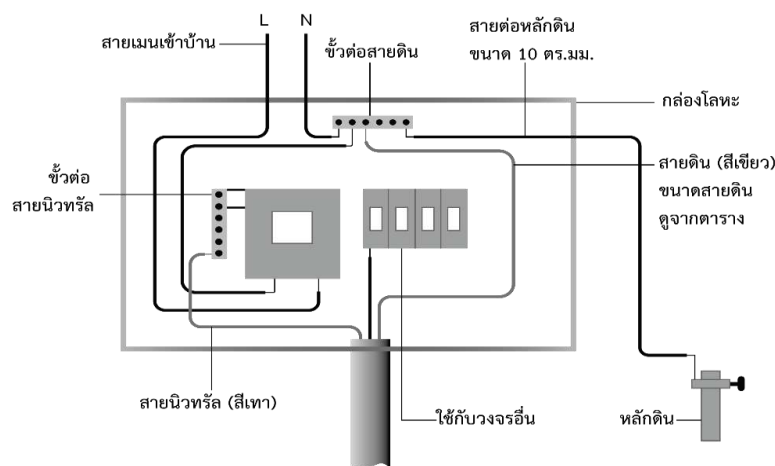
สายเฟสใช้ขนาด $2 \times 150 = 300 \text{ mm}^2$

จากตารางที่ 4.9 สายประธานขนาด $240\text{-}300 \text{ mm}^2$


ใช้สายต่อหลักดินขนาด 50 mm^2

สายที่มีการต่อลงดิน (Grounding Conductor)

สายของวงจรไฟฟ้าที่มีส่วนหนึ่งส่วนใดต่อถึงดินอย่างจงใจในกรณีที่เกิดกระแสลัดวงจรลงดิน สายที่มีการต่อลงดินจะทำหน้าที่เป็นสายดินของอุปกรณ์ด้วย เพื่อนำกระแสลัดวงจรกลับไปยังแหล่งจ่ายไฟในระบบไฟฟ้าโดยทั่วไปสายที่มีการต่อลงดิน คือ สายนิวทรัล แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสายนิวทรัลเสมอไป ดังแสดงในภาพที่ 4.10



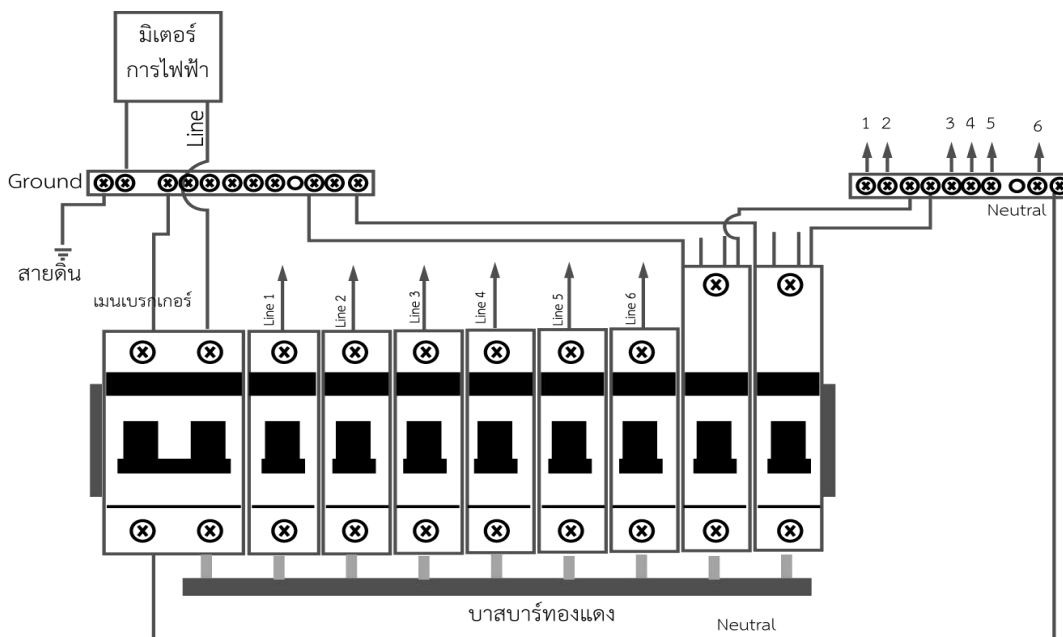
ภาพที่ 4.10 สายที่มีการต่อลงดิน

	<p style="text-align: center;">ใบข้อมูล</p>	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 218
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	<p style="text-align: center;">เรื่อง</p> การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : 6 ชั่วโมง

2. การต่อวงจรไฟฟ้า


ในการต่อวงจรเข้าเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน และสวิตช์จำเป็นต้องต่อสายไฟฟ้าให้ถูกต้อง เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ไฟฟ้า โดยมีการปฏิบัติดังนี้

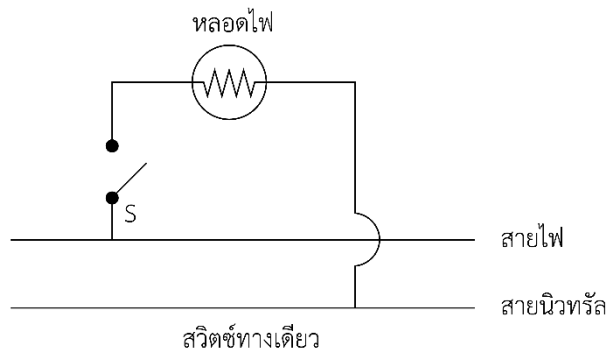
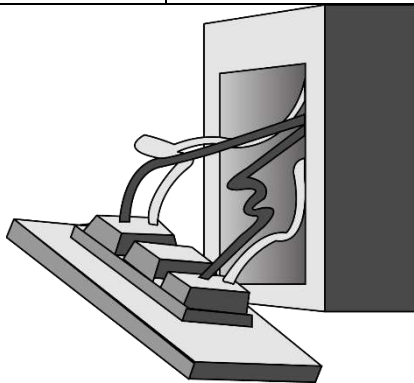
- 1) จำนวนขั้วของเซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือจำนวนฟิวส์นั้น ใช้ป้องกันเฉพาะสายเส้นไฟเป็นหลัก ส่วนสายนิวทรัลไม่จำเป็นต้องผ่านเครื่องป้องกันกระแสเกิน
- 2) ต้องต่อสายเส้นไฟเข้าเครื่องป้องกันกระแสเกิน ในกรณีที่ใช้เครื่องป้องกันกระแสเกินชนิด 3 ขั้วในระบบ 3 เฟส 4 สายหรือชนิด 1 ขั้วในระบบ 1 เฟส 2 สาย อย่าสลับต่อเป็นสายนิวทรัล เพราะจะไม่เกิดการตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อเกิดการลัดวงจร



ภาพที่ 4.11 การติดตั้งตำแหน่งของเครื่องป้องกันกระแสเกิน

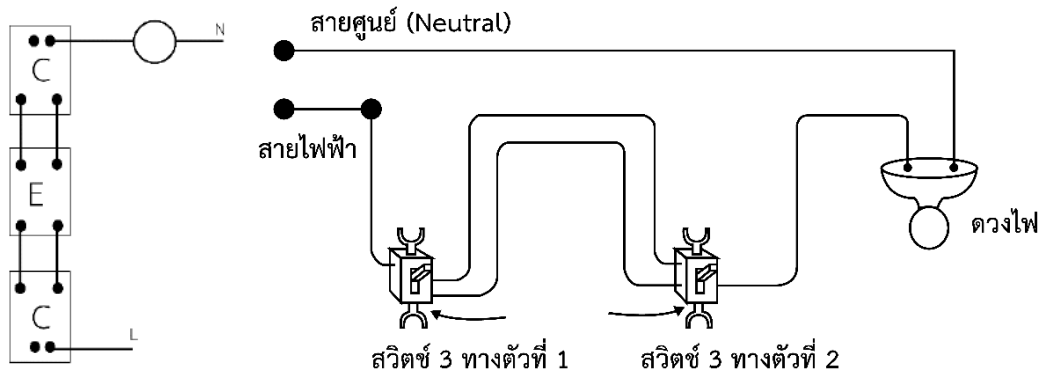
- 3) ในการต่อสวิตช์ที่มีสวิตช์เปิด-ปิดที่มีขั้วเดียวให้ต่อสายเส้นไฟเข้าสวิตช์ เพราะเมื่อเวลาปิดสวิตช์ก็จะเป็นการปลดสายเส้นไฟ ทำให้วงจรนั้นไม่มีไฟ การทำงาน หรือแก้ไขก็สามารถทำได้อย่างปลอดภัย

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 219
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	




ภาพที่ 4.12 การต่อสายเข้าสวิตช์

4) ในการใช้สวิตช์ 3 ทาง สำหรับวงจรแสงสว่าง เช่น ไฟบันได ให้ต่อสายเส้นไฟเข้าสวิตช์ และสายนิวทรัลเข้าหลอดไฟ



ภาพที่ 4.13 การต่อสายไฟเข้าสวิตช์ 3 ทาง

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 220
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ๒.6 ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 5 อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า

1. ฟิวส์ (Fuse)

เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน เนื่องจากโหลดเกิน และการลัดวงจร เมื่อมีการโหลดเกินจะทำให้เกิดความร้อน

ซึ่งจะไปหลอมละลายฟิวส์จนขาด และตัดวงจรการไหลของไฟฟ้า ฟิวส์แรงดันต่ำจะใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันต่ำกว่า 600 โวลต์ ได้แก่

- 1) ฟิวส์ตะกั่ว ทำจากส่วนผสมของตะกั่วกับดีบุก ซึ่งมีจุดหลอมละลายต่ำ มักจะใช้กับคัตเอาต์ (Cut out) ฟิวส์ตะกั่วจะมีหลายขนาดตามเบอร์ ซึ่งจะมีอัตราการทนกระแสต่างกัน



ภาพที่ 5.1 ฟิวส์ตะกั่ว

- 2) ฟิวส์ก้ามปู มีลักษณะแบนเรียบ หัวท้ายทำด้วยแผ่นทองแดงสำหรับขันสกรู ใช้ติดตั้งร่วมกับคัตเอาต์ โดยดูพิกัดกระแสได้ที่แผ่นทองแดง



ภาพที่ 5.2 ฟิวส์ก้ามปู


- 3) ปลั๊กฟิวส์ หรือ เรียกอีกอย่างว่า ฟิวส์หลอด เนื่องจากฟิวส์บรรจุไว้ในหลอดกระเบื้องที่มีทรายบรรจุไว้รอบ ๆ เพื่อระบายความร้อน



ภาพที่ 5.3 ปลั๊กฟิวส์

- 4) คาร์ทริดจ์ฟิวส์ (Cartridge Fuse) เรียกว่า ฟิวส์กระบอก ใช้ติดตั้งในเซฟตี้สวิตช์ มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ

- แบบบล็อก มีขนาดเล็ก ทนกระแสได้ตั้งแต่ 10 A – 60 A
- แบบใบมีด มีขนาดใหญ่ ทนกระแสได้ตั้งแต่ 70 A ขึ้นไป สามารถเปลี่ยนไส้ฟิวส์ได้

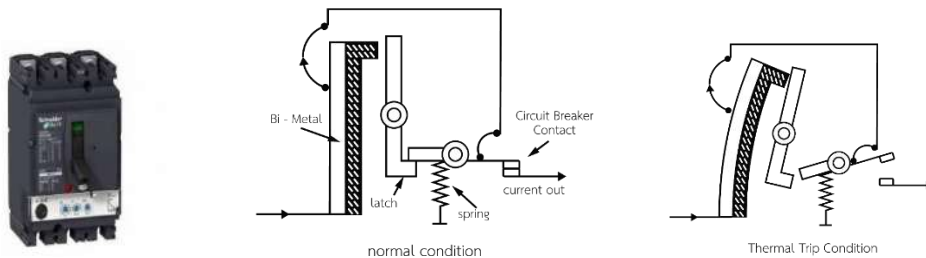
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 221
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

2. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เซอร์กิตเบรกเกอร์จะทำงานเกี่ยวกับการป้องกันเมื่อกระแสไฟฟ้าเกิน โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท

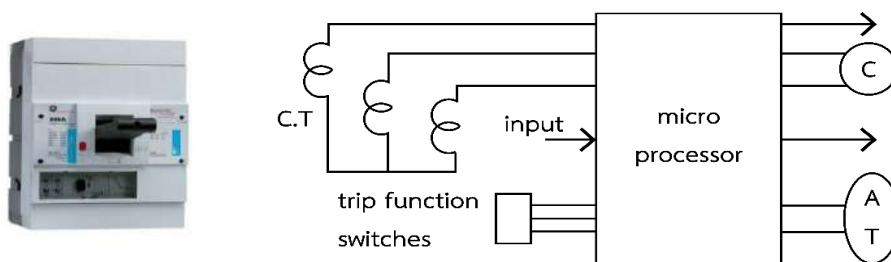
1) Molded Case Circuit Breaker (MCCB) มีหน้าที่เป็นสวิตช์เปิดปิดด้วยมือ และเป็นตัวเปิดวงจรอัตโนมัติเมื่อมีกระแสเกิน MCCB ที่ขายอยู่ทั่วไป มี 2 ชนิด ได้แก่

- Thermal Magnetic MCCB มีโครงสร้างการทำงาน 2 ส่วน ได้แก่ Thermal Unit ทำหน้าที่ปลดวงจรเมื่อมีโหลดเกิน ความร้อนจะทำให้แผ่นไบเมทัลโค้งงอไปปลดวงจรออก และ Magnetic Unit ทำหน้าที่ปลดวงจรเมื่อมีการลัดวงจร หรือมีกระแสสูง 8 – 10 เท่าไหลผ่าน ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไปดึงปลดวงจรออก



ภาพที่ 5.4 Thermal Magnetic MCCB


- Electronic Trip MCCB เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีไมโครโปรเซสเซอร์ ทำหน้าที่วิเคราะห์ค่ากระแสไหลผ่าน เมื่อมีค่าสูงกว่ากำหนดจะไปดึงปลดวงจร โดยสามารถปรับตั้งค่ากระแสและเวลาปลดวงจรได้

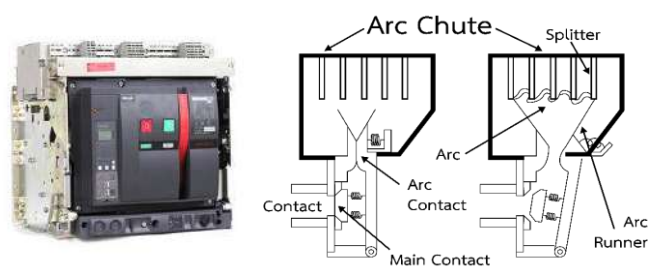


ภาพที่ 5.5 Electronic Trip MCCB

2) Air Circuit Breaker (ACB)

เหมาะสำหรับระบบที่แรงดันไฟฟ้าน้อยกว่า 1,000 V โครงสร้างทำด้วยเหล็กมีน้ำหนักมาก ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการสั่งปลดวงจร

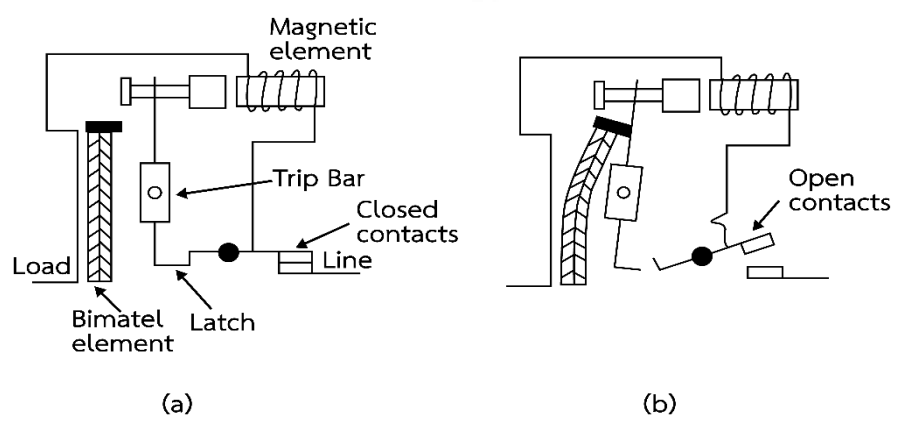
	<p>ใบข้อมูล</p>	<p>หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก</p>	<p>หน้า 222</p>
		<p>หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก</p>	
<p>เรื่อง</p> <p>การติดตั้งและการทดสอบ</p>	<p>หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ</p>		<p>เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง</p>
	<p>งานย่อยที่ 9</p>		




ภาพที่ 5.6 Air Circuit Breaker


3) Miniature Circuit Breaker


มีขนาดเล็ก ใช้ติดตั้งเป็นอุปกรณ์ป้องกันในแผงวงจรย่อย นิยมใช้ป้องกันวงจรแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำน้ำร้อน



ภาพที่ 5.7 Miniature Circuit Breaker

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 223															
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก																
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ																	
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง																
<p>การเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลด</p> <p>การเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลดนั้นจะต้องพิจารณาที่สภาวะการกินกระแสไฟขณะใช้งานจริงของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ๆ ซึ่งอัตราการกินกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัวไม่เท่ากัน เช่น ถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวใดใช้กระแสไฟฟ้าน้อย เราก็เลือกขนาดพิกัดการตัดกระแสไฟฟ้าที่เล็ก ส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวใดใช้กระแสไฟฟ้ามาก เราก็เลือกขนาดพิกัดการตัดกระแสไฟฟ้าที่สูงขึ้น โดยพิจารณาร่วมกับพิกัดการทนกระแสของสายไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์นั้น ๆ ด้วยโดยมีหัวใจสำคัญของอุปกรณ์ป้องกันที่ว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> - ขณะที่อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานในสภาวะปกติ อุปกรณ์ป้องกันจะไม่ตัดวงจร - ในสภาวะ OVER LOAD (กระแสเกิน) หรือ SHORT CIRCUIT (ลัดวงจร) อุปกรณ์ป้องกันจะต้องตัดวงจรทันที - อุปกรณ์ป้องกันจะต้องตัดวงจรก่อนที่สายจะไหม้ <p>ขั้นตอนการหาขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ มีดังนี้</p> <p>1) ต้องทราบค่ากระแสไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้จริง ถ้าไม่ทราบสามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าได้จาก</p> $I = \frac{p}{v}$ <p>ตัวอย่างที่ 1 เครื่องปรับอากาศใช้กำลังไฟฟ้า 2,650 วัตต์ ใช้แรงดันไฟฟ้า 200 โวลต์</p> $\text{แทนค่าในสูตรด้านบนจะได้ } I = \frac{p}{v} = \frac{2650}{220} = 12.045 \text{ A}$ <p>2) คิดค่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มอีก 25% เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานติดต่อกันเกิน 3 ชั่วโมงจึงต้องคำนวณเพื่อสำหรับอัตราการทนกระแสไฟฟ้าด้วย IC.B. = 12.045 × 1.25 = 15.056 A</p> <p style="text-align: center;">∴ เลือกขนาด C.B = 16A</p> <p>ตัวอย่างการคำนวณ บ้านหลังหนึ่งมีโหลดไฟฟ้าดังนี้</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">- ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์</td> <td style="width: 20%;">1×36 w</td> <td style="width: 20%;">10 ชุด</td> </tr> <tr> <td>- เตารีดใช้งานทั่วไป</td> <td></td> <td>8 ชุด</td> </tr> <tr> <td>- เครื่องทำน้ำอุ่นขนาด</td> <td>3,500 w</td> <td>1 ชุด</td> </tr> <tr> <td>- เครื่องปรับอากาศ ขนาด</td> <td>12,000 BTU (1500W)</td> <td>1 ตัว</td> </tr> <tr> <td>- เครื่องปรับอากาศ ขนาด</td> <td>24,000 BTU (3000W)</td> <td>1 ตัว</td> </tr> </table> <p>ในการคำนวณหาโหลดของอุปกรณ์ทั้งหมด และหาขนาดอุปกรณ์ป้องกันให้กับอุปกรณ์แต่ละตัว</p> <p>โหลด หลอดฟลูออเรสเซนต์ = 36 × 10 = 3,600 w</p> <p>โหลด หลอดฟลูออเรสเซนต์ กินกระแส = $\frac{360}{220} = 1.636 \text{ A}$</p> <p>หาขนาด C.B. ของหลอด FL IC.B. = 1.25 × ILOAD</p> $= 1.25 \times 1.636 = 2.045$ <p style="text-align: center;">∴ เลือกขนาด C.B. ของวงจรหลอด FL = 10A</p>				- ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์	1×36 w	10 ชุด	- เตารีดใช้งานทั่วไป		8 ชุด	- เครื่องทำน้ำอุ่นขนาด	3,500 w	1 ชุด	- เครื่องปรับอากาศ ขนาด	12,000 BTU (1500W)	1 ตัว	- เครื่องปรับอากาศ ขนาด	24,000 BTU (3000W)	1 ตัว
- ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์	1×36 w	10 ชุด																
- เตารีดใช้งานทั่วไป		8 ชุด																
- เครื่องทำน้ำอุ่นขนาด	3,500 w	1 ชุด																
- เครื่องปรับอากาศ ขนาด	12,000 BTU (1500W)	1 ตัว																
- เครื่องปรับอากาศ ขนาด	24,000 BTU (3000W)	1 ตัว																

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 224
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
<p> โหลดเต้ารับใช้งาน 1 ชุด = 180 VA รวมโหลดเต้าใช้งาน 180x8 = 1440 VA โหลดเต้ารับใช้งาน กั้นกระแส = $\frac{1440}{220} = 6.545$ หาขนาด C.B. ของเต้ารับ IC.B (เต้ารับ) = 1.25x6.545 = 8.18 A ∴ เลือกขนาด C.B. ของวงจรเต้ารับทั่วไป = 10 A </p> <p> โหลดเครื่องทำน้ำอุ่น 3,500 w กั้นกระแส = $\frac{3500}{220} = 15.90 A$ ขนาด C.B. เครื่องทำน้ำอุ่น = 1.25x15.90 = 19.875 A ∴ เลือกขนาด C.B. ของเครื่องทำน้ำอุ่น = 20A </p> <p> โหลดแอร์ 12,000 BTU กั้นกระแส = $\frac{1,500}{220} = 6.818 A$ ขนาด C.B. แอร์ 1,200 BTU 1.25x6.818 = 8.522 A ∴ เลือกขนาด C.B. ของแอร์ 1,200 BTU = 10A </p> <p> โหลดแอร์ 24,000 BTU กั้นกระแส = $\frac{3000}{200} = 13.63 A$ ขนาด C.B. โหลดแอร์ 2,400 BTU = 1.25x13.63 = 17.03 A ∴ เลือกขนาด C.B. ของแอร์ 2,400 BTU = 20A </p> <p> คำนวณหา C.B. เมน จะต้องทำการรวมโหลดทั้งหมดก่อน โหลดไฟฟ้าภายในบ้านทั้งหมด = โหลดฟลูออเรสเซนต์+โหลดเต้ารับทั่วไป+โหลดเครื่องทำ น้ำอุ่น+โหลดแอร์ 12,000 BTU+แอร์ 24,000 BTU = 360+1,440+3,500+1,500+3,000 =9,800 W ∴ กระแสไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านทั้งหมด = $\frac{9,800}{220} = 44.54 A$ ขนาด C.B. เมน = 1.25x44.54 = 55.675 A. ∴ ขนาดของ C.B. เมน = 60 A. </p> <p> หมายเหตุ การเลือกขนาด C.B. ให้เลือกขนาด C.B. ที่มีผลิตขายในท้องตลาดถ้าปริมาณกระแสที่ คำนวณได้มีค่าไม่ตรงกับที่ท้องตลาดมีให้เลือกขนาด C.B. ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นไปอีก 1 ชั้น </p>			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 225
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง


3. เซฟตี้สวิตช์ (Safety Switch)

ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลเกินในวงจร และสามารถใช้เปิดปิดวงจร เซฟตี้สวิตช์มีส่วนประกอบดังนี้

- 1) ตู้สวิตช์ ทำมาจากโลหะแข็งแรง ทนต่อแรงระเบิดของฟิวส์ได้
- 2) ฝาตู้
- 3) ฐานยึดฟิวส์ ต้องยึดติดกับตู้ให้แน่น เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลสะดวก ทนต่อแรงดึงในการถอด และใส่ฟิวส์
- 4) ฟิวส์ ใช้คาร์ทริดจ์ฟิวส์
- 5) คันโยกสวิตช์ เป็นตัวเปิดปิดวงจรไฟฟ้า
- 6) ขั้วต่อสาย ต่อสายเมนที่มาจากระบบจ่ายไฟของการไฟฟ้า และเป็นขั้วต่อไปยังโหลดเซ็นเตอร์
- 7) ขั้วต่อสายดิน ใช้เป็นขั้วต่อสายดินของวงจร



ภาพที่ 5.5 เซฟตี้สวิตช์


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 226
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	

4. โหลดเซ็นเตอร์ (Load Center)

ทำหน้าที่เป็นศูนย์รวมการควบคุมโหลดให้ตัด และต่อวงจรของแต่ละวงจรรย่อย



ภาพที่ 5.6 โหลดเซ็นเตอร์


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 227
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

5. สวิตซ์ทีซิโน (Ticino)

ใช้ในการควบคุมวงจรเฉพาะชุด เช่น ปั้มน้ำ มอเตอร์ ตู้เย็น เป็นต้น อาศัยการทำงานแผ่นโลหะ ที่เรียกว่า
 ชั้นท์คอยล์ทริป (Shunt Coil Trip) เพื่อปรับอัตราการใช้ไฟของกระแส

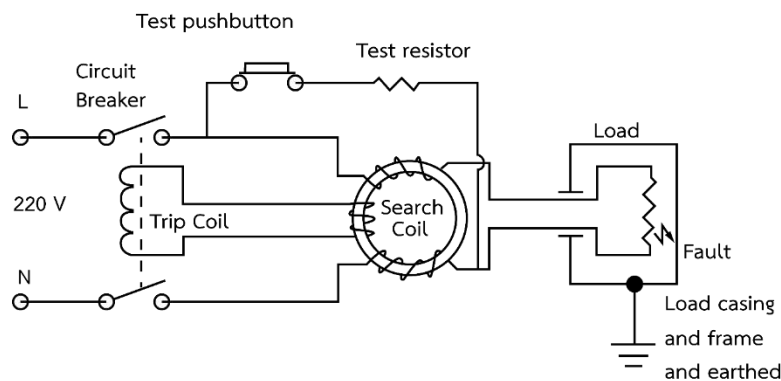


ภาพที่ 5.7 สวิตซ์ทีซิโน


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 228
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

6. อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรลงดิน

เบรกเกอร์กันไฟดูด ELCB จะมีค่าความไวในการตรวจจับกระแสไฟรั่วหรือที่เรียกว่าค่า Sensitive มีหน่วยเป็นมิลลิแอมแปร์ : mA หลักการทำงานของ ELCB คือ การเปรียบเทียบกระแสไฟระหว่างสายไฟ 2 สาย โดยที่ในสภาวะปกติ กระแสไฟฟ้าที่ไหลไปกลับต้องมีค่าเท่ากันผลรวมของค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลไป และกลับจะมีค่าเท่ากับ 0 แต่หากมีกระแสรั่วออกจากระบบ หรือมีคนถูกไฟดูดผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลไปและกลับจะไม่เป็น 0 และผลต่างที่เกิดขึ้นนี้หากมีค่ามากพอถึงจุดที่กำหนด ก็จะถูกส่งเข้าวงจรขยายสัญญาณ และสั่งการให้คอยล์แม่เหล็กภายในปลดวงจรออกทันที



ภาพที่ 5.8 วงจรของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูด


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 229
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง


หัวข้อวิชาที่ 6 การเดินสายไฟ และติดตั้งเครื่องปรับอากาศ


1. การเดินสายไฟฟ้าแบบเดินลอย

ในการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร มักจะนิยมเดินสายด้วยเข็มขัดรัดสาย ที่เรียกว่า การตอกก๊ีบ เนื่องจากมีขั้นตอนที่ง่าย สามารถสังเกตเห็น และซ่อมแซมส่วนที่ชำรุดได้ง่าย ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) แนวการเดินสาย เป็นการสำรวจจำนวนสายไฟฟ้า และขนาดของสายไฟฟ้า เพื่อเตรียมเข็มขัดรัดสายให้มีขนาดเหมาะสม การวางแผนที่ดีจะช่วยให้ประหยัดเวลา และไม่เสียวัสดุต่าง ๆ ไปโดยเปล่าประโยชน์
- 2) การตีเส้น เพื่อกำหนดตำแหน่งการตอกตะปู โดยใช้ปากเต้าตีเส้นตามระยะที่ต้องการ ส่วนการเดินสายไฟฟ้าชิดขอบกำแพง สามารถเดินสาย และตอกก๊ีบชิดตามแนวขอบได้เลย
- 3) การตอกตะปู จะต้องเลือกขนาดของตะปูต้องเหมาะสมกับผนังแต่ละประเภท และความหนาของผนัง ในการตอกตะปูต้องตอกตะปูให้จมลงไปเรียบพอดีกับผนัง และระมัดระวังไม่ให้ก๊ีบฉีกขาด หรือเสียหายไป
- 4) ระยะห่างระหว่างเข็มขัดรัดสาย ต้องเหมาะสมตามที่มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยกำหนด โดยระยะห่างระหว่างเข็มขัดรัดสายในงานไม้ ควรมีระยะห่าง 10 – 12 เซนติเมตร และงานปูน ควรมีระยะห่าง 8 – 10 เซนติเมตร และต้องหันหัวของเข็มขัดรัดสายไปในทิศทางเดียวกันทั้งหมด
- 5) การคลี่สายออกจากม้วน เพื่อแก้ปัญหาสายที่ม้วนบิดงอ โดยมีขั้นตอน ดังนี้
 - 1) ยกม้วนสายไฟฟ้าในระดับเอว สอดแขนทั้งสองข้างเข้าไปในม้วน
 - 2) วางปลายสายด้านบนกลงบนพื้น และก้มตัวเดินถอยหลังจนได้ความยาวที่ต้องการ
- 6) การรัดสาย ทำได้ 2 ลักษณะ ได้แก่
 - 1) รัดสายก่อนที่จะรัดสาย เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการวางบนก๊ีบรัดสาย
 - 2) รัดสายในระหว่างรัดสาย โดยกดสายให้แน่น และใช้เศษผ้าที่มีความนุ่มรัดสาย และระมัดระวังด้วยการกดสายให้แน่นกับผนัง เพื่อไม่ให้สายหลุด
- 7) การรัดสาย เป็นการใช้เข็มขัดรัดสายคล้องกับสายไฟฟ้า เพื่อยึดสายไฟฟ้าให้ชิดอยู่กับผนัง โดยมีวิธีการแตกต่างกัน ดังนี้
 - 1) การรัดสายเมื่อเดินสายไฟฟ้าในแนวตั้ง โดยใช้เศษผ้ารัดสายให้ตรง และจัดสายให้เรียงชิดกัน ใช้มือข้างที่ไม่ถนัดจับสายด้านบนไว้ ให้แนบชิดกับผนัง และใช้มือข้างที่ถนัดจับปลายเข็มขัดรัดสาย สอดเข้าที่รูที่อยู่บนหัวของเข็มขัดรัดสาย เมื่อยึดสายไฟฟ้าได้

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 230
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
<p>2-3 ตัว ให้ดึงสายไฟลงที่ละเส้นให้ตรง และดึงพร้อมกันทุกเส้นให้ตึงพอดี ทำซ้ำจนเสร็จ ลีน และใช้ค้อนเคาะเบา ๆ เพื่อเก็บรอยพับให้เรียบร้อย</p> <p>2) การรัดสายเมื่อเดินสายไฟฟ้าในแนวนอน เนื่องจากการเดินสายไฟฟ้าในแบบที่ ถูกแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำ จึงต้องตอกตะปูเพื่อรับน้ำหนักของสายไฟฟ้าให้ห่าง จากจุดที่กำลังดำเนินการรัดสายในระยะประมาณ 50-100 เซนติเมตร</p> <p>3) การรัดสายเมื่อเดินสายไฟฟ้าบนเพดาน ใช้ในการเดินสายไฟฟ้าของพัดลมเพดาน หรือหลอดไฟ มักจะมีระยะสั้นจึงต้องใช้มือทั้งสองข้างพยุงไว้ และควรเดินสายไฟให้ เสร็จในครั้งเดียว เพื่อป้องกันการดิ่งรั้งของสายไฟทำให้ก๊ีบหลุด ส่วนการเดิน สายไฟฟ้าแบบโค้ง ต้องกะระยะให้พอดีและสวยงาม การโค้งสายไฟฟ้าในระยะสั้นจะ ทำให้ทองแดงภายในสายไฟขาดได้ ถ้าโค้งมากเกินไปจะทำให้สายไฟฟ้าไม่กระชับกับ ผนัง ไม่สวยงาม และอาจดิ่งรั้งให้ก๊ีบหลุดได้</p> <p>8) การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อเดินสายไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว จะต่ออุปกรณ์ทางไฟฟ้าอื่น ๆ เข้ากับ สายไฟฟ้า เช่น ปลั๊ก หลอดไฟฟ้า และแผงควบคุม เป็นต้น ซึ่งต้องติดตั้งอุปกรณ์เหล่านี้ให้มั่นคง แข็งแรง และระมัดระวัง</p>				

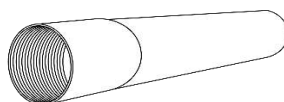
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 231
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
<p>ในการเดินสายไฟฟ้านั้น ถึงแม้ว่าฉนวนที่หุ้มสายไฟฟ้า จะมีความแข็งแรงทนทานพอสมควร แต่ว่ามันก็ยังไม่แข็งแรงพอที่จะรับแรงกระแทกต่าง ๆ จากภายนอกได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหาย และสามารถใช้งานได้ยาวนาน ในปัจจุบันจึงนิยมที่จะเดินสายไฟฟ้าในท่อสาย (Raceways) ท่อสายเป็นอุปกรณ์ ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อลม หรือช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าในเรียบใช้ในการเดินสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ</p> <p>ประโยชน์ของการใช้ท่อสาย มีดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ป้องกันสายไฟฟ้าจากความเสียหายทางกายภาพ เช่น การถูกกระทบกระแทกจากของมีคม หรือถูกสารเคมีต่าง ๆ 2) ป้องกันอันตรายกับคนที่อาจจะไปแตะถูกสายไฟฟ้า เมื่อฉนวนของมันเสียหาย หรือ มีการเสื่อมสภาพ 3) สะดวกต่อการร้อยสาย และเปลี่ยนสายไฟฟ้าสายใหม่ เมื่อสายหมดอายุการใช้งาน 4) ท่อสายที่เป็นโลหะ จะต้องมีการต่อลงดิน จึงจะเป็นการป้องกันไฟฟ้าช็อตได้ <p>สามารถป้องกันไฟไหม้ได้ เนื่องจากถ้าเกิดการลัดวงจรในท่อ ประกายไฟ หรือความร้อนจะถูกจำกัดอยู่ภายในท่อสายอาจจะทำมาจากวัสดุที่เป็นโลหะ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม หรือวัสดุที่เป็นอโลหะ เช่น พลาสติก หรือ แอสเบสโตส เป็นต้น</p>				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 232
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

ท่อสายที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน มีดังนี้

1) ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit , RMC)

ท่อโลหะหนาเป็นท่อที่มีความแข็งแรงที่สุด สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ท่อชนิดนี้
 ถ้าทำมาจากเหล็กกล้าที่จะเรียกว่า ท่อ RSC (Rigid Steel Conduit) และส่วนใหญ่จะผ่านขบวนการ
 ชุบด้วยสังกะสี (Galvanized) ซึ่งจะช่วยป้องกันสนิมอย่างดี



ภาพที่ 6.1 ท่อ RSC

สถานที่ใช้งาน

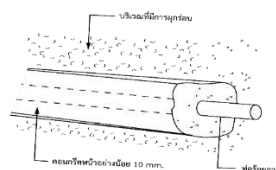
- ใช้ได้ทุกสถานที่ และสภาพอากาศ (All Occupancies and All Atmospheric Conditions) สามารถใช้ได้ทั้งภายนอก ภายในอาคาร และสามารถฝังใต้ดินได้

ขนาดมาตรฐาน


- มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (ขนาดทางการค้า) 15 mm. (1/2 นิ้ว) – 150 mm. (6 นิ้ว)
- ความยาวท่อนละ 3 เมตร

การติดตั้ง

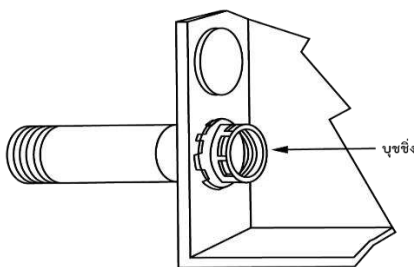
- ในสถานที่เปียก (Wet Location) ส่วนประกอบที่ใช้ยึดท่อ เช่น Bolt , Strap และ Screw เป็นต้น ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนได้
- ในที่ที่มีการผุกร่อน (Cinder Fill) ท่อจะต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนได้ หรือหุ้มท่อด้วยคอนกรีตหนาอย่างน้อย 2 นิ้ว



ภาพที่ 6.2 การติดตั้งท่อในที่ที่มีการผุกร่อน

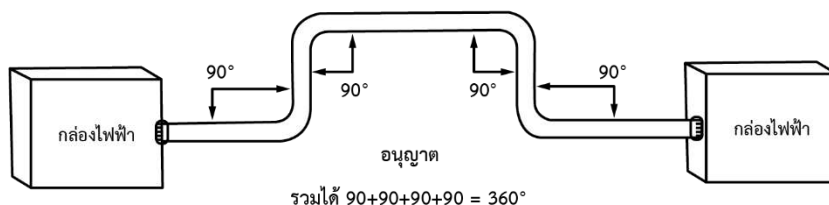
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 233
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	

- การต่อท่อเข้ากับเครื่องประกอบ จะต้องใช้บุชซิ่ง (Bushing) เพื่อป้องกันฉนวนของสายไฟฟ้าเสียหาย



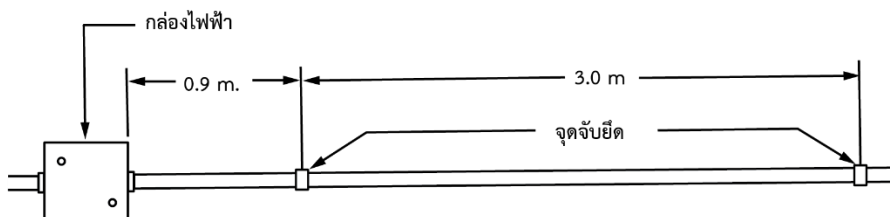
ภาพที่ 6.3 บุชซิ่ง

- มุมดัดโค้งของท่อระหว่างจุดตั้งสาย รวมกันจะต้องไม่เกิน 360 องศา




ภาพที่ 6.4 มุมดัดโค้งท่อระหว่างจุดตั้งสาย

- การเดินท่อจะต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 3.0 เมตร และห่างจากกล่องไฟฟ้า หรือจุดต่อไฟ ไม่เกิน 0.9 เมตร

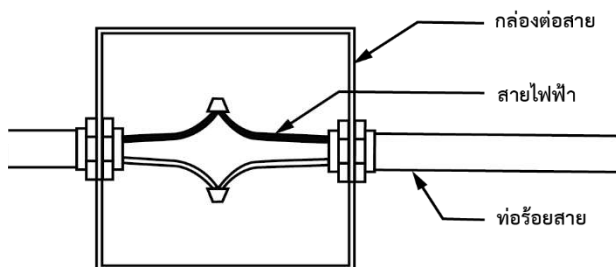


ภาพที่ 6.5 การติดตั้งท่อ RMC

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 234
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	

การต่อสาย และการต่อแยก

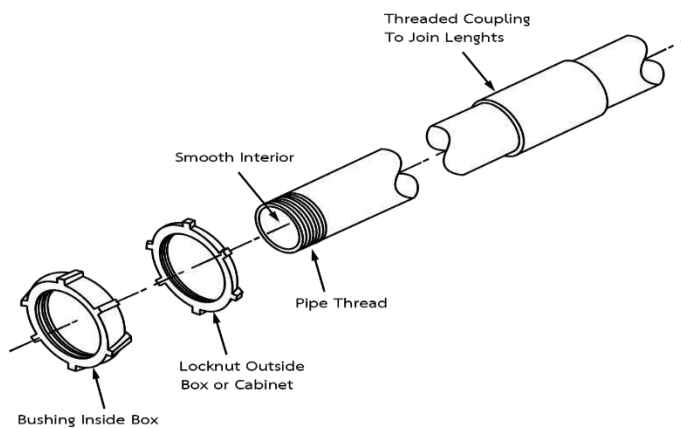
การต่อสาย หรือต่อแยก จะต้องทำในกล่องไฟฟ้า (Boxes) โดยปริมาณของสาย , ฉนวน และหัวสายรวมกัน จะต้องไม่เกิน 75% ของปริมาตรกล่องไฟฟ้า




ภาพที่ 6.6 การต่อสาย

การต่อท่อ

- ท่อ RMC สามารถต่อให้ยาวขึ้นได้ โดยทำเกลียวที่ปลายท่อ แล้วขันต่อกันด้วย ข้อต่อ (Coupling) ดังรูปที่ 4.7 โดยการทำให้เกลียว จะต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิด ปลายเรียว
- ปลายท่อที่ถูกตัดจะต้องมีการลบคม เพื่อป้องกันไม่ให้บาดเจ็บของสายไฟ



รูปที่ 6.7 การต่อท่อ RMC

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 235
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	

2) ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing, EMT) ท่อโลหะบาง หรือท่อ EMT เป็นท่อที่มีผนังบางกว่าท่อ RMC และ IMC จึงมีความแข็งแรงน้อยกว่า และมีราคาถูกกว่าสถานที่ใช้งาน

- ใช้ได้เฉพาะภายในอาคารเท่านั้น ทั้งในที่เปิดโล่ง (Exposed) และที่ซ่อน (Con Ceal) เช่น เดินลอยตามผนัง เดินในฝ้าเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตได้ ไม่ควรใช้ ท่อ EMT ในที่ที่มีการกระทบกระแทกทางกล ไม่ใช่ฝังใต้ดิน และไม่ใช้ในระบบแรงสูง

ขนาดมาตรฐาน

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm. (1/2 นิ้ว) – 50 mm. (2 นิ้ว)
- ความยาวท่อนละ 3 เมตร

การติดตั้ง

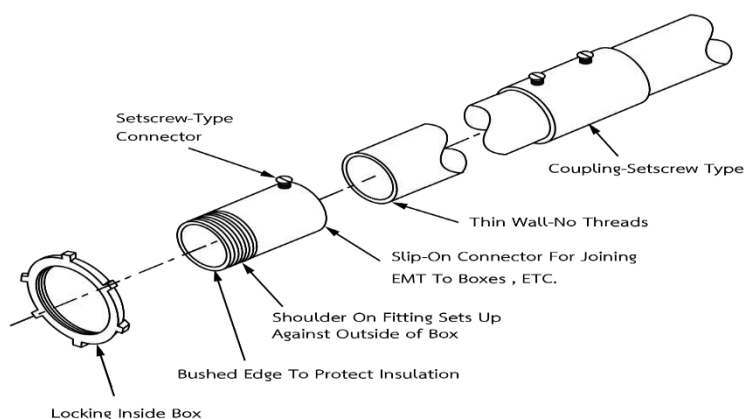
เช่นเดียวกับท่อ RMC แต่ไม่อนุญาตให้ใช้ท่อ EMT เป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

การต่อสายและการต่อแยก


เช่นเดียวกับท่อ RMC

การต่อท่อ

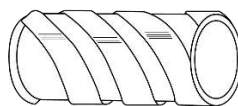
ท่อ EMT ห้ามทำเกลียว การต่อท่อจะใช้ข้อต่อชนิดไม่มีเกลียว เช่น แบบใช้สกรูไข ดังรูป



รูปที่ 6.8 การต่อท่อ EMT

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 236
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	

- 3) ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit, FMC) ท่อโลหะอ่อนทำมาจากเหล็กกล้าชุบสังกะสี ในลักษณะที่มีความอ่อนตัวสูงสามารถโค้งงอได้ ดังรูปที่ 6.9



รูปที่ 6.9 ท่อโลหะอ่อน

สถานที่ใช้งาน

ท่อโลหะอ่อน เหมาะสำหรับใช้งานกับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์ เครื่องจักรต่าง ๆ หรือใช้กับงานที่ต้องการความโค้งงอด้วยมุมหักสูง ๆ เช่น จุดต่อวงโคมท่อโลหะอ่อนไม่อนุญาตให้ใช้ในบางกรณี ดังนี้

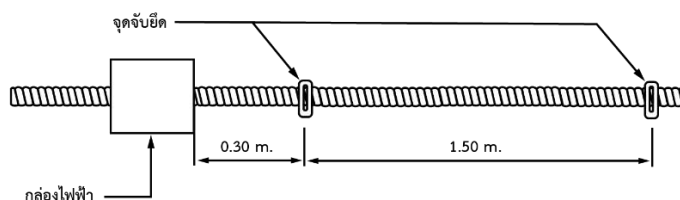
- ในปล่องลิฟต์ หรือ ปล่องขนของ
- ในห้องแบตเตอรี่
- ในสถานที่อันตราย
- ในสถานที่เปียก ยกเว้นเมื่อมีการป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปในท่อ และใช้สายไฟฟ้าที่เหมาะสม
- ฝังในดิน หรือ ฝังในคอนกรีต

ขนาดมาตรฐาน

มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm. (1/2 นิ้ว) – 80 mm. (3 นิ้ว)


การติดตั้ง

- จะต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรง ทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร และห่างจากกล่องไฟฟ้า หรือจากจุดต่อไฟ ไม่เกิน 0.30 เมตร



รูปที่ 6.10 การติดตั้งท่อโลหะอ่อน

- มุมโค้งระหว่างจุดตั้งสาย รวมกันไม่เกิน 360 องศา
- สามารถใช้ท่อโลหะอ่อนเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดินได้เมื่อท่อโลหะอ่อนมีความยาวไม่เกิน 1.80 เมตร และสายไฟภายในต่อกับเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดไม่เกิน 20 A

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 237
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

4. จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย


การเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย เป็นแบบการติดตั้งที่มีการใช้มากที่สุด จำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย จะต้องมีจำนวนไม่มากเกินไป ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

- 1) เมื่อมีกระแสไหลผ่านสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย จะทำให้เกิดความร้อนขึ้น จึงจำเป็นต้องมีที่ว่าง สำหรับการระบายความร้อน
- 2) พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้า ต้องเล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อร้อยสายพอสมควร เพื่อให้การดึงสายไฟฟ้าทำให้สะดวก และไม่ทำลายฉนวนของสายไฟฟ้า

เปอร์เซ็นต์สูงสุดของพื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้า ต่อพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย (% Fill) ต้องได้ตามตารางที่ 6.1

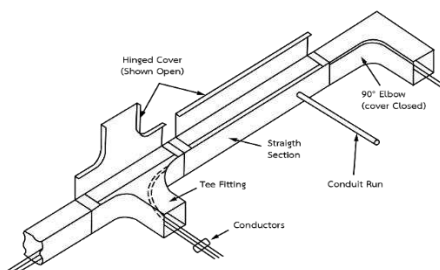
ตารางที่ 6.1 พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้าทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบพื้นที่หน้าตัดของท่อ

จำนวนสายในท่อสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิด	53	31	40	40	40
ยกเว้นสายชนิดปลอกตะกั่วหุ้ม					
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 238
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

5. รางเดินสาย (Wireways)

รางเดินสายเป็นรางที่ใช้เดินสายไฟฟ้า ทำจากเหล็กแผ่นพับเป็นสี่เหลี่ยม มีฝาเปิดปิด เป็นแบบบานพับ หรือแบบถอดออกได้ ดังรูปที่ 4.13 แผ่นเหล็กที่ใช้รางเดินสายจะต้องผ่านขบวนการต่าง ๆ เพื่อกันสนิมก่อน ที่นิยมใช้มี 3 วิธีด้วยกัน คือ ใช้วิธีพ่นสีฝุ่น Epoxy/ Polyester วิธีเคลือบด้วยฟอสเฟต หรือสังกะสี (Galvanized Steel) และวิธีที่ประกอบด้วย อะลูมิเนียม สังกะสี และซิลิโคน โดยผสมเนื้อเดียวกันในลักษณะอัลลอยด์



รูปที่ 6.11 รางเดินสาย

การต่อรางเดินสายเข้าด้วยกัน หรือจะเดินเป็นทางโค้ง สามารถใช้อุปกรณ์สำเร็จรูปต่อเข้ากับรางเดินสายได้เลยเพื่อความสะดวก เช่น ข้องอ (Elbow) จุดเชื่อมต่อตัวที (Tee) และตัวลดขนาด (Reducer) เป็นต้น

รางเดินสายใช้ในที่ปิดโล่ง ถ้าเป็นภายนอกอาคารจะต้องเป็นชนิดกันฝนได้ (Raintight) ไม่ใช้ในที่มีอันตรายทางกายภาพ

จำนวนตัวนำ

ผลรวมของพื้นที่ภาคตัดขวางของสายไฟฟ้าจะต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่ภาคตัดขวางภายในของรางเดินสาย

พิกัดกระแสของตัวนำ


พิกัดกระแสของตัวนำในรางเดินสาย ให้ใช้ตารางที่ 3.4 หรือ 3.6 ในกรณีเดินสายในท่อโลหะในอากาศ ถ้าจำนวนตัวนำเกิน 30 เส้น จะต้องใช้ตัวคูณลดในตารางที่ 4.2 โดยจะนับตัวนำที่มีกระแสเท่านั้น ตัวนำสำหรับวงจรสัญญาณตัวนำในระบบควบคุมมอเตอร์ และ สตาร์ทเตอร์ ที่ใช้ในการเดินเครื่องเท่านั้น ไม่ถือเป็นตัวนำกระแสรางเดินสายที่บริษัทผู้ผลิตนิยมผลิตออกมาจำหน่าย มีขนาดดังนี้


H (ความเร็วสูง) = 50 , 75 , 100 , 150 และ 200 mm

W (ความกว้าง) = 50 , 75 , 100 , 150 , 200 , 250 และ 300 mm

L (ความยาว) = 1,200 และ 2,400 mm

T (ความหนา) = 1.0 และ 1.5 mm

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 239
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
การติดตั้ง <ul style="list-style-type: none"> - จะต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรง ทุกระยะห่างกันเกิน 1.5 เมตร - ไม่อนุญาตให้ต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนัง หรือ พื้น - ไม่อนุญาตให้ใช้รางเดินสายเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน 				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 240
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 7 การทดสอบเครื่อง

1. ขั้นตอนการทดสอบเครื่อง

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง เป็นเครื่องปรับอากาศที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากเหมาะสมกับการใช้งานในบ้านพักอาศัย และมักจะติดตั้งในห้องนอน เนื่องจากมีเสียงไม่ดังระหว่างการทำงาน ในบางรุ่นยังเพิ่มคุณสมบัติในการฟอกอากาศ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และการเดินท่อต่าง ๆ ของระบบ มีขั้นตอนที่สำคัญ 9 ขั้นตอน ดังนี้

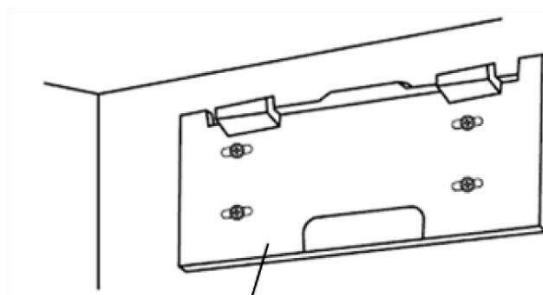
1.1 การติดตั้งเครื่อง

มีขั้นตอนดังนี้

1) ติดตั้งแผ่นเพลทยึดฝาลังของเครื่อง


- ตรวจสอบส่วนที่เป็นโครงสร้างหลักภายในฝาลัง เช่น คาน และติดตั้งแผ่นยึดฝาลังของเครื่องในแนวระนาบให้มั่นคง ให้เว้นระยะห่างด้านบนอย่างน้อย 12 เซนติเมตร และห่างจากกำแพงด้านข้างอย่างน้อย 20 เซนติเมตร ควรใช้ระดับน้ำในการติดตั้งเพลท เพื่อให้ได้แนวที่เที่ยงตรง
- เพื่อป้องกันการสั่นของแผ่นยึดฝาลังของเครื่อง ให้ขันสกรูยึดรูของตำแหน่งให้มั่นคง
- ในกรณีที่ใช้นอตเจาะทะลุกำแพงคอนกรีต ให้ยึดแผ่นฝาลังของเครื่องด้วยรูรูปไข่

11 x 20 มิลลิเมตร ถึง 11 x 26 มิลลิเมตร



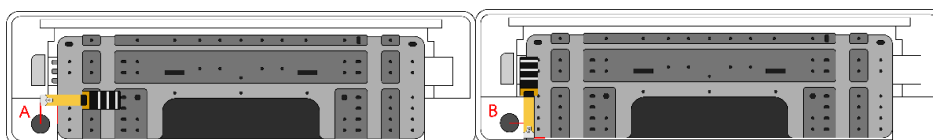
แผ่นหลังฝาลังของเครื่อง

ภาพที่ 7.1 การติดตั้งแผ่นเพลท

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 241
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	

2) เจาะรูผนัง

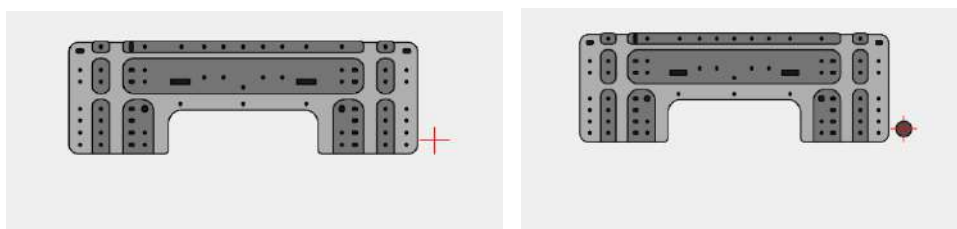
- เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร โดยให้รูด้านนอกต่ำกว่ารูด้านในเล็กน้อย
- ใส่ปลอกสวมรูบนผนัง ใช้ปลอกสวมรูบนผนังเสมอ เพื่อป้องกันสายไฟที่ต่อระหว่างเครื่องตัวใน และตัวนอกถูกส่วนที่เป็นโลหะในผนัง เพื่อป้องกันความเสียหายอันเกิดจากหนูในกรณีที่มีผนังกลวง




ภาพที่ 7.2 การวัดระยะเพื่อกำหนดตำแหน่งของรูบนผนัง (กว้าง x สูง)

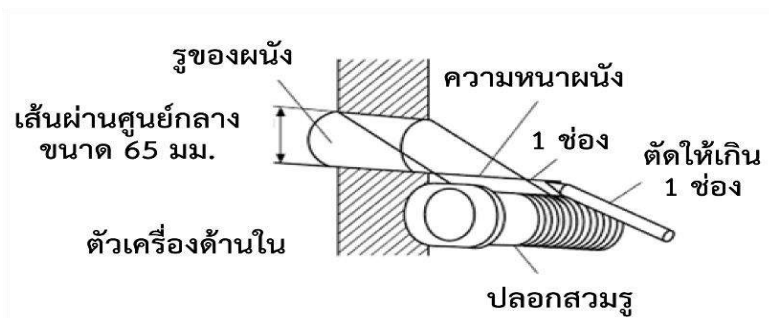


ภาพที่ 7.3 นำแผ่นเพลทยึดกับผนัง วัดระยะเพื่อกำหนดจุดตัดของเส้นทั้งสอง



ภาพที่ 7.4 กำหนดจุดตัดของเส้นทั้งสอง เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร

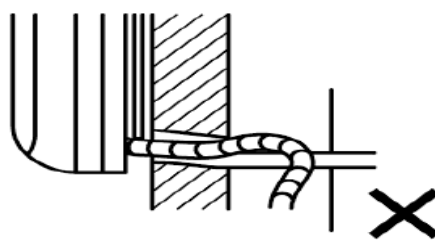
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 242
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	



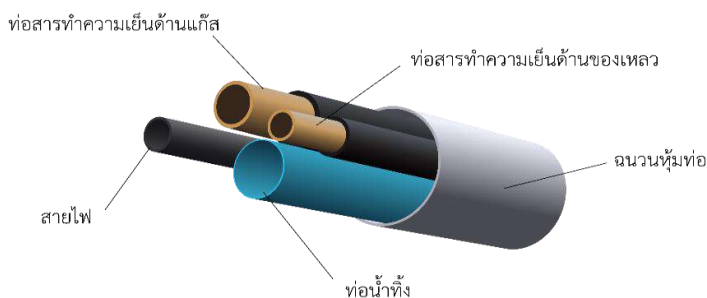
ภาพที่ 7.5 การใส่ปลอกสวมรูบนผนัง

3) การติดตั้งชุดจ่ายลมเย็น (แพนคอยล์ยูนิต)


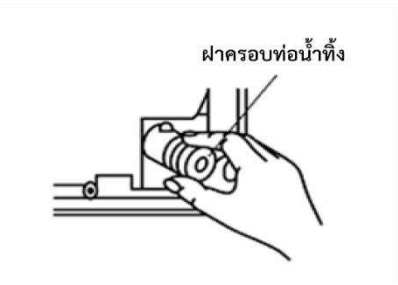
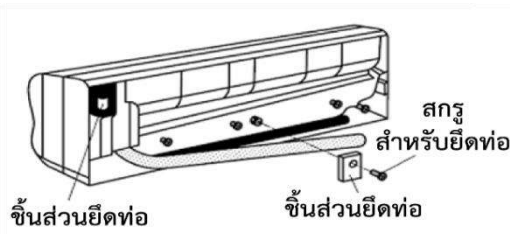
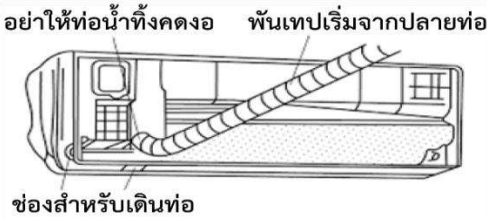
- เปิดฝาด้านหลังออกแล้วดึงท่อสารทำความเย็น และดึงท่อน้ำทิ้งออกแล้วมัดให้ท่อน้ำทิ้งให้อยู่ด้านล่างดังรูป
- สอดท่อทั้งสองให้ทะลุผ่านผนังดังรูป
- ติดตั้งฐานยึดเครื่อง และ ชุดแพนคอยล์เข้ากับผนัง


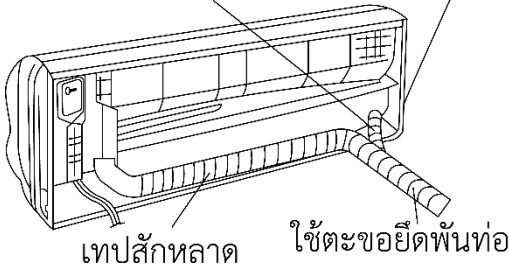
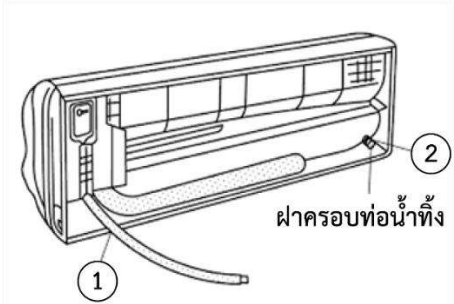



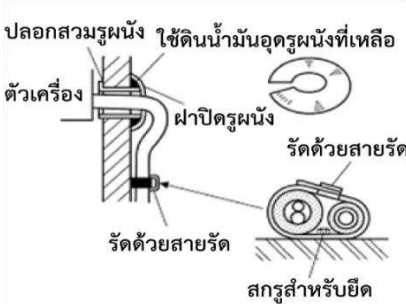
ภาพที่ 7.6 ควรระวังไม่ให้ท่อน้ำทิ้งโค้ง





ภาพที่ 7.7 การจัดตำแหน่งของท่อ


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 243
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
<p>4) การติดชุดควบแน่น (คอนเดนซิงยูนิต)</p> <p>5) การทำบานเฟลร์สำหรับต่อท่อเข้าด้วยกัน</p> <p>6) การติดตั้งท่อข้างซ้ายมือ</p> <p>- ดึงฝาครอบท่อน้ำทิ้งที่ด้านขวาของเครื่องภายใน จับปลายส่วนโค้งของฝาครอบท่อน้ำ แล้วดึงออก</p>			
 <p>ภาพที่ 7.8 ดึงฝาครอบท่อน้ำทิ้งออก</p>			
 <p>ภาพที่ 7.9 ควรใช้แผ่นยึดฝาหลังของเครื่อง</p>			
<p>- หากท่อต่อระหว่างเครื่องวางไม่ให้เครื่องด้านในสวมเข้ากับแผ่นยึดฝาหลังของ เครื่องได้อย่างแน่นหนา ให้ตัดชิ้นส่วนที่ยึดท่อที่อยู่ด้านหลังของเครื่องตัวใน แล้วยึด ท่อด้วยชิ้นส่วน หลังจากนั้นสวมเครื่องตัวในเข้ากับแผ่นยึดฝาหลังของเครื่อง</p>			
 <p>ภาพที่ 7.10 การรวมท่อให้ออกด้านหลัง</p>			

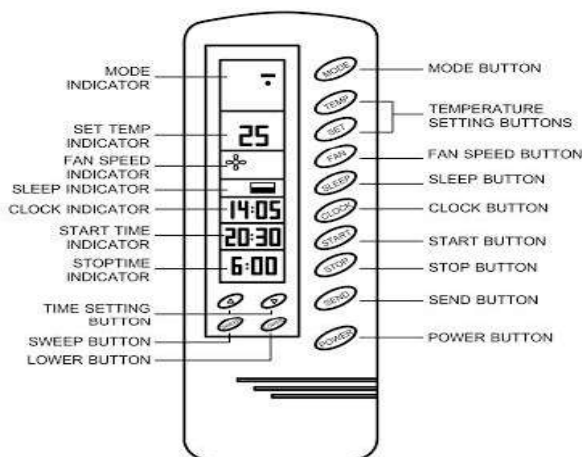
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 244
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
<p>สำหรับกรณีออกทางด้านหลัง ด้านขวา หรือด้านล่าง</p> <ul style="list-style-type: none"> - รวบท่อสารทำความเย็น และท่อน้ำทิ้งเข้าด้วยกัน แล้วพันด้วยเทปสำหรับพันท่อ - สอดท่อสารทำความเย็น และท่อน้ำทิ้งผ่านปลอกสวมรูบนผนัง แล้วเกี่ยวส่วน ด้านบนของเครื่องติดตั้งภายในบนแผ่นยึดฝาหลังของเครื่อง - ตรวจสอบความแน่นหนาของเครื่องติดตั้งภายในที่อยู่บนแผ่นยึดฝาหลังของเครื่อง โดย การขยับไปมาจากข้างหนึ่งไปอีกข้างหนึ่ง - ดันส่วนล่างของเครื่องติดตั้งภายในเข้าบนแผ่นยึดฝาหลังของเครื่อง <p>อย่าให้ท่อน้ำทิ้งคดงอ ช่องสำหรับเดินท่อ</p>  <p>ภาพที่ 7.11 การรวมท่อให้ออกด้านหลัง</p> <p>สำหรับการเดินท่อด้านซ้ายหรือด้านหลังซ้าย</p> <ul style="list-style-type: none"> - รวบท่อสารทำความเย็นและท่อน้ำทิ้งเข้าด้วยกัน แล้วพันด้วยเทปสีกหลาด  <p>ภาพที่ 7.12 ตำแหน่งที่ท่อน้ำทิ้งออก</p>			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 245
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
<p>7) การปิดรูผนัง และการยึดท่อเข้ากับผนัง</p> <ul style="list-style-type: none"> - ออกช่องว่างระหว่างรูท่อด้วยดินสำหรับอุดรูบนผนัง - ทำเครื่องหมายในตำแหน่งที่ต้องการยึดท่อ - ใช้ส่วนไฟฟ้าเจาะผนัง และใส่พุกพลาสติกขนาด 6 มิลลิเมตร - เจาะผนังเป็นช่อง ๆ ห่างกันระยะประมาณ 100 – 120 เซนติเมตร หรือตามความเหมาะสม - ยึดท่อเข้ากับผนังด้วยสายรัดท่อน้ำยา <div style="text-align: center;">  </div> <p>ภาพที่ 7.13 การปิดรูท่อและการยึดผนัง</p>			
<p>8) ทำสุญญากาศระบบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ต่อชุดแมนิโฟลด์เกจเข้ากับวาล์วบริการ - เปิดวาล์วทั้งคู่ของแมนิโฟลด์เกจ (ทวนเข็มนาฬิกา) - ต่อสายท่อกกลางของแมนิโฟลด์เกจเข้ากับปั๊มสุญญากาศ - เดินสายเครื่องปั๊มสุญญากาศ - เข้มความดันของเกจวัดความดันต่ำเริ่มลดต่ำกว่าตำแหน่ง 0 (ส่วนเกจวัดความดันสูงจะไม่สามารถอ่านค่าได้) - เมื่อเข็มของเกจวัดความดันต่ำอ่านค่าถึง -29.92 นิ้วปรอทให้ทำการตรวจข้อต่อต่าง ๆ ใหม่ ๆ - ถ้าเข็มของเกจวัดความดันต่ำไม่สามารถลดลงถึง -29.92 นิ้วปรอทให้ทำการตรวจข้อต่อต่าง ๆ ใหม่ทั้งหมด - ถ้าค่าเกจทางสุญญากาศที่อ่านได้ไม่เป็นที่น่าพอใจให้หมุนวาล์วทั้งคู่ของแมนิโฟลด์เกจอยู่ในตำแหน่งปิดถ้าความดันสูงขึ้น (แต่ยังต่ำกว่า 0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) แสดงว่าระบบรั่วให้หยุดเครื่องปั๊มสุญญากาศแล้วค้นหาที่รั่วและซ่อมใหม่ 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 246
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
<ul style="list-style-type: none"> - ถ้าค่าเกจทางสุญญากาศคงที่อยู่ ในขณะที่วาล์วทั้งคู่ของแมนิโฟลด์เกจอยู่ในตำแหน่งปิด แสดงว่าปั๊มสุญญากาศไม่ดีพอ - ภายหลังจากเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ 45 นาทีแล้ว ปิดวาล์วทั้งคู่ของแมนิโฟลด์เกจ - หยุดเครื่องปั๊มสุญญากาศ - ขณะนี้ทำระบบสุญญากาศเรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งจะชำระจรรยาบรรณความเย็นเข้าในระบบต่อไป <p>9) เติมน้ำยา และทดสอบเดินเครื่อง</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปิดวาล์วด้าน HIGH และปิดวาล์วทางด้าน LOW - ต่อสายสีฟ้าของแมนิโฟลด์เกจเข้ากับเซอร์วิสวาล์ว - เสียบสายสีเหลืองเข้ากับถังน้ำยา แล้วทำการไล่อากาศภายในสายออกก่อน - เปิดวาล์วด้าน LOW และปล่อยน้ำยาเข้าระบบ แล้วเปิดแอร์รอให้คอนเดนซิ่งยูนิททำงาน - เติมน้ำยา และคอยปิดวาล์วด้าน LOW เป็นระยะ เพื่ออ่านค่าความดันน้ำยาว่ามีปริมาณน้ำยาเข้าไปในระบบเพียงพอหรือยัง โดยจะต้องเติมน้ำยาให้อยู่ในเกณฑ์ 60-70 psi - หลังจากเติมน้ำยาได้ตามเกณฑ์ให้สังเกตพัดลมคอยล์ร้อน เป่าลมร้อนได้ทั่วแผง ที่ท่อชุดชั้นมี <p>ไอน้ำเกาะกระแสมของคอมเพรสเซอร์ขณะทำงานไม่เกินพิกัดกระแสมตามเนมเพลต และชุดแฟนคอยล์ยูนิท เป่าลมเย็นออกดีแล้วให้ทำการถอดสายแมนิโฟลด์เกจออก แล้วทำการปิดเซอร์วิสวาล์ว</p> <p>ข้อควรระวัง</p> <p>อย่าเติมน้ำยามากจนเกินกระแสมพิกัดของคอมเพรสเซอร์จะทำให้คอมเพรสเซอร์เกิดความเสียหายได้</p> <p>1.2 การเดินเครื่อง</p> <p>มีขั้นตอน ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ก่อนทำการเดินเครื่องเพื่อทดสอบ ให้ตรวจเช็คว่เดินสายไฟผิดหรือไม่อีกครั้ง การเดินสายไฟผิดจะทำให้เครื่องไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ หรืออาจมีผลให้ฟิวส์ขาดไม่สามารถทำงานได้ 2) เสียบปลั๊กไฟเข้ากับเต้าเสียบและ/หรือเปิดเบรกเกอร์ ตรวจเช็คว่ไฟ LED ทุกดวงไม่ติดสว่างขึ้น ถ้าไฟกะพริบ ให้ตรวจเช็คว่ติดตั้งบานเกล็ดปรับทิศทางลมขึ้น - ลงได้ถูกต้องหรือไม่ ให้ดูรายละเอียดจากคู่มือการใช้งาน 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 247
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง
<p>3) การเดินเครื่องเพื่อทดสอบสามารถเริ่มได้ ด้วยการกดปุ่มสวิตช์ Emergency Operation เมื่อปุ่มสวิตช์ Emergency Operation ถูกกดแล้วการเดินเครื่องทดสอบจะเริ่มขึ้น (เครื่องจะทำงานอย่างต่อเนื่อง) ไปในระยะเวลา 30 นาที ในช่วงระหว่างนี้เทอร์โมสตัทจะไม่ทำงาน และหลังจาก 30 นาทีผ่านไปแล้ว เครื่องก็จะเริ่มทำงานในแบบฉุกเฉิน (Emergency Operation) ที่อุณหภูมิที่ได้ตั้งไว้ที่ 24 องศาเซลเซียส ในแบบทำความเย็นให้ทำการเดินเครื่องเพื่อทดสอบ ตามลำดับต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - กดปุ่มสวิตช์ทำงานฉุกเฉิน (Emergency Operation) กดสวิตช์ครั้งเดียว Emergency Cool Mode (ระบบการทำงานแบบฉุกเฉินในระบบทำความเย็น) จะเริ่มทำงานหลังจากการเดินเครื่องทดสอบเป็นเวลา 30 นาที - กดอีก 1 ครั้ง จะเป็นการยกเลิก <p>1.3 การตรวจสอบสัญญาณ (แสงอินฟราเรด)</p> <p>รับการสั่งงานของรีโมทคอนโทรล</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ก่อนที่จะทดสอบรีโมทคอนโทรลต้องใส่แบตเตอรี่ให้ถูกต้อง และกดปุ่ม Reset เพื่อล้างข้อมูลการตั้งค่า 2) กดปุ่ม On/Off ที่รีโมทคอนโทรล และตรวจสอบดูว่าได้ยินเสียงการรับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรล 3) กดปุ่ม On/Off อีกครั้งเพื่อปิดเครื่องปรับอากาศ เมื่อเครื่องภายในทำงานโดยคำสั่งจากรีโมทคอนโทรล การทดลองเดินเครื่องกับการทำงานในระบบเหตุฉุกเฉินจะถูกยกเลิกโดยคำสั่งจากรีโมทคอนโทรล 4) เพื่อเป็นการรักษาและป้องกันเครื่องปรับอากาศ ถ้าตัวคอมเพรสเซอร์หยุดการทำงาน และต้องการให้ทำงานใหม่ให้รอประมาณ 3 นาที 5) สังเกตการทำงานของเครื่องปรับอากาศตามคำสั่งของรีโมทคอนโทรล ดังนี้ 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 248
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : 6 ชั่วโมง	




ภาพที่ 7.14 รีโมทคอนโทรล


- กดปุ่ม Mode เพื่อตั้งค่าสั่งเลือกระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศในระบบ Fan, Cool และ Dry โดยการใช้อุปกรณ์ปรับอากาศควรเลือกระบบ Cool
- กดปุ่ม Temperature Setting + หรือ - เพื่อเพิ่มหรือลดอุณหภูมิตามที่ต้องการ
- กดปุ่ม Fan เพื่อเลือกระบบของพัดลม เป็นระบบอัตโนมัติ หรือปรับระดับความเร็วของพัดลมให้สูงขึ้นตามต้องการ
- กดปุ่ม Clock เพื่อตั้งนาฬิกาของรีโมท
- กดปุ่ม Start เพื่อตั้งเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติ
- กดปุ่ม Stop เพื่อตั้งเวลาปิดเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติ
- กดปุ่ม Send เพื่อส่งข้อมูลการตั้งค่าของปุ่ม Clock, Start และ Stop ไปยังเครื่อง
- กดปุ่ม Sweep เพื่อเปิดหรือปิดระบบกระจายลมเย็น ด้วยการส่ายช่องลม
- กดปุ่ม Lower เพื่อปรับมุมของการกระจายลมเย็น

○ การตรวจสอบกระแสไฟฟ้า

1.4 การตรวจสอบกระแสไฟฟ้า

การวัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่เครื่องปรับอากาศจะใช้คลิป์แอมป์ โดยก่อนทำการวัดจะต้องปรับปุ่มเลือกสเกล มายังช่องแอมป์ (หรือ ACA) เสียก่อน โดยให้มาอยู่ช่องที่มีค่าสูง ๆ ก่อน เพื่อป้องกันเครื่องมือชำรุด จากนั้นให้นำก้ามปูคล้องสายที่จะวัดเพียงเส้นเดียวและอ่านค่าที่หน้าปัด ค่าที่วัดได้ จะมีหน่วยเป็นแอมป์ (A) ในการวัดแอมป์นี้จะวัดได้เฉพาะตอนที่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ทำงานอยู่เท่านั้น

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 249
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
<p>1.5 การทดสอบความดันของสารทำความเย็น</p> <p>การทดสอบความดันขอ</p> <p>งสารทำความเย็นจะใช้แมนิโพลด์เกจในการวัด โดยมีวิธีการวัด ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) หาตำแหน่งของวาล์วบริการในระบบ 2) คลายฝาครอบสำหรับต่อเข้าเกจที่วาล์วบริการอย่างช้า ๆ 3) ปิดวาล์วของแมนิโพลด์เกจทั้งคู่ 4) ต่อสายเกจเข้ากับวาล์วบริการ 5) ถ้าเป็นระบบวาล์วที่ปรับด้วยมือ ให้หมุนวาล์วตามเข็มนาฬิกา 4 รอบ 6) คลายสายที่แมนิโพลด์เกจเล็กน้อย ปล่อยสารทำความเย็นออกสัก 3 วินาที เพื่อไล่อากาศในสาย 7) อ่านค่าความดันต่ำได้ที่เกจข้างซ้ายที่มีสีน้ำเงิน และอ่านค่าความดันสูงได้ที่เกจข้างขวาที่มีสีแดง 				

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 250
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 8 การแก้ไขอาการขัดข้อง


1. ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาเบื้องต้น

ในบางกรณีอาจไม่ใช่ปัญหาของเครื่องปรับอากาศ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 8.1 ปัญหาของเครื่องปรับอากาศและคำอธิบาย


กรณี	คำอธิบาย
เครื่องปรับอากาศไม่ทำงานในทันที - เมื่อกดปุ่มเปิด / ปิด (ON/OFF) หลังจากหยุดใช้งาน - เมื่อเลือกโหมดใหม่	ผู้ใช้เครื่องควรรอประมาณ 3 นาที
ชุดคอยล์ร้อนปล่อยน้ำหรือไอน้ำออกมา	ความชื้นในอากาศควบแน่นกลายเป็นน้ำบริเวณผิวท่อที่มีความเย็นของชุดคอยล์ร้อน
มีหยดน้ำออกมาจากเครื่องคอมเพรสเซอร์	เมื่ออากาศในห้องถูกทำให้เย็นลงจนเกิดหยดน้ำจากการไหลเวียนของอากาศเย็นในระหว่างกระบวนการทำความเย็น
เครื่องปรับอากาศมีกลิ่นไม่พึงประสงค์	เกิดขึ้นเมื่อกลิ่นภายในห้องถูกดูดเข้าไปในเครื่องปรับอากาศ และปล่อยออกมาตามกระแสลม ควรทำการล้างเครื่องปรับอากาศ
พัดลมของชุดคอยล์ร้อนหมุน ขณะเครื่องปรับอากาศไม่ทำงาน	- หลังปิดเครื่องแล้ว พัดลมจะหมุนต่ออีก 60 วินาที เพื่อป้องกันระบบ - เมื่ออุณหภูมิภายนอกสูง พัดลมคอนเดนเซอร์จะทำงานเพื่อป้องกันระบบ
เครื่องปรับอากาศหยุดชะงักกะทันหัน ขณะที่สัญญาณไฟการทำงาน (Operation) สว่างอยู่	- เครื่องอาจหยุดทำงานเมื่อมีการแปรปรวนของแรงดันไฟฟ้าในปริมาณมาก - เครื่องปรับอากาศจะกลับสู่ภาวะปกติ ภายในเวลาประมาณ 3 นาที


ถ้าหากเครื่องปรับอากาศมีอาการต่อไปนี้ ควรตรวจสอบอีกครั้งก่อนที่จะเรียกช่างมาตรวจแก้ไข

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 251
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง
ตารางที่ 8.2 ปัญหาของเครื่องปรับอากาศและคำอธิบาย			
กรณี		คำอธิบาย	
เครื่องปรับอากาศไม่ทำงาน โดยที่สัญญาณไฟ การทำงาน (Operation) ดับ		<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ได้ดึงเซอร์กิตเบรกเกอร์ลง หรือฟิวส์ขาดหรือไม่ - กระแสไฟฟ้าดับหรือไม่ - มีแบตเตอรี่ในรีโมทคอนโทรลหรือไม่ - ค่าตั้งเวลาถูกต้องหรือไม่ 	
การทำความเย็นไม่มีประสิทธิภาพ		<ul style="list-style-type: none"> - ตัวกรองอากาศสะอาดหรือไม่ - มีสิ่งกีดขวางช่องดูดอากาศ ช่องระบายอากาศ ของชุดคอยล์เย็น และชุดคอยล์ร้อนหรือไม่ - การตั้งค่าอุณหภูมิถูกต้องหรือไม่ - ปิดหน้า และประตูหรือไม่ - ตั้งค่าแรงลมและทิศทางลมถูกต้องหรือไม่ 	
เครื่องหยุดทำงานกะทันหัน โดยที่สัญญาณไฟ การทำงาน (Operation) ยังกระพริบอยู่		<ul style="list-style-type: none"> - ตัวกรองอากาศสะอาดหรือไม่ - มีสิ่งกีดขวางช่องดูดอากาศ ช่องระบายอากาศ ของคอยล์เย็น และคอยล์ร้อนหรือไม่ - ให้ทำความสะอาดตัวกรองอากาศ ยกเซอร์กิตเบรกเกอร์ลง แล้วยกเซอร์กิต เบรกเกอร์ขึ้น จากนั้นใช้รีโมทคอนโทรล เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศ ถ้าสัญญาณไฟ กระพริบอยู่ ควรเรียกช่างมาตรวจซ่อม 	
การทำงานผิดปกติของฟังก์ชันในระหว่างเครื่อง ทำงาน		เครื่องปรับอากาศอาจทำงานผิดปกติ เพราะฟ้าแลบ หรือคลื่นวิทยุ ให้ดึงเบรกเกอร์ลงแล้วยกขึ้นใหม่อีก ครั้ง จากนั้นเปิดใช้งานเครื่องด้วยรีโมทคอนโทรล	

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 252
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
การแก้ไขข้อขัดข้องในเครื่องปรับอากาศ ตารางที่ 8.3 อาการของเครื่องปรับอากาศ การตรวจหาสาเหตุ และวิธีการแก้ไข				
	อาการ	ตรวจหาสาเหตุ	วิธีการแก้ไข	
เครื่องปรับอากาศทำงานตามปกติ แต่ให้ ความเย็นน้อย	ตรวจสอบว่ามีสิ่งใดบังลมที่ระบายความร้อนของชุดคอยล์ร้อน	ให้เอาสิ่งที่ยังลมออก		
	ตรวจสอบดูกรองอากาศว่า ไม่มีผงอุดตัน	ล้างและทำความสะอาด		
	ตรวจสอบการรั่วของ สารทำความเย็น	ซ่อมจุดรั่วแล้วทำการเติมสารทำความเย็น		
	ตรวจสอบปริมาณความเย็นที่ได้ว่าเพียงพอ หรือไม่ (โดยการคำนวณ)	ถ้าไม่เพียงพอให้เพิ่มเครื่องปรับอากาศ อีก 1 เครื่อง หรือเปลี่ยน เครื่องปรับอากาศที่ให้ปริมาณความ เย็นที่เหมาะสมกับขนาดห้อง		
	ตรวจสอบดูตำแหน่งอุดตันของ สารทำความเย็นในระบบ	แก้ไขจุดที่มีการอุดตันในระบบ		
เครื่องไม่ทำงานทั้งชุด	ตรวจสอบว่ามีกระแสไฟเข้าเครื่องหรือไม่ ตรวจสอบฟิวส์ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ ตรวจสอบเต้ารับว่าเสียบแน่นดีหรือไม่	เปลี่ยนฟิวส์หรือรีเซ็ตเซอร์กิตเบรกเกอร์		
	ตรวจสอบดูสายไฟฟ้าว่าขาดตอนหรือไม่	ทำการซ่อมสายไฟใหม่		
พัดลมของชุดคอยล์เย็นไม่หมุน	ตรวจสอบดูสวิทช์ปรับรอบของพัดลม	เปลี่ยนพัดลมถ้าเสีย		
	ตรวจสอบลูกปืนของมอเตอร์พัดลมว่าเสีย หรือไหม้	เปลี่ยนใหม่		
	ตรวจสอบขดลวดของมอเตอร์พัดลมว่าขาด หรือไม่	เปลี่ยนใหม่		
	ตรวจสอบคาปาซิเตอร์ของพัดลม	เปลี่ยนใหม่		

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 253
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : 6 ชั่วโมง	
อาการ	ตรวจหาสาเหตุ	วิธีการแก้ไข		
		พัฒลมของชุดคอยล์ร้อนไม่หมุน	ตรวจสอบลูกปืนของมอเตอร์พัฒลมว่า เสียหรือไม่	เปลี่ยนใหม่
		ตรวจสอบขดลวดของมอเตอร์พัฒลมว่า ขาดหรือไม่	เปลี่ยนใหม่	
		ตรวจสอบคาปาซิเตอร์ของพัฒลม	เปลี่ยนใหม่	
คอมเพรสเซอร์ไม่เดิน	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าขณะที่เครื่องเริ่ม ออกตัวว่าต่ำไปหรือไม่	ปรับเปลี่ยนสายไฟให้ได้ขนาด หรือแก้ไขแรงดันไฟฟ้าให้ เท่ากับพิกัดแรงดันที่ เครื่องปรับอากาศต้องการ		
	ตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันโหลดเกินว่า เสียหรือไม่	เปลี่ยนใหม่		
	ตรวจสอบ Cap.S และ Cap.R ว่าเสีย หรือไม่	เปลี่ยนใหม่		
	ตรวจสอบการลัดวงจรของตัว คอมเพรสเซอร์	เปลี่ยนใหม่		
คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์พัฒลมชุด คอยล์ร้อน และชุดคอยล์เย็นเดินพร้อม กันเมื่อเปิดสวิทช์	ตรวจสอบว่าสวิทช์อยู่ถูกตำแหน่ง หรือไม่	เปลี่ยนสวิทช์ใหม่		
	ตรวจสอบตัวควบคุมอุณหภูมิว่าตั้งไว้ที่ ตำแหน่งอุณหภูมิสูงหรือเปล่า	ปรับตำแหน่งให้ถูก		
	ตรวจสอบว่าตัวควบคุมอุณหภูมิอยู่ใน สภาพดีหรือไม่	เปลี่ยนใหม่		
	ตรวจสอบขดลวด และคอนแทค ของแมคเนติกว่าดีหรือไม่	เปลี่ยนใหม่		
เครื่องเดินแต่มีเสียงผิดปกติ	ตรวจสอบว่าสารหลวมหรือไม่	ชนให้แน่น		
	ตรวจสอบการติดตั้งว่าเรียบร้อยหรือไม่	แก้ไขข้อบกพร่องอันเนื่องจาก การติดตั้ง เช่น ไม่ใส่ยางรอง กันสั่น		
	ตรวจสอบการระบายความร้อน	แก้ไขข้อบกพร่อง		
น้ำหยดลงมาจากเครื่อง	ตรวจสอบที่น้ำทิ้งว่าตันหรือไม่	ทำความสะอาดที่น้ำทิ้ง		
	ตรวจสอบว่าน้ำไหลในท่อทิ้งหรือไม่	แก้ไขการลาดเอียงของท่อ		

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 254																
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก																		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ																		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 :ป.6 ชั่วโมง																	
<p>1. การเตรียมการ</p> <p>1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล</p> <p>สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถุงมือผ้า - รองเท้านิรภัย - ชุดปฏิบัติการช่าง <p>1.2 รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน</p> <p>1.3 การเตรียมสถานที่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ให้มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือวัสดุอันตราย เช่น สายไฟฟ้าวางกีดขวางอยู่ 2. ดูแลไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในบริเวณปฏิบัติงาน 3. เตรียมชุดปฐมพยาบาลเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน 4. รับทราบจุดที่ตั้งของอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น <p>1.4 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">1. เครื่องปรับอากาศ</td> <td style="text-align: right;">จำนวน 1 เครื่อง</td> </tr> <tr> <td>2. มัลติมิเตอร์</td> <td style="text-align: right;">จำนวน 1 เครื่อง</td> </tr> <tr> <td>3. แมนิโพลด์เกจ</td> <td style="text-align: right;">จำนวน 1 เครื่อง</td> </tr> <tr> <td>4. แคลมป์ออนมิเตอร์</td> <td style="text-align: right;">จำนวน 1 เครื่อง</td> </tr> <tr> <td>5. ไขควงแฉก</td> <td style="text-align: right;">จำนวน 1 ตัว</td> </tr> <tr> <td>6. ไขควงแบน</td> <td style="text-align: right;">จำนวน 1 ตัว</td> </tr> <tr> <td>7. ประแจเลื่อน ขนาด 6 นิ้ว</td> <td style="text-align: right;">จำนวน 1 ตัว</td> </tr> <tr> <td>8. คีมช่างไฟฟ้า</td> <td style="text-align: right;">จำนวน 1 ตัว</td> </tr> </table> <p>หมายเหตุ ตรวจสอบเครื่องมือว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ หากพบว่าเครื่องมือชิ้นใดชำรุด ให้รายงานครูฝึกให้ทราบ</p> <p>1.5 การเตรียมวัสดุต่อผู้รับการฝึก 1 คน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ใบบันทึกผลการตรวจสอบ จำนวน 1 แผ่น 					1. เครื่องปรับอากาศ	จำนวน 1 เครื่อง	2. มัลติมิเตอร์	จำนวน 1 เครื่อง	3. แมนิโพลด์เกจ	จำนวน 1 เครื่อง	4. แคลมป์ออนมิเตอร์	จำนวน 1 เครื่อง	5. ไขควงแฉก	จำนวน 1 ตัว	6. ไขควงแบน	จำนวน 1 ตัว	7. ประแจเลื่อน ขนาด 6 นิ้ว	จำนวน 1 ตัว	8. คีมช่างไฟฟ้า	จำนวน 1 ตัว
1. เครื่องปรับอากาศ	จำนวน 1 เครื่อง																			
2. มัลติมิเตอร์	จำนวน 1 เครื่อง																			
3. แมนิโพลด์เกจ	จำนวน 1 เครื่อง																			
4. แคลมป์ออนมิเตอร์	จำนวน 1 เครื่อง																			
5. ไขควงแฉก	จำนวน 1 ตัว																			
6. ไขควงแบน	จำนวน 1 ตัว																			
7. ประแจเลื่อน ขนาด 6 นิ้ว	จำนวน 1 ตัว																			
8. คีมช่างไฟฟ้า	จำนวน 1 ตัว																			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 255
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ๒.6 ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 9 การป้องกันความชื้น

1. การป้องกันความชื้น การหุ้มฉนวน บุฉนวน และอุดรอยต่อ

เนื่องจากในประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อนชื้น จึงมีการใช้ระบบปรับอากาศภายในอาคารกันมาก ซึ่งปัญหาการเกิดหยดน้ำ (Condensation) บนผิวฉนวนที่หุ้มท่อน้ำความเย็นเป็นปัญหาที่พบได้บ่อย และมักสร้างปัญหาต่าง ๆ ตามมามากมาย เช่น ทำให้ฝ้าเสียหาย มีรอยคราบไม่สวยงาม หรือบางกรณีเป็นเชื้อราที่กลิ่นอับชื้น รวมทั้งอาจมีผลต่อระบบไฟฟ้าเพอร์นิเจอร์ ส่งผลให้สูญเสียรายจ่ายในการแก้ไขซ่อมแซมจำนวนมาก จากปัญหาดังกล่าว สามารถแบ่งเป็นสาเหตุ ได้ดังนี้

- 1) การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็น การติดตั้งท่อสารทำความเย็นที่ไม่ประณีต หรือไม่ได้หุ้มฉนวน
- 2) การติดตั้งตามข้อโค้ง งอ หรือรอยต่อต่าง ๆ ทำให้ท่อน้ำความเย็นบางส่วนไม่มีการหุ้มฉนวน นอกจากนี้อาจเกิดจากการฉีกขาดของฉนวน
- 3) การไม่ใช้ฉนวนชนิดแข็งรองรับตรงจุดแขวนทำให้ฉนวนบางลง
- 4) การติดตั้งที่ทำให้ฉนวนชิดกับผนัง ฝ้า ท่อส่งลม แม้กระทั่งท่อที่หุ้มฉนวนด้วยตัวเอง ทำให้ไม่มีการไหลเวียนของอากาศรอบท่อน้ำเย็นที่หุ้มฉนวน


ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ หรือแอร์แบบแยกส่วน ท่อทองแดงที่ใช้สำหรับเป็นท่อทางเดินของสารทำความเย็น หรือท่อน้ำ ส่วนที่เชื่อมต่ออยู่ระหว่างชุดคอยล์ร้อน และชุดคอยล์เย็น จะต้องมีการหุ้มฉนวนให้กับท่อนในส่วนนี้ โดยการหุ้มฉนวนนั้นถือได้ว่าเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญ และจะขาดไม่ได้ในการติดตั้งท่อแอร์


ฉนวนยางหุ้มท่อแอร์



ภาพที่ 9.1 ฉนวนยางดำหุ้มท่อแอร์

ฉนวนยางดำที่ใช้งานกันนี้เป็ฉนวนชนิดท่อที่ผลิตจากยางอีลาสโตเมอร์ ชนิดพิเศษ (EPDM) โดยโครงสร้างภายในของฉนวน จะประกอบไปด้วยเซลล์อิสระซึ่งมีผนังกันรวมอยู่เป็นจำนวนมาก และภายในเซลล์แต่ละเซลล์นี้ก็จะบรรจุด้วยอากาศแห้ง คล้ายกับฟองอากาศนับล้านที่อัดแน่นกันอยู่ ด้วยคุณลักษณะดังกล่าวจึงมีคุณสมบัติพื้นฐานในการเป็นฉนวนกันความร้อน

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 256
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : 6 ชั่วโมง	
<p>คุณสมบัติของฉนวนที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานเดินท่อเครื่องปรับอากาศ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีค่าการดูดซึมน้ำ และการซึมผ่านของไอน้ำ ซึ่งมาจากความชื้นในบรรยากาศ ที่ต่ำมาก - มีค่าสัมประสิทธิ์ ของการนำความร้อนที่ต่ำมากเพียง 0.038W/ mk - มีความคงทนต่อ รังสีอัลตราโอเลต UV มาจากแสงอาทิตย์ได้ดี - มีความยืดหยุ่นสูง สามารถโค้งงอไปตามลักษณะท่อได้ง่าย <p>จากคุณสมบัติขั้นต้นที่กล่าวมาฉนวนยางดำจึงมีความเป็นฉนวนที่เหมาะสมอย่างยิ่ง สำหรับหุ้มท่อน้ำเย็นของเครื่องปรับอากาศระบบซิลเลอร์ (Chilled Water Cooling System) ซึ่งเป็นระบบทำความเย็นขนาดใหญ่ และเหมาะที่จะนำมาหุ้มท่อน้ำยาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) เพื่อลดการสูญเสียความเย็นโดยเปล่าประโยชน์ ทำให้เครื่องทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และยังช่วยป้องกันการเกิดหยดเหงื่อ (Condensation) ซึ่งก็คือ หยดน้ำที่กลั่นตัวจากความชื้นในอากาศได้อีกด้วย แม้ในปัจจุบันเรามักพบเห็นการนำฉนวนสีขาวมาใช้ในการหุ้มท่อแอร์มากขึ้น ซึ่งฉนวนสีขาวนี้มักจะถูกหุ้มมาพร้อมกันชุดท่อแบบสำเร็จ (ท่อแบบพร้อมใช้งาน) เป็นท่อที่ผู้ผลิตได้ให้มาพร้อมกับชุดเครื่องปรับอากาศ</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>ภาพที่ 9.2 ฉนวนสีขาว ที่นิยมให้มาพร้อมกับการซื้อเครื่องปรับอากาศ</p> <p>ในด้านคุณสมบัติของฉนวนสีขาว และสีดำโดยภาพรวมแล้วก็มีคุณภาพในการเป็นฉนวนได้ดีพอกัน แต่ในบางครั้งฉนวนสีขาวก็อาจจะมีข้อดีน้อยกว่าฉนวนสีดำอยู่เล็กน้อยเพราะมีความหนาของส่วนที่เป็นฉนวนที่น้อยกว่า รวมไปถึงการคงรูปของฉนวนยังทำได้ไม่ดีเท่ากับฉนวนสีดำ การติดตั้งจึงต้องหุ้มฉนวนด้วยเทปไวนิล เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพที่เกิดจากรังสียูวี</p> <p>วัตถุประสงค์หลักของการหุ้มฉนวนให้กับท่อแอร์ ในกรณีของแอร์แบบแยกส่วนที่ใช้กันทั่วไปนั้นก็เพื่อป้องกันการสูญเสียความเย็นโดยเปล่าประโยชน์ในระหว่างทางซึ่งยังทำให้แอร์ทำงานหนักขึ้นโดยไม่จำเป็นอีกด้วย และยังป้องกันการเกิดหยดน้ำที่ผิวท่อ</p>			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 257
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

ท่อน้ำยาแบบที่ต้องหุ้มฉนวนไว้ทั้งสองท่อ

กรณีของการเดินท่อน้ำยาที่ต้องหุ้มฉนวนไว้ทั้งสองท่อ จะเป็นกรณีที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศแบบที่ติดตั้งอุปกรณ์ลดแรงดันน้ำยาไว้ที่ส่วนของชุดคอยล์ร้อน ซึ่งก็ได้แก่เครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง (Wall Type) เพราะว่าแอร์แบบติดผนังมีการออกแบบให้อุปกรณ์ลดแรงดันน้ำยาเป็นท่อรูเข็ม (Cap Tube) ติดตั้งอยู่ด้านในของชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) จึงทำให้น้ำยาแอร์ที่ไหลออกมาจากแผงควบแน่นเข้าสู่กระบวนการลดแรงดันทันที และเกิดระเหยขึ้นหลังจากที่ออกมาจากอุปกรณ์ลดแรงดัน

ท่อน้ำยาแอร์แบบที่หุ้มฉนวนเพียงท่อเดียว


สำหรับแอร์ แบบตั้ง/แขวน (Floor/Ceiling Floor), แบบตู้ตั้งพื้น (Floor Standing Type) รวมทั้งแอร์แบบติดเพดาน

การติดตั้งฉนวนหุ้มท่อ

การติดตั้งฉนวนหุ้มท่อแอร์นั้น หากเป็นท่อแอร์ที่ได้หุ้มฉนวนมาพร้อมแต่แรก จะต้องสวมฉนวนเข้ากับท่อทองแดงก่อนที่จะถูกต่อเข้ากับตัวเครื่อง หลีกเลี่ยงการหุ้มให้กับท่อ โดยใช้วิธีการกรีดเพื่อผ่าฉนวนออกตามยาว เพราะคุณสมบัติของฉนวนจะเสียไป

การซ่อมแซมฉนวนที่ฉีกขาด หรือการปะฉนวนที่ถูกกรีดตามแนวยาว ควรใช้ฉนวนชนิดเทปที่มาพร้อมกับกาวในตัวติดเข้าไปในจุดที่ฉีกขาด หรือใช้บริเวณที่ฉนวนต่างชนิดมาเจอกัน

การพันเก็บงานท่อแอร์ด้วยเทปไวนิล ควรพันให้แน่นแบบพอประมาณ ไม่ควรพันรัดแน่นจนเกินไปเพราะหากพันแน่นเกินไป จะทำให้ช่องว่างที่เป็นช่องอากาศภายในเนื้อฉนวนถูกบีบจนแบน และมีผลให้คุณสมบัติของการเป็นฉนวนเสียไปจากเดิม ความสามารถในการป้องกันการสูญเสียความเย็นอาจจะไม่ได้ดีเท่าที่ควร สังเกตง่าย ๆ หากท่อแอร์ถูกพันรวบจนแน่นเกินไป ในขณะที่แอร์ทำงานจะเห็นได้ชัดว่ามีหยดน้ำจำนวนมากเกาะรอบ ๆ ผิวนอกของท่อแอร์ ซึ่งก็เป็นผลมาจากความเย็นจากท่อได้ผ่านฉนวนออกมา เพราะว่าฉนวนถูกรัดจนคุณสมบัติความเป็นฉนวนส่วนหนึ่งเสียไป

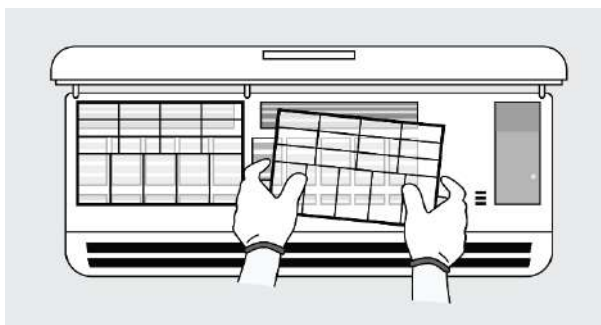
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 258
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

หัวข้อวิชาที่ 10 การบำรุงรักษาเครื่อง

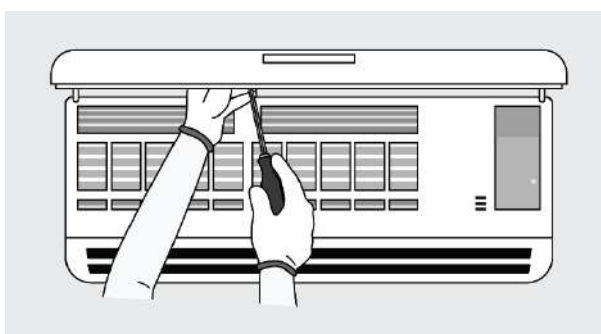
การบำรุงรักษาเครื่อง เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำเพื่อให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ และสามารถใช้งานได้ยาวนาน โดยการบำรุงรักษาเครื่องแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. แพนคอยล์ยูนิต (คอยล์เย็น)

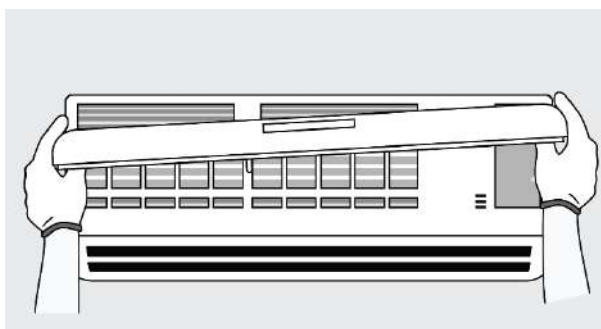
- 1) เปิดหน้ากากออก ใช้มือทั้งสองข้างดึงแผ่นกรองอากาศออกมา




- 2) ชั้นสกรูที่ยึดตัวรับสัญญาณรีโมทคอนโทรลเครื่อง ออกจากหน้ากาก

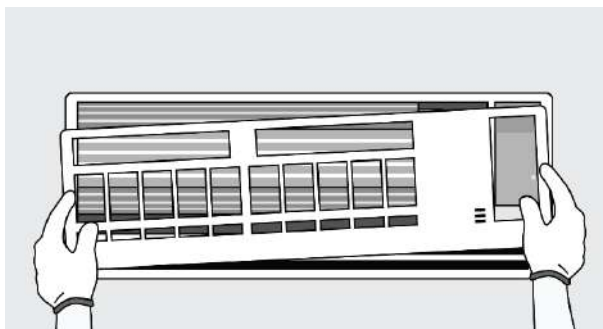


- 3) ชั้นสกรูที่ยึดหน้ากากคอยล์เย็น

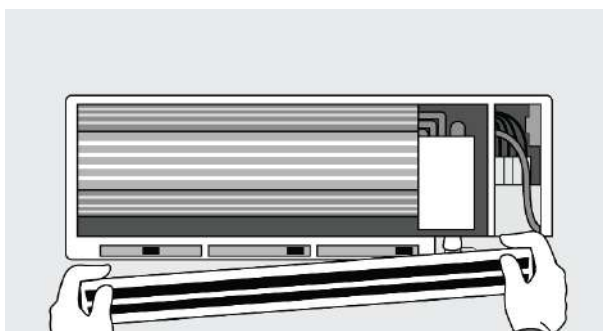


	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 259
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

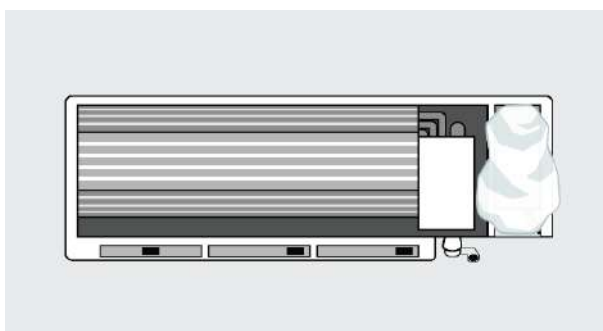
4) ถอดฝาครอบกลางออก


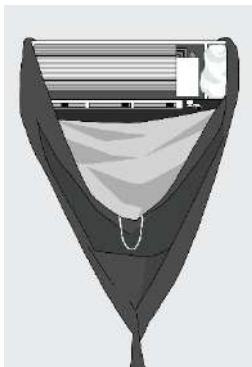
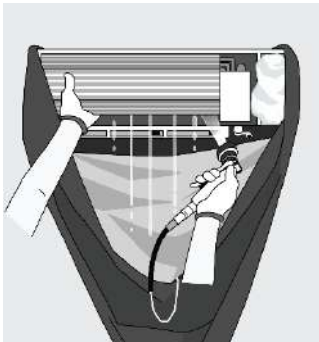




5) ชั้นสกปรกที่ลื้อกถาดน้ำทิ้ง ถอดมอเตอร์สวิงออก ปลดลื้อกถาดน้ำทิ้ง ดึงออกมาทำความสะอาด



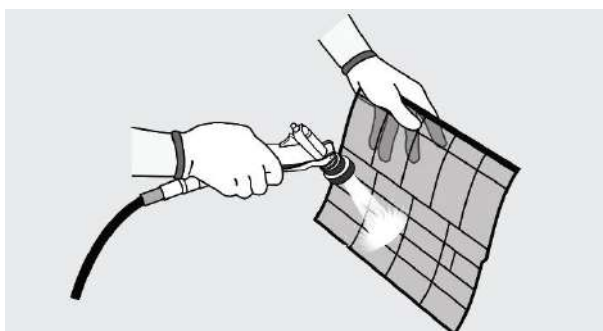
6) ปิดฝาครอบวงจรไฟฟ้า ใช้ถุงพลาสติกครอบให้มิดชิด



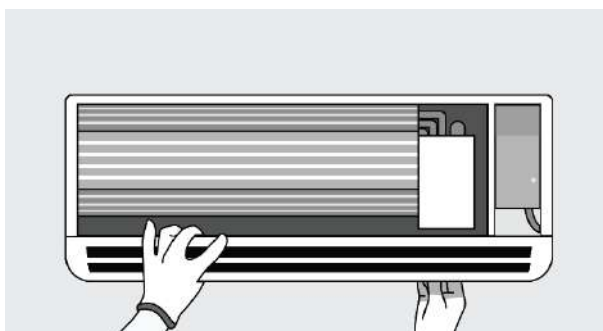
	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 260
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง
<p>7) ชิงผ้าพลาสติกคลุมใต้แอร์ให้พาดลงมาในถังพลาสติก เพื่อไม่ให้น้ำกระเด็นติดกำแพงหรือหยดลงพื้น หรือ เลือกอีกหนึ่งเทคนิคให้หาแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด หรือ แผ่นผ้าใบรองใต้แอร์ ให้น้ำที่ไหลจากแอร์ลงมา เอนลาดออกไปด้านนอก ซึ่งวิธีหลังนี้ใช้ได้ในกรณีแอร์ติดตั้งอยู่เหนือหน้าต่าง</p> 			
<p>8) ฉีดล้างด้วยปืนน้ำแรงดันสูงให้ทั่วแผงคอยล์เย็น</p> 			
<p>9) ใช้โบลว์เวอร์เป่าแผงคอยล์ และแผงไฟฟ้าให้แห้งสนิท</p> 			

	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 261
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

- 10) ฉีดน้ำล้าง ใช้แปรงและผงซักฟอกขัดแผ่นกรองอากาศ ถาดน้ำทิ้ง หน้ากาก ฝาครอบกลาง แผ่น
 เกล็ดกระจายลม จากนั้นใช้โบล์เวอร์เป่าให้แห้งสนิท



- 11) ประกอบชิ้นส่วนกลับเข้าที่ โดยเริ่มจากใส่แผ่นเกล็ดกระจายลม และส่วนอื่น ๆ

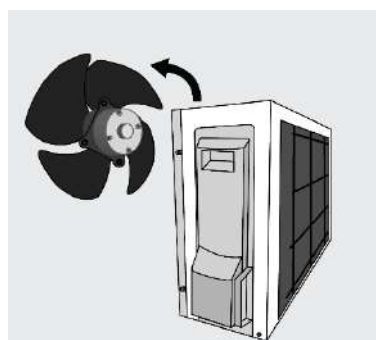
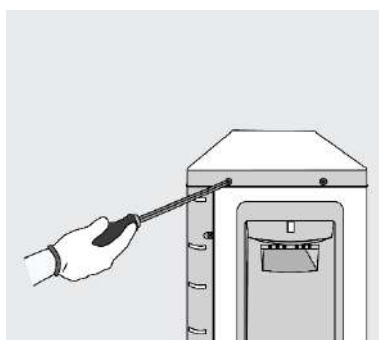



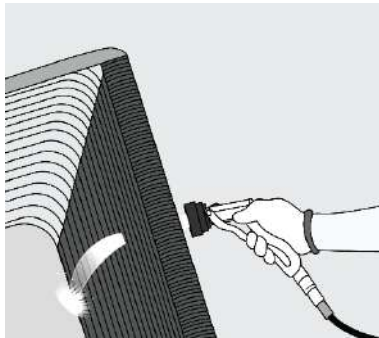
หมายเหตุ


สับคัทเอ๊าท์ ตัดไฟ ทุกครั้งก่อนล้างทำความสะอาด

2. คอนเดนซิ่งยูนิต (คอยล์ร้อน)

- 1) ถอดส่วนโครงของคอยล์ร้อนออก และแยกพัดลมมอเตอร์ออกมาทำความสะอาด



	ใบข้อมูล	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 262
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง
<p>1) ใช้แผ่นพลาสติกคลุมส่วนประกอบที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อป้องกันความเสียหาย ก่อนใช้น้ำฉีดทำความสะอาด</p> <p>2) ใช้เครื่องเป่าน้ำแรงดันสูง ฉีดน้ำทำความสะอาดบริเวณแผง และครีบบของคอยล์ร้อนให้สะอาด</p>  <p>3) ใช้หวีแต่งฟินคอยล์ปิดให้กลับมาตั้งฉากกับท่อคอยล์ร้อน</p> <p>4) หลังจากทำความสะอาดทั้งหมดแล้ว ควรใช้เครื่องเป่าลมเป่าให้อุปกรณ์ต่าง ๆ แห้งสนิทก่อนประกอบเข้าดังเดิม</p> <p>หมายเหตุ สับคัทเอาท์ ตัดไฟ ทุกครั้งก่อนล้างทำความสะอาด</p>			

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 1
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 :ป.1 ชั่วโมง	

**ใบงานที่ 1.1 การต่อสายไฟต่อตรงแบบเดี่ยว ต่อตรงแบบตีเกลียว ต่อตรงแบบคู่
ต่อตรงแบบหางเปีย และต่อสายไฟอ่อนเข้ากับสายไฟแข็ง**

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม


- ต่อสายไฟฟ้าแบบสายเดี่ยว สายตีเกลียว ต่อตรงแบบคู่ แบบหางเปีย และต่อสายไฟอ่อนเข้ากับสายไฟแข็งได้

2. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน

- ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 3 ชั่วโมง

3. คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกต่อสายไฟฟ้าตามแบบต่อไปนี้


1. จงต่อสายไฟฟ้าต่อตรงแบบสายเดี่ยว
2. จงต่อสายไฟฟ้าต่อตรงแบบตีเกลียว
3. จงต่อสายไฟฟ้าต่อตรงแบบคู่
4. จงต่อสายไฟฟ้าต่อตรงหางเปีย
5. จงต่อสายไฟอ่อนเข้ากับสายไฟแข็ง

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 2
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

ใบงาน

ใบงานที่ 1.4 การต่อสายไฟด้วยการบัดกรี


1. **วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**
 - ต่อสายไฟฟ้าด้วยการบัดกรีได้
2. **ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน**
 - ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 2 ชั่วโมง
3. **คำชี้แจง** ให้ผู้รับการฝึกต่อสายไฟฟ้าตามแบบต่อไปนี้
 - จงบัดกรีให้ถูกต้อง

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 3
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

ใบงาน

ใบงานที่ 1.5 การพันฉนวน

1. **วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**
 - ต่อสายไฟฟ้าด้วยการพันฉนวนได้
2. **ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน**
 - ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 1 ชั่วโมง
3. **คำชี้แจง** ให้ผู้รับการฝึกต่อสายไฟฟ้าตามแบบต่อไปนี้
 - จงพันฉนวนให้ถูกต้อง

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 4
		หน่วยงานฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	

ใบงาน

ใบงานที่ 1.1 เครื่องมือวัดงานไฟฟ้าและทดสอบงานไฟฟ้า

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

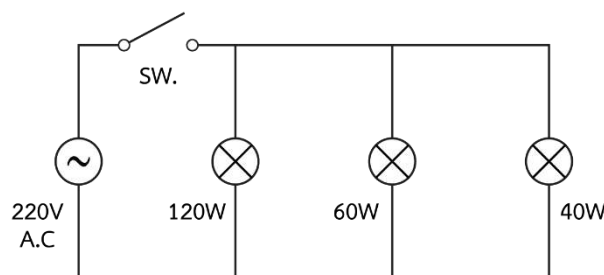
- ใช้ บำรุงรักษาเครื่องมือวัดและทดสอบงานไฟฟ้า งานเครื่องทำความเย็น และเครื่องปรับอากาศได้

2. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน

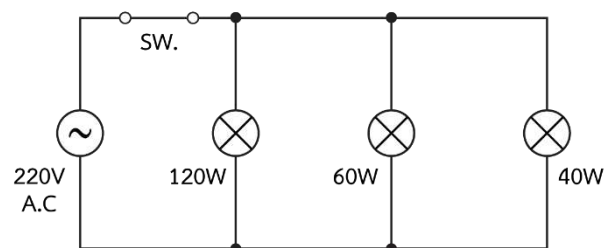
- ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 2 ชั่วโมง

3. คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกใช้เครื่องมือวัดงานไฟฟ้าและเครื่องทำความเย็น ดังนี้

1. วัดค่าความต้านทานของโหลดแต่ละตัว
2. วัดค่าแรงดันตกคร่อมที่โหลดแต่ละตัว
3. วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่โหลดแต่ละตัว
4. บันทึกผลการตรวจสอบ





รูปที่ 1



รูปที่ 2

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 5
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	
ตารางบันทึกผล				
ตารางที่ 1				
โหลด (w)		ค่าความต้านทานที่วัดได้ (Ω)		
120 W				
60 W				
40 W				
ตารางที่ 2				
	แรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้ (v)	กระแสไฟฟ้าที่อ่านได้ (A)	สถานะของหลอดไฟ	
สวิตช์ (OFF)				
120 W				
60 W				
40 W				
ตารางที่ 3				
	แรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้ (v)	กระแสไฟฟ้าที่อ่านได้ (A)	สถานะของหลอดไฟ	
สวิตช์ (ON)				
120 W				
60 W				
40 W				

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 6
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	
ใบงานที่ 1.2 การวัดงานไฟฟ้าและเครื่องทำความเย็น				
1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				
- ใช้ บำรุงรักษาเครื่องมือวัดและทดสอบงานไฟฟ้า งานเครื่องทำความเย็น และเครื่องปรับอากาศได้				
2. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน				
- ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 2 ชั่วโมง				
3. คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกวัดงานไฟฟ้าและเครื่องทำความเย็นดังนี้				
1. วัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่คอยล์ร้อนและคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ				
2. วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่คอยล์ร้อนและคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ				
3. วัดค่าแรงดันน้ำยาที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ				
4. วัดค่าอุณหภูมิลมเข้า และลมออกทั้งคอยล์ร้อนและคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ				

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 7
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง	

ตารางบันทึกผลการวัดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ


ตำแหน่งที่วัด	แรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้ (V)	กระแสไฟฟ้าที่อ่านได้ (A)	สถานการณ์ทำงาน ของเครื่อง
คอยล์เย็น			
คอยล์ร้อน			

ตารางบันทึกผลการวัดค่าความดันน้ำยาต้าน LOW และ HI

ตำแหน่งที่วัด	ความดันที่อ่านได้ (PSI)	
	คอยล์ร้อนทำงาน	คอยล์ร้อนไม่ทำงาน
ท่อซัคชั่น		
ท่อลิควิด		

ตารางบันทึกผล การวัดอุณหภูมิที่คอยล์ร้อนและคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ

ตำแหน่งที่วัด	อุณหภูมิที่อ่านได้
ลมดูดที่คอยล์ร้อน	
ลมเป่าที่คอยล์ร้อน	
ลมกลับที่คอยล์เย็น	
ลมจ่ายออกที่คอยล์เย็น	

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 8
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 5		

**ใบงานที่ 2.1 การวัดโดยใช้เครื่องมือทางกล และเครื่องมือส่วนบุคคล
เพื่อหาจุดติดตั้งเครื่องปรับอากาศ**

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

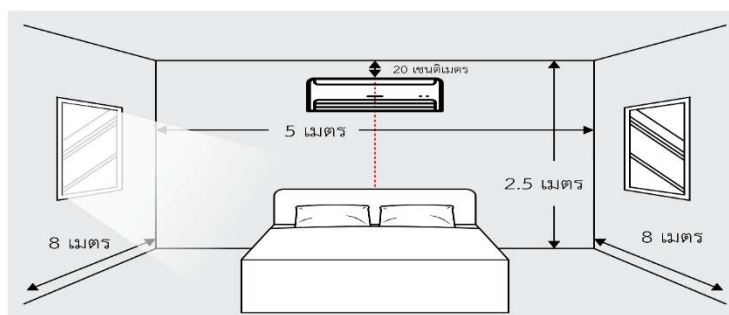
- ใช้ บำรุงรักษาเครื่องมือวัดทางกล และเครื่องมือส่วนบุคคลได้

2. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน

- ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 4 ชั่วโมง


3. คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกวัดขนาดมิติต่าง ๆ ของชุดเครื่องปรับอากาศ

1. วัดความกว้าง ความยาว ความลึก ของคอนเด็นซิงยูนิต
2. วัดความกว้าง ความยาว ความลึก ของแฟนคอยล์ยูนิต
3. วัดจุดกึ่งกลางของแผงยึดคอยล์เย็น หรือแม่แบบติดตั้ง (Plate)



สรุปผลการตรวจสอบ

ชุดเครื่องปรับอากาศ	ความกว้าง	ความยาว	ความลึก
คอนเด็นซิงยูนิต			
แฟนคอยล์ยูนิต			
Plate			

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 9
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าใน เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

ใบงาน

ใบงานที่ 1.1 วงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- อธิบายหลักการทำงานของวงจร และอุปกรณ์ไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศได้

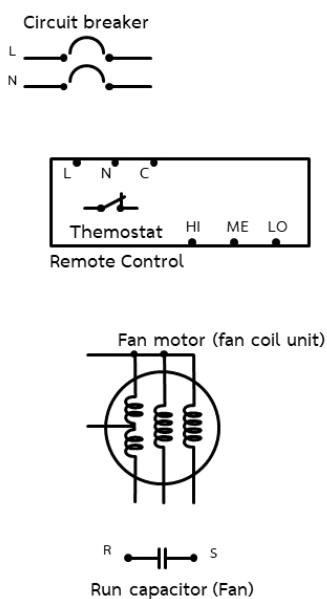
2. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน

- ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 3 ชั่วโมง

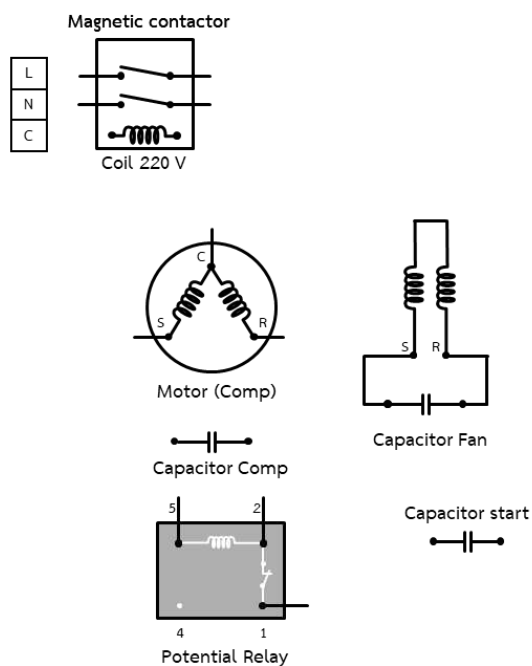
3. คำชี้แจง


1. ให้ผู้รับการฝึกเขียนวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่กำหนดให้สมบูรณ์

Fan Coil Unit



Condensing Unit



	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 10
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

ใบขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ 1.1 วงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

1. การเตรียมการ

1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

-

1.2 รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน

1.3 การเตรียมสถานที่

-

1.4 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน

- แบบทดสอบ

จำนวน 1 แผ่น

1.5 การเตรียมวัสดุต่อผู้รับการฝึก 1 คน

1. ดินสอสำหรับเขียนวงจรไฟฟ้า


จำนวน 1 แท่ง

2. ยางลบ

จำนวน 1 ก้อน

3. ไม้บรรทัด

จำนวน 1 อัน

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 11
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าใน เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

ใบงาน

ใบงานที่ 2.1 การตรวจสอบอุปกรณ์และวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม


- ตรวจสอบอุปกรณ์วัดวงจรไฟฟ้า และอุปกรณ์ป้องกันของเครื่องปรับอากาศได้

2. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน

- ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 2 ชั่วโมง

3. คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกตรวจสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศพร้อมบันทึกผลการทดลอง

1. ตรวจสอบขั้วคอมเพรสเซอร์
2. ตรวจสอบโพเทนเชียลลีย์
3. ตรวจสอบแมคเนติกคอนแทคเตอร์
4. ตรวจสอบมอเตอร์พัดลมคอยล์ร้อน
5. ตรวจสอบมอเตอร์พัดลมคอยล์เย็น
6. ตรวจสอบตัวควบคุมอุณหภูมิ (เทอร์โมสตัท)
7. ตรวจสอบคาปาซิเตอร์
8. ทดสอบสวิตช์เลือก หรือ ชุดควบคุมทางไฟฟ้า

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 12
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าใน เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

1. ตารางบันทึกผลการตรวจเช็คคอมเพรสเซอร์

เช็คคอมเพรสเซอร์คู่ที่	ค่าความต้านทานที่วัดได้	สรุป
1 กับ 2		
1 กับ 3		
2 กับ 3		

2. ตารางบันทึกผลการตรวจสอบโพเทนเชียลลีย์


ช่วงที่ตรวจสอบ	ค่าความต้านทาน	สรุป	
		ดี	เสีย
1-2			
2-5			

3. ตารางบันทึกผลการตรวจสอบแมคเนติกคอนแทคเตอร์

ช่วงที่ตรวจสอบ	ค่าความต้านทาน	สรุป	
		ดี	เสีย
A1-A2			
1-2			
3-4			

4. ตารางบันทึกผลการตรวจสอบมอเตอร์พัดลมคอยล์ร้อน

ช่วงที่ตรวจสอบ	ค่าความต้านทาน	สรุป	
		ดี	เสีย
1-2			
1-3			
2-3			

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 14
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าใน เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

8. ตารางบันทึกผลการตรวจชุดควบคุมทางไฟฟ้า

การปรับรีโมท	การแสดงผล	สรุป	
		ดี	เสีย
Off			
On Low			
On Medium			
On High			
Cool			

บันทึกผลการตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....


สรุปผลการตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 15
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 :ป.6 ชั่วโมง	

ใบงานที่ 7.1 การติดตั้งและทดสอบเครื่องปรับอากาศ

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

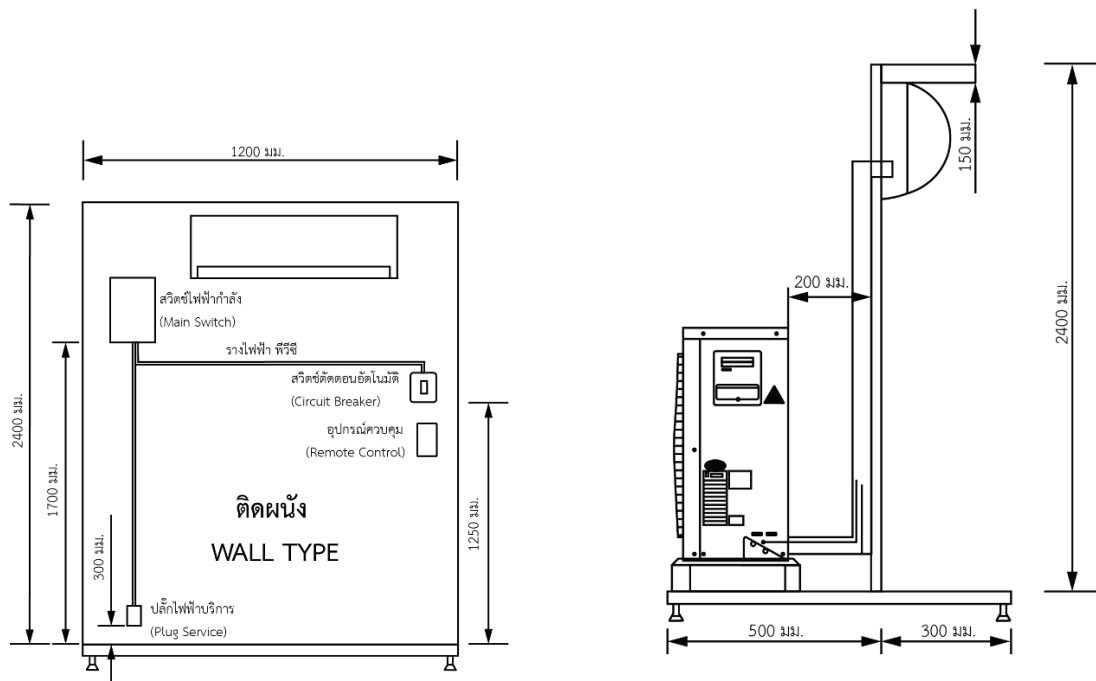
- ทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้

2. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน


- ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 4 ชั่วโมง

3. คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกปฏิบัติงานดังนี้

1. จงติดตั้งเครื่องปรับอากาศตามแบบที่กำหนด
2. ทดสอบการเดินเครื่องปรับอากาศแล้วบันทึกผล



แบบติดตั้ง

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 16
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 :ป.6 ชั่วโมง

บันทึกผลการปฏิบัติงาน

ขนาดเครื่องทำความเย็น..... บีทียูต่อชั่วโมง (.....วัตต์) แรงเคลื่อนไฟฟ้า โวลต์

ระบบไฟฟ้า เฟส ค่า LRAAmps. ค่า FLA Amps

กำลังไฟฟ้า วัตต์

เบอร์สารทำความเย็น น้ำหนักสารทำความเย็น ก.ก.

ความดันด้านต่ำ psig

ความดันด้านสูง psig

อุณหภูมิอากาศเข้าคอนเดนเซอร์ (ชุดระบายความร้อน)°C/.....°F

อุณหภูมิอากาศออกคอนเดนเซอร์ (ชุดระบายความร้อน)°C/.....°F

อุณหภูมิลมส่งชุดทำความเย็น°C/.....°F

อุณหภูมิลมกลับชุดทำความเย็น°C/.....°F

อุณหภูมิท่อซัคชั่น°C/.....°F

อุณหภูมิท่อลิควิด°C/.....°F

สรุปผลการทดสอบเครื่อง


.....

.....

.....

.....

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 17
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 :ป.6 ชั่วโมง	
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				
- แก้ไขอาการขัดข้องของเครื่องปรับอากาศเบื้องต้นได้				
1. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน				
- ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 2 ชั่วโมง				
2. คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกตรวจสอบเครื่องปรับอากาศ เพื่อหาข้อบกพร่อง และทำการแก้ไข				
บันทึกผลการตรวจสอบ				
ขนาดเครื่องทำความเย็น บีทียูต่อชั่วโมง แรงเคลื่อนไฟฟ้า โวลต์ ระบบไฟฟ้า เฟส ค่า LRA แอมแปร์ ค่า FLA แอมแปร์ ความดันด้านต่ำ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความดันด้านสูง ปอนด์ต่อตารางนิ้ว				
ตารางบันทึกผล				
เครื่องปรับอากาศ	อุปกรณ์	ทำงาน / ปกติ	ไม่ทำงาน / ผิดปกติ	หมายเหตุ
คอนเดนซิ่งยูนิ	พัดลมคอยล์ร้อน			
	คอมเพรสเซอร์			
	แมคเนติกคอนแทคเตอร์			
	คาปาซิเตอร์รัน (คอมเพรสเซอร์)			
	คาปาซิเตอร์รัน (พัดลมคอมเพรสเซอร์)			
	โพเทนเชียลรีเลย์			
	แผงฟินคอยล์ร้อน (สะอาด/สกปรก) ระบุ			
แฟนคอยล์ยูนิ	พัดลมคอยล์เย็น			
	คาปาซิเตอร์รัน			
	รีโมทควบคุม			
	กล่องควบคุม			
	แผ่นกรอง(สะอาด/สกปรก) ระบุ			
	แผงฟินคอยล์เย็น(สะอาด/สกปรก) ระบุ			

	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 18
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา: การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	

ใบงานที่ 9.1 การป้องกันความชื้น

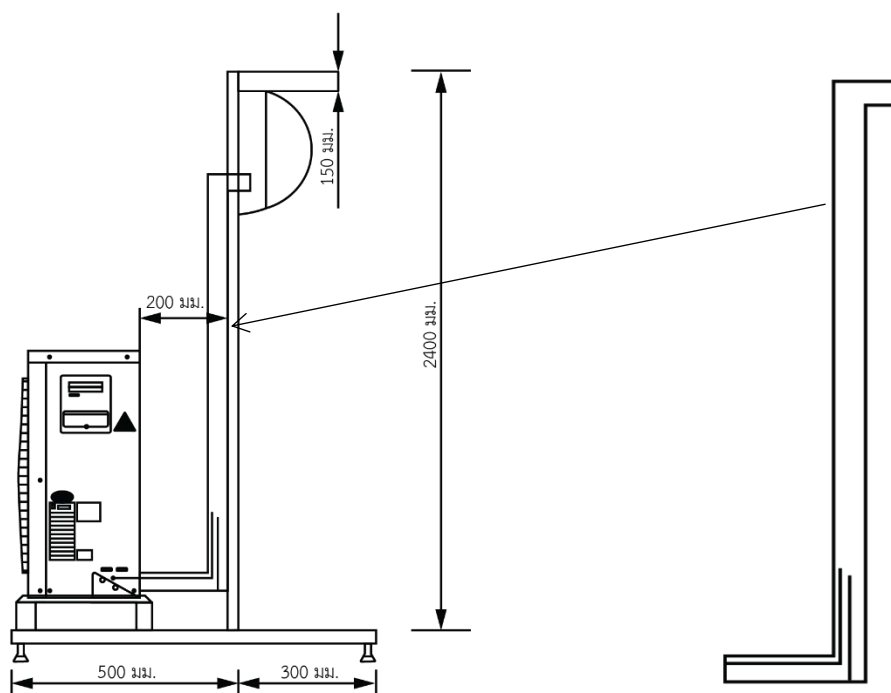
1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม


- หุ้มฉนวนท่อเย็น บุฉนวนของท่อส่งลมเย็น ตลอดจนการป้องกันไม่ให้ความชื้น กลั่นตัวเป็นหยด การอุดรอยต่อตามผนัง และตามทีแขวนหรือยึดท่อได้


2. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน


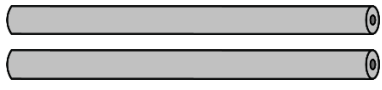
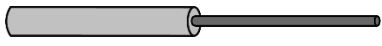
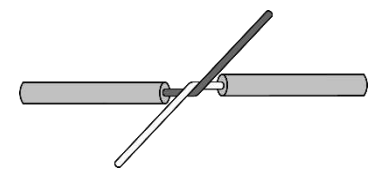
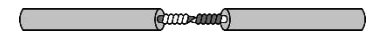
- ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 4 ชั่วโมง



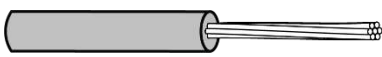




3. คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกหุ้มฉนวนท่อสารทำความเย็นและใช้เทปพันท่อให้เรียบร้อยตามแบบที่กำหนด






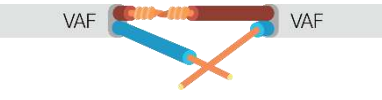
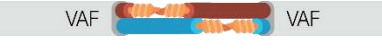






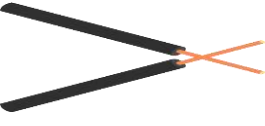


	ใบงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 19
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 :ป.6 ชั่วโมง	
ใบงานที่ 10.1 การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ				
<ol style="list-style-type: none"> 1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม <ul style="list-style-type: none"> - บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศได้ 2. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน <ul style="list-style-type: none"> - ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 3 ชั่วโมง 3. คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศทั้งภายในและภายนอก 				








	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 1
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า			เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3			
1. การเตรียมการ				
1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล				
สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ได้แก่				
<ul style="list-style-type: none"> - ถุงมือผ้า - รองเท้านิรภัย - ชุดปฏิบัติการช่าง 				
1.2 รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน				
1.3 การเตรียมสถานที่				
<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ให้มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือวัสดุอันตราย เช่น สายไฟฟ้าวาง กีดขวางอยู่ 2. ดูแลไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในบริเวณปฏิบัติงาน 3. เตรียมชุดปฐมพยาบาลเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน 4. รับทราบจุดที่ตั้งของอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น 				
วิธีการ : ปฏิบัติตามขั้นตอนปฏิบัติงาน รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน				
วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ :				
การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน				
<ol style="list-style-type: none"> 1. คัตเตอร์ 2. คีมช่างไฟฟ้า 3. คีมตัด 4. คีมปากแหลม 			จำนวน 1 อัน จำนวน 1 ตัว จำนวน 1 ตัว จำนวน 1 ตัว	
การเตรียมวัสดุต่อผู้รับการฝึก 1 คน				
<ol style="list-style-type: none"> 1. สายไฟ THW ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร 2. สายไฟ THW ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร 3. สายไฟ THW ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 20 เซนติเมตร 4. สายไฟ THW ขนาด 6 ตารางมิลลิเมตร ยาว 25 เซนติเมตร 5. สายไฟ VAF ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร 6. สายไฟ VSF 2-ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร 			จำนวน 2 เส้น จำนวน 4 เส้น จำนวน 4 เส้น จำนวน 4 เส้น จำนวน 4 เส้น จำนวน 2 เส้น	
อื่นๆ :				


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 2
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3		
การต่อสายไฟต่อตรงแบบเดี่ยว			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง	
1. ตัดสายไฟยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น 	ตัดสายไฟ THW ขนาด 2.5 mm ² ยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น		
2. ปอกฉนวน ยาว 10 เซนติเมตร 	จากนั้นปอกฉนวนเส้นที่ 1 และเส้นที่ 2 ออกเส้นละ 10 เซนติเมตร	ในการปอกฉนวนของ สายไฟฟ้า ควรทำอย่าง ระมัดระวัง หากใช้แรงมาก เกินไปตัวนำไฟฟ้าอาจขาด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการใช้งาน โดยทำให้กระแสไฟฟ้าเกิด การลัดวงจรได้	
3. ใช้คีมบิดสายสายเส้นที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน 	ใช้คีมบิดสายเส้นที่ 1 พันรอบ สายเส้นที่ 2 ใช้คีมบิดสายเส้น ที่ 2 พันรอบสายเส้นที่ 1		
4. บิดสายไปเรื่อย ๆ ให้ได้ประมาณ 5- 8 รอบ แล้วใช้คีม บีบให้แน่น จากนั้นทำเพิ่มอีก 1 ชั้นและส่งชิ้นงาน 	โดยทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ด้าน ละประมาณ 5 – 8 รอบ เพื่อ ไม่ให้สายคลายตัวใช้คีมบีบ ให้แน่น ทำเพิ่มอีก 1 ชั้น และตรวจสอบความ เรียบร้อยของชิ้นงานก่อนส่ง งาน		

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 3
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		งานย่อยที่ 3
	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง		
การต่อสายไฟต่อตรงแบบตีเกลียว			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ตัดสายไฟ THW ขนาด 6 mm ² ยาว 25 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น 		ใช้คีมตัดตัดสายไฟ THW ขนาด 6 mm ² ยาว 25 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น	
2. ปอกฉนวนปลายสายยาว 15 เซนติเมตร 		ปอกปลายสายทั้ง 2 เส้น ให้มี ความยาว 15 เซนติเมตร	ในการปอกฉนวนของ สายไฟฟ้า ควรทำอย่าง ระมัดระวัง หากใช้แรงมาก เกินไปตัวนำไฟฟ้าอาจขาด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการใช้งาน โดย ทำให้กระแสไฟฟ้าเกิดการ ลัดวงจรได้
3. แยกเส้นลวดตัวนำให้บานออกทั้ง 2 เส้น ออกประมาณ 12 เซนติเมตร 		คลี่เกลียวออกดึงสายเส้นเล็ก ๆ ออกให้ตรง แล้วแยกให้ บานออกทั้ง 2 เส้น ประมาณ 12 เซนติเมตร	
4. รวบเส้นลวดตัวนำ 		รวบเส้นลวดตัวนำแล้วพัน ลวดตัวนำเป็นเกลียวที่ละเส้น	
5. พันลวดตัวนำเป็นเกลียวที่ละเส้น 		พันลวดตัวนำให้หมดที่ละ ด้าน	
6. ทำเพิ่มอีก 1 ชิ้น จากนั้นตรวจสอบความเรียบร้อยและ ส่งชิ้นงาน 		ทำเพิ่มอีก 1 ชิ้น จากนั้น ตรวจสอบความเรียบร้อยของ ชิ้นงานก่อนส่งงาน	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 4
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3		
การต่อสายไฟต่อตรงแบบคู่			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ตัดสายไฟ VAF ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น 		ใช้คีมตัดตัดสายไฟ VAF ขนาด 1.5 mm ² ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น	
2. ปอกฉนวน ยาว 6 เซนติเมตร 		วัดความยาวจากปลายสายเข้า มา 6 เซนติเมตร แล้วใช้คัตเต อร์ปอกฉนวนชั้นนอกออก	
3. ปอกฉนวนชั้นในเส้นที่หนึ่งให้มีระยะที่แตกต่างกัน 		ปอกฉนวนหุ้มสายชั้นในแต่ละเส้น ให้มีระยะที่แตกต่างกัน โดยเส้นที่ หนึ่งให้ปอกฉนวนสีน้ำตาลออก 5 เซนติเมตร และเส้นสีฟ้าปอก ฉนวน 3 เซนติเมตร	
4. ปอกฉนวนชั้นในเส้นที่สองให้มีระยะที่แตกต่างกัน 		เส้นที่สองปอกฉนวนสีน้ำตาล 3 เซนติเมตร และปอกฉนวนสี ฟ้าออก 5 เซนติเมตร	ในการปอกฉนวนของสายไฟฟ้า ควรทำอย่างระมัดระวัง หากใช้ แรงมากเกินไปตัวนำไฟฟ้าอาจขาด ซึ่งจะส่งผลต่อการใช้งาน โดยทำ ให้กระแสไฟฟ้าเกิดการลัดวงจรได้
5. นำเส้นลวดตัวมาต่อแบบต่อตรง 		นำเส้นลวดตัวนำของต่อละสีมาต่อ เข้าด้วยกัน ด้วยการพันแบบต่อ ตรงสายเดี่ยว	
6. พันเส้นลวดตัวนำ เมื่อเสร็จแล้วจะเหลื่อมระยะกัน 		เมื่อพันเสร็จแล้วลวดตัวนำจะ เหลื่อมพันจากกัน	
7. ทำเพิ่มอีก 1 ชิ้น จากนั้นตรวจสอบความเรียบร้อยและส่ง ชิ้นงาน 		ทำเพิ่มอีก 1 ชิ้น จากนั้น ตรวจสอบความเรียบร้อยของ ชิ้นงานก่อนส่งงาน	


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 5
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3		
การต่อสายไฟต่อตรงแบบหางเปีย			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ตัดสายไฟ THW ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น 		ใช้คีมตัดตัดสายไฟ THW ขนาด 2.5 mm ² ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น	
2. ปอกฉนวนออก 5 เซนติเมตร 		ใช้คีมตัดเตอร์ปอกฉนวนออก ยาว 5 เซนติเมตร ทั้งสองเส้น	ในการปอกฉนวนของ สายไฟฟ้า ควรทำอย่าง ระมัดระวัง หากใช้แรงมาก เกินไปตัวนำไฟฟ้าอาจขาด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการใช้งาน โดย ทำให้กระแสไฟฟ้าเกิดการ ลัดวงจรได้
3. นำสายทั้ง 2 เส้นมาวางทับกัน 		วางสายทั้ง 2 เส้นทับกัน ทำ มุม 60 องศา	
4. ใช้คีมจับสายทั้งสองเส้นบิดเป็นเกลียวตามเข็มนาฬิกา 		ใช้คีมบิดลวดตัวนำทั้งสอง เส้นให้เป็นเกลียว ตามเข็ม นาฬิกา	
5. ทำเพิ่มอีก 1 ชั้น จากนั้นตรวจสอบความเรียบร้อย และส่งชิ้นงาน 		ทำเพิ่มอีก 1 ชั้น จากนั้น ตรวจสอบความเรียบร้อย ของชิ้นงาน ก่อนส่งงาน	


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 6
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
การต่อสายไฟอ่อนเข้ากับสายไฟแข็ง			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ตัดสายไฟ THW และ VSF ขนาด 1.5 mm ² ยาว 15 เซนติเมตร อย่างละเส้น 		ตัดสายไฟ THW 1.5 mm ² ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 1 เส้น และสาย VSF ขนาด 1.5 mm ² ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 1 เส้น	
2. ปอกสายไฟทั้ง 2 เส้น ยาว 5 เซนติเมตร 		ปอกฉนวนสาย THW และ VSF ออก เส้นละ 5 เซนติเมตร	ในการปอกฉนวนของสายไฟฟ้า ควร ทำอย่างระมัดระวัง หากใช้แรงมาก เกินไปตัวนำไฟฟ้าอาจขาด ซึ่งจะส่งผลต่อการใช้งาน โดยทำให้ กระแสไฟฟ้าเกิดการลัดวงจรได้
3. บิด แล้วพันสายไฟอ่อน (VSF) รอบสายแข็ง (THW) 		พันลวดตัวนำสายไฟอ่อน VSF รอบลวดตัวนำสายไฟแข็ง THW	
4. พันสายอ่อนรอบสายแข็งให้ได้ 5-8 รอบ 		พันลวดตัวนำสายไฟอ่อน VSF ไปเรื่อย ๆ ให้ได้ 5 - 8 รอบ	
5. พันลวดตัวนำแข็งเพื่อกดสายอ่อนไว้ 		จากนั้นใช้คีมพันลวดตัวนำ สายแข็ง THW เพื่อกดลวด ตัวนำสายอ่อนไว้	
6. ทำเพิ่มอีก 1 ชั้น จากนั้นตรวจสอบความ เรียบร้อยและส่งชิ้นงาน 		ทำเพิ่มอีก 1 ชั้น จากนั้น ตรวจสอบความเรียบร้อยของ ชิ้นงานก่อนส่งงาน	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 7
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง


ตรวจสอบชิ้นงาน

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การต่อสายไฟ	
	1.1 การต่อสายไฟสายเดี่ยวแบบต่อตรง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 การต่อสายไฟตีเกลียวแบบต่อตรง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 การต่อตรงแบบคู่	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.4 การต่อตรงแบบหางเปีย	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.5 การต่อสายไฟอ่อนเข้ากับสายไฟแข็ง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้อง และครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 8	
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	
ใบให้คะแนนการตรวจสอบ				
ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้
1	การปฏิบัติงาน		25	
	1.1 การต่อสายไฟสายเดี่ยวแบบต่อตรง	<ul style="list-style-type: none"> - ต่อสายไฟสายเดี่ยวแบบต่อตรงได้ถูกต้องตามหลักวิธี เส้นทองแดงเรียงตัวสวยงาม ให้คะแนน 5 คะแนน - ต่อสายไฟสายเดี่ยวแบบต่อตรงได้ถูกต้องตามหลักวิธี ทองแดงเรียงตัวไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย ให้คะแนน 3 คะแนน - ต่อสายไฟสายเดี่ยวแบบต่อตรงได้ถูกต้องตามหลักวิธี ทองแดงไม่เรียงตัว ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
	1.2 การต่อสายไฟตีเกลียวแบบต่อตรง	<ul style="list-style-type: none"> - ต่อสายไฟตีเกลียวแบบต่อตรงได้ถูกต้องตามหลักวิธี เส้นทองแดงเรียงตัวสวยงาม ให้คะแนน 5 คะแนน - ต่อสายไฟตีเกลียวแบบต่อตรงได้ถูกต้องตามหลักวิธี ทองแดงเรียงตัวไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย ให้คะแนน 3 คะแนน - ต่อสายไฟตีเกลียวแบบต่อตรงได้ถูกต้องตามหลักวิธี ทองแดงไม่เรียงตัว ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
	1.3 การต่อตรงแบบคู่	<ul style="list-style-type: none"> - ต่อสายไฟต่อตรงแบบคู่ได้ถูกต้องตามหลักวิธี เส้นทองแดงเรียงตัวสวยงาม ให้คะแนน 5 คะแนน - ต่อสายไฟต่อตรงแบบคู่ได้ถูกต้องตามหลักวิธี ทองแดงเรียงตัวไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย ให้คะแนน 3 คะแนน - ต่อสายไฟต่อตรงแบบคู่ได้ถูกต้องตามหลักวิธี ทองแดงไม่เรียงตัว ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
	1.4 การต่อตรงแบบหางเปีย	<ul style="list-style-type: none"> - ต่อสายไฟต่อตรงแบบหางเปียได้ถูกต้องตามหลักวิธี เส้นทองแดงเรียงตัวสวยงาม ให้คะแนน 5 คะแนน - ต่อสายไฟต่อตรงแบบหางเปียได้ถูกต้องตามหลักวิธี ทองแดงเรียงตัวไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย ให้คะแนน 3 คะแนน - ต่อสายไฟต่อตรงแบบหางเปียได้ถูกต้องตามหลักวิธี ทองแดงไม่เรียงตัว ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
	1.5 การต่อสายไฟอ่อนเข้ากับสายไฟแข็ง	<ul style="list-style-type: none"> - ต่อสายไฟอ่อนเข้ากับสายไฟแข็งได้ถูกต้องตามหลักวิธี เส้นทองแดงเรียงตัวสวยงาม ให้คะแนน 5 คะแนน - ต่อสายไฟอ่อนเข้ากับสายไฟแข็งได้ถูกต้องตามหลักวิธี ทองแดงเรียงตัวไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย ให้คะแนน 3 คะแนน 	5	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 9
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
	งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
2	กิจนิสัย		5	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			30	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 10
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

ใบงานที่ 1.3 การต่อสายไฟโดยใช้วายนัท

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม


- ใช้วายนัทต่อสายได้


2. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงาน



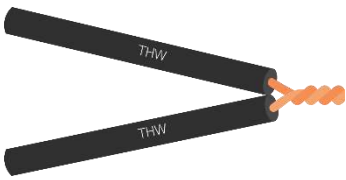
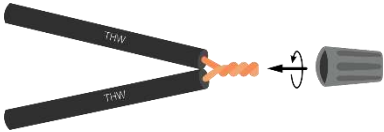
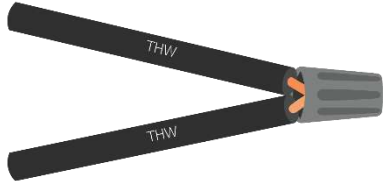
- ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติงานรวม 2 ชั่วโมง


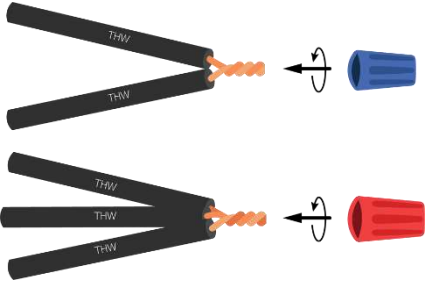

1. คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกต่อสายไฟฟ้าตามแบบต่อไปนี้


1. จงต่อสายไฟ THW ขนาด 1.5 mm² จำนวน 2 เส้น ด้วยวายนัท
2. จงต่อสายไฟ THW ขนาด 2.5 mm² จำนวน 2 เส้น ด้วยวายนัท
3. จงต่อสายไฟ THW ขนาด 2.5 mm² จำนวน 3 เส้น ด้วยวายนัท

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 11
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า			เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3			
1. การเตรียมการ				
1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล				
สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ได้แก่				
<ul style="list-style-type: none"> - ถุงมือผ้า - รองเท้านิรภัย - ชุดปฏิบัติการช่าง 				
1.2 รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน				
1.3 การเตรียมสถานที่				
<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ให้มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือวัสดุอันตราย เช่น สายไฟฟ้าวางกีดขวางอยู่ 2. ดูแลไม่ให้เกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวเนื่องเข้ามาในบริเวณปฏิบัติงาน 3. เตรียมชุดปฐมพยาบาลเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน 4. รับทราบจุดที่ตั้งของอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น 				
1.4 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน				
<ol style="list-style-type: none"> 1. คัตเตอร์ จำนวน 1 อัน 2. คีมช่างไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว 3. คีมตัด จำนวน 1 ตัว 4. คีมปากแหลม จำนวน 1 ตัว 5. ถุงมือ จำนวน 1 คู่ 				
หมายเหตุ ตรวจสอบเครื่องมือว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ หากพบว่าเครื่องมือขึ้นไคซารุด ให้รายงานครูฝึกให้ทราบ				
1.5 การเตรียมวัสดุต่อผู้รับการฝึก 1 คน				
<ol style="list-style-type: none"> 1. วายนัท ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร (สีเทา) จำนวน 1 ตัว 2. วายนัท ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร (สีน้ำเงิน หรือ เหลือง) จำนวน 1 ตัว 3. วายนัท ขนาด 6 ตารางมิลลิเมตร (สีแดง) จำนวน 1 ตัว 4. สาย THW ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น 5. สาย THW ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 5 เส้น 				

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 12
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
	งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ตัดสายไฟ ยาว 15 เซนติเมตร 	ตัดสายไฟ THW ขนาด 1.5 mm ² ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น	
2. ปอกฉนวน 5 ซม. 	ปอกสายไฟด้านใดด้านหนึ่ง ให้มีความยาวประมาณ 2.5 ซม.	ในการปอกสายไฟฟ้า ควรทำอย่างระมัดระวัง หากใช้แรงมากเกินไปตัวนำไฟฟ้าอาจขาด ซึ่งจะส่งผลต่อการใช้งาน โดยทำให้กระแสไฟฟ้าเกิดการลัดวงจรได้
3. นำสายไฟมาต่อแบบหางเปีย 	ต่อลวดตัวนำของสายไฟ ทั้ง 2 เส้นเข้าด้วยกันแบบหางเปีย	
4. นำวายนัทหมุนใส่ตรงปลายหางเปีย 	นำวายนัท ขนาด 1.5 mm ² หมุนใส่ตรงปลายหางเปียโดยหมุนตามเข็มนาฬิกาให้แน่น	
5. ตรวจสอบความเรียบร้อย 	ตรวจสอบความเรียบร้อย	


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 13
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3		
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง	
6. จากขั้นตอนที่ 1-5 ในข้างต้น ทำซ้ำกับสายไฟและ วายนัทที่กำหนดให้ 	จากลำดับขั้นตอนที่ 1-5 ให้ ผู้รับการฝึกเพิ่มความชำนาญ ด้วยการต่อสายไฟ THW ขนาด 2.5 mm ² ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น ด้วยวายนัทขนาด 2.5 mm ² จำนวน 1 ชิ้นงาน และ ต่อสายไฟ THW ขนาด 2.5 mm ² ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 3 เส้น ด้วยวายนัท ขนาด 6 mm ² จำนวน 1 ชิ้นงาน		
7. ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนส่งชิ้นงาน 	ตรวจสอบความเรียบร้อยของ ชิ้นงานทั้ง 3 ชิ้น ก่อนส่งให้ครู ฝึกประเมินผลการปฏิบัติงาน		

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 14
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		
	งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง	

. ตรวจสอบชิ้นงาน


ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การต่อสายไฟโดยใช้วายนัท	
	1.1 การต่อสายไฟ THW ขนาด 1.5mm ² 2 เส้น ด้วยวายนัท	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 การต่อสายไฟ THW ขนาด 2.5mm ² 2 เส้น ด้วยวายนัท	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 การต่อสายไฟ THW ขนาด 2.5mm ² 3 เส้น ด้วยวายนัท	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 15
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3		


ใบให้คะแนนการตรวจสอบ




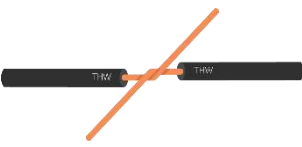


ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน เต็ม	คะแนนที่ ได้
1	การปฏิบัติงาน		30	
	1.1 การต่อสายไฟ THW ขนาด 1.5mm ² 2 เส้น ด้วยวายนัท	<ul style="list-style-type: none"> - ต่อสายไฟแบบทางเปียถูกต้อง และบิดเกลียวสายไฟเป็นระเบียบเรียบร้อย ให้คะแนน 5 คะแนน - ต่อสายไฟแบบทางเปียถูกต้อง และบิดเกลียวสายไฟได้ ให้คะแนน 3 คะแนน - ต่อสายไฟแบบทางเปียได้ แต่บิดเกลียวได้ไม่เป็นระเบียบ ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
		<ul style="list-style-type: none"> - สวมวายนัทถูกต้อง บิดเกลียวแน่นสนิท ให้คะแนน 5 คะแนน - สวมวายนัทถูกต้อง แต่บิดเกลียวไม่แน่น ให้คะแนน 3 คะแนน - สวมวายนัทได้ แต่บิดเกลียวไม่แน่น หรือไม่บิดเกลียว ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
	1.2 การต่อสายไฟ THW ขนาด 2.5mm ² 2 เส้น ด้วยวายนัท	<ul style="list-style-type: none"> - ต่อสายไฟแบบทางเปียถูกต้อง และบิดเกลียวสายไฟเป็นระเบียบเรียบร้อย ให้คะแนน 5 คะแนน - ต่อสายไฟแบบทางเปียถูกต้อง และบิดเกลียวสายไฟได้ ให้คะแนน 3 คะแนน - ต่อสายไฟแบบทางเปียได้ แต่บิดเกลียวได้ไม่เป็นระเบียบ ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
		<ul style="list-style-type: none"> - สวมวายนัทถูกต้อง บิดเกลียวแน่นสนิท ให้คะแนน 5 คะแนน - สวมวายนัทถูกต้อง แต่บิดเกลียวไม่แน่น ให้คะแนน 3 คะแนน - สวมวายนัทได้ แต่บิดเกลียวไม่แน่น หรือไม่บิดเกลียว ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
	1.3 การต่อสายไฟ THW ขนาด 2.5mm ² 3 เส้น ด้วยวายนัท	<ul style="list-style-type: none"> - ต่อสายไฟแบบทางเปียถูกต้อง และบิดเกลียวสายไฟเป็นระเบียบเรียบร้อยให้คะแนน 5 คะแนน - ต่อสายไฟแบบทางเปียถูกต้อง และบิดเกลียวสายไฟได้ ให้คะแนน 3 คะแนน - ต่อสายไฟแบบทางเปียได้ แต่บิดเกลียวได้ไม่เป็นระเบียบ ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
		<ul style="list-style-type: none"> - สวมวายนัทถูกต้อง บิดเกลียวแน่นสนิท ให้คะแนน 5 คะแนน - สวมวายนัทถูกต้อง แต่บิดเกลียวไม่แน่น ให้คะแนน 3 คะแนน - สวมวายนัทได้ แต่บิดเกลียวไม่แน่น หรือไม่บิดเกลียว ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 16
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3		

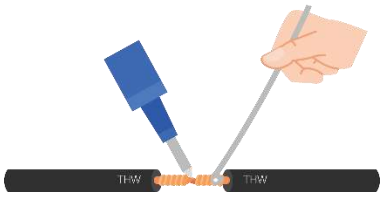
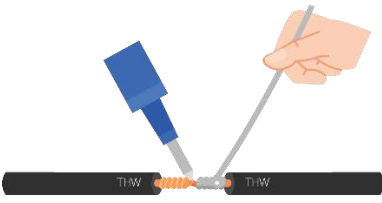
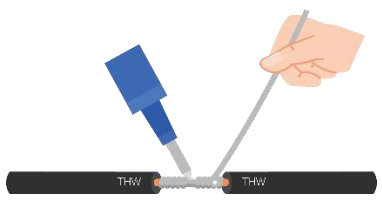
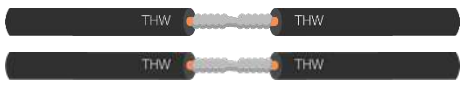
ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน เต็ม	คะแนนที่ ได้
2	กิจนิสัย		5	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่าง ถูกต้องและครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วน บุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ก่อน เริ่มปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.4 ความปลอดภัยระหว่าง ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			35	


หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 25 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึกขอเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติได้

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 17
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3		
ใบขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ 1.4 การต่อสายไฟด้วยการบัดกรี			
1. การเตรียมการ			
1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล			
สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ได้แก่			
<ul style="list-style-type: none"> - ถุงมือผ้า - รองเท้านิรภัย - ชุดปฏิบัติการช่าง 			
1.2 รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน			
1.3 การเตรียมสถานที่			
<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ให้มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือวัสดุอันตราย เช่น สายไฟฟ้าวาง กีดขวางอยู่ 2. ดูแลไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในบริเวณปฏิบัติงาน 3. เตรียมชุดปฐมพยาบาลเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน รับทราบจุดที่ตั้งของอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น 			
1.4 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน			
<ol style="list-style-type: none"> 1. คัตเตอร์ 2. คีมตัด 3. ถุงมือ 4. ปลั๊กพ่วง 5. หัวแร้ง 		จำนวน 1 อัน จำนวน 1 ตัว จำนวน 1 คู่ จำนวน 1 ตัว จำนวน 1 ตัว	
หมายเหตุ ตรวจสอบเครื่องมือว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ หากพบว่าเครื่องมือชิ้นใดชำรุด ให้รายงานครูฝึกให้ทราบ			
1.5 การเตรียมวัสดุต่อผู้รับการฝึก 1 คน			
<ol style="list-style-type: none"> 1. ตะกั่วบัดกรี 2. น้ำยาประสาน 3. สาย THW ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร 		จำนวน 1 ม้วน จำนวน 1 กระปุก จำนวน 4 เส้น	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 18
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3		
การต่อสายไฟด้วยการบัดกรี			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง	
1. ตัดสายไฟยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น 	ตัดสายไฟ THW ขนาด 2.5mm ² ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น		
2. ปอกฉนวน 10 เซนติเมตร 	จากนั้นปอกฉนวนเส้นที่ 1 และเส้นที่ 2 ออกเส้นละ 10 เซนติเมตร	ในการปอกฉนวนของสายไฟฟ้า ควรทำอย่างระมัดระวัง หากใช้ แรงมากเกินไปตัวนำไฟฟ้าอาจ ขาด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการใช้งาน โดยทำให้กระแสไฟฟ้าเกิดการ ลัดวงจรได้	
3. ใช้คีมบิดสายสายเส้นที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน 5-8 รอบ 	ใช้คีมบิดสายเส้นที่ 1 พันรอบ สายเส้นที่ 2 ใช้คีมบิดสายเส้น ที่ 2 พันรอบสายเส้นที่ 1 โดย ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ด้านละ ประมาณ 5 – 8 รอบ เพื่อ ไม่ให้สายคลายตัว		
4. ใช้คีมบีบให้แน่น 	ใช้คีมบีบให้แน่น		
5. นำตะกั่วมาจุ่มน้ำยาประสาน 	นำตะกั่วบัดกรีมาจุ่มกับน้ำยา ประสาน		

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 19
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3		

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
6. เริ่มทำการบัดกรี 	นำหัวแร้งไปจี้บนลวดตัวนำที่ ได้ต่อสายแบบต่อตรงไว้แล้ว ในข้างต้นเพื่อให้ลวดตัวนำ ร้อน	อย่านำตะกั่วไปจี้กับหัวแร้ง โดยตรง เพราะตะกั่วจะไม่ ยึดเกาะชิ้นงาน
	จากนั้นนำตะกั่วไปจี้บนลวด ตัวนำ	
7. บัดกรีจนทั่วรอยต่อ 	บัดกรีจนทั่วบริเวณ รอยต่อ	
8. ทำเพิ่มอีก 1 ชิ้นงาน จากนั้นตรวจสอบความเรียบร้อยของ ชิ้นงาน 	ทำเพิ่มอีก 1 ชิ้นงานเพื่อ ฝึกความชำนาญ จากนั้น ตรวจสอบความเรียบร้อย และส่งชิ้นงานทั้ง 2 ชิ้น	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 20
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

ตรวจสอบชิ้นงาน


ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การบัดกรี	
	1.1 ตรวจสอบชิ้นงานและทำความสะอาดก่อนบัดกรี	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 บัดกรีชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง แข็งแรง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 ทดสอบแรงดึง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้อง และครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน

ใบให้คะแนนการตรวจสอบ

ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	การปฏิบัติงาน		15	
	1.1 ตรวจสอบงานและทำความสะอาดก่อนบัดกรี	- ตรวจสอบงานและทำความสะอาดชิ้นงานก่อนบัดกรี ให้คะแนน 5 คะแนน - ตรวจสอบงานและทำความสะอาดชิ้นงานไม่เพียงพอก่อนบัดกรี ให้คะแนน 3 คะแนน - ตรวจสอบงานแต่ไม่ได้ทำความสะอาดชิ้นงาน ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.2 บัดกรีชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง แข็งแรง	- บัดกรีชิ้นงานได้ถูกต้อง ชิ้นงานยึดเกาะกันได้ดี เนื้อตะกั่วผสมสารประกอบคลุมนสวยงาม ให้คะแนน 5 คะแนน - บัดกรีชิ้นงานได้ถูกต้อง ชิ้นงานยึดเกาะกันได้ดี เนื้อตะกั่วผสมสารบางหรือหนาเกินไป ให้คะแนน 3 คะแนน - บัดกรีชิ้นงานได้ แต่ชิ้นงานยึดเกาะกันไม่ดี เนื้อตะกั่วผสมสารบางหรือหนาเกินไป ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.3 ทดสอบแรงดึง	- ทดสอบแรงดึงแล้วสายไฟไม่หลุดจากกัน ให้คะแนน 5 คะแนน - ทดสอบแรงดึงแล้วสายไฟหลุดจากกันเล็กน้อย ให้คะแนน 3 คะแนน - ทดสอบแรงดึงแล้วสายไฟหลุดออกจากกัน ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
2	กิจนิสัย		5	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			20	

หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 14 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึกขอเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติได้

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 21
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ 1.5 การพันฉนวน

1. การเตรียมการ

1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ได้แก่

- ถุงมือผ้า
- รองเท้านิรภัย
- ชุดปฏิบัติการช่าง

1.2 รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน

1.3 การเตรียมสถานที่

1. ตรวจสอบสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ให้มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือวัสดุอันตราย เช่น สายไฟฟ้าวาง กีดขวางอยู่
2. ดูแลไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในบริเวณปฏิบัติงาน
3. เตรียมชุดปฐมพยาบาลเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน
4. รับทราบจุดที่ตั้งของอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น


1.4 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน

- | | |
|-----------------|-------------|
| 1. คัตเตอร์ | จำนวน 1 อัน |
| 2. คีมช่างไฟฟ้า | จำนวน 1 ตัว |
| 3. คีมตัด | จำนวน 1 ตัว |
| 4. คีมปากแหลม | จำนวน 1 ตัว |
| 5. ถุงมือ | จำนวน 1 คู่ |


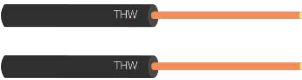
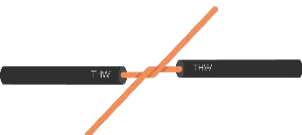



หมายเหตุ ตรวจสอบเครื่องมือว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ หากพบว่าเครื่องมือชิ้นใดชำรุด ให้รายงานครูฝึกให้ทราบ


1.5 การเตรียมวัสดุต่อผู้รับการฝึก 1 คน


- | | |
|---|--------------|
| 1. เทปพันสายไฟ | จำนวน 1 ม้วน |
| 2. สาย THW ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ความยาว 20 เซนติเมตร | จำนวน 4 เส้น |


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 22
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 :ป.1 ชั่วโมง

ลำดับการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ตัดสายไฟยาว 20 เซนติเมตร 2 เส้น 	ตัดสายไฟ THW ขนาด 2.5mm ² ยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น	
2. ปอกฉนวน 10 เซนติเมตร 	จากนั้นปอกฉนวนเส้นที่ 1 และเส้นที่ 2 ออกเส้นละ 10 เซนติเมตร	ในการปอกฉนวนของ สายไฟฟ้า ควรทำอย่าง ระมัดระวัง หากใช้แรงมาก เกินไปตัวนำไฟฟ้าอาจขาด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการใช้งาน โดย ทำให้กระแสไฟฟ้าเกิดการ ลัดวงจรได้
3. ใช้คีมบิดสายสายเส้นที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน 5-8 รอบ 	ใช้คีมบิดสายเส้นที่ 1 พันรอบ สายเส้นที่ 2 ใช้คีมบิดสายเส้น ที่ 2 พันรอบสายเส้นที่ 1 โดยทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ด้านละประมาณ 5 - 8 รอบ เพื่อให้ไม่ให้สายคลายตัว	
4. ใช้คีมบีบให้แน่น 	ใช้คีมบีบให้แน่น	
5. เริ่มพันสายไฟ โดยพันในแนวเดียวกับสายไฟ 	นำเทปพันสายไฟมาพันตรง จุดที่ต่อสายต่อตรงแบบเดียว โดยพันในแนวเดียวกับสายไฟ	
6. พันจนครอบคลุมบริเวณรอยต่อ 	พันเทปสายไฟจนถึงปลาย รอยต่อ	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 23
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า	
		งานย่อยที่ 3	เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
7. พันกลับมาที่จุดเริ่มต้น 	พันกลับมาที่จุดเริ่มต้น ทำซ้ำอีก	
8. ทำซ้ำอีก 1 ชั้น แล้วตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนส่ง ชิ้นงาน 	ทำซ้ำอีก 1 ชั้น จากนั้น ตรวจสอบความเรียบร้อย ก่อนส่งชิ้นงาน	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 24
		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	หัวข้อวิชา : งานต่อสายไฟฟ้า		เวลา ท.1 : ป.1 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 3		

ตรวจสอบชิ้นงาน


ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้


ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การพันฉนวน	
	1.1 ปอกสายไฟถูกต้อง สายไฟไม่เสียหาย	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 ต่อสายไฟแบบเดียวได้ถูกต้อง รับแรงดึงได้ดี	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 พันฉนวนแน่นหนา ไม่เกิดช่องว่าง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้อง และครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน

ใบให้คะแนนการตรวจสอบ

ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	การปฏิบัติงาน		15	
	1.1 ปอกสายไฟถูกต้อง สายไฟไม่เสียหาย	- ปอกฉนวนสายไฟได้ตามกำหนด สายไฟไม่เสียหาย ให้คะแนน 5 คะแนน - ปอกฉนวนสายไฟได้ตามกำหนด พื้นผิวทองแดงเสียหายเล็กน้อย ให้คะแนน 3 คะแนน - ปอกฉนวนสายไฟขาดหรือเกินมากกว่า 2 มิลลิเมตร หรือ พื้นผิวทองแดงเสียหายมาก ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.2 ต่อสายไฟแบบเดี่ยวได้ถูกต้อง รับแรงดึงได้ดี	- ต่อสายไฟแบบเดี่ยวได้ถูกต้องตามหลักวิธี รับแรงดึงได้ดี ให้คะแนน 5 คะแนน - ต่อสายไฟแบบเดี่ยวได้ถูกต้องตามหลักวิธี รับแรงดึงแล้ว ขยับเล็กน้อย ให้คะแนน 3 คะแนน - ต่อสายไฟแบบเดี่ยวได้ถูกต้องตามหลักวิธี รับแรงดึงแล้ว ขยับค่อนข้างมาก หลวม ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.3 พันฉนวนแน่นหนา ไม่เกิดช่องว่าง	- พันฉนวนแน่นหนา เรียบร้อยไม่เกิดช่องว่าง ให้คะแนน 5 คะแนน - พันฉนวนแน่นหนา ค่อนข้างเรียบร้อย หรือมีช่องว่างเห็นทองแดงไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ให้คะแนน 3 คะแนน - พันฉนวนแน่นหนา ค่อนข้างเรียบร้อย หรือมีช่องว่างเห็นทองแดงมากกว่า 3 มิลลิเมตรขึ้นไป ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
2	กิจนิสัย		5	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			20	

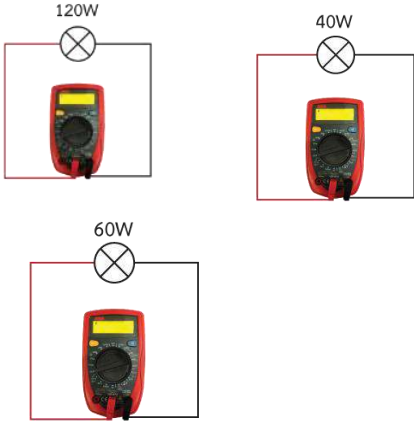
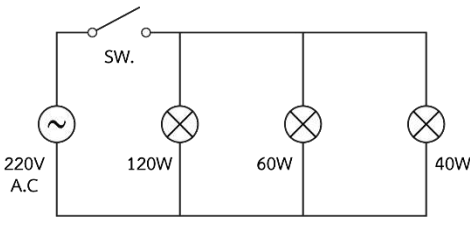
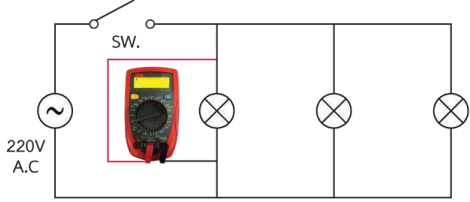
หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 14 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึกขอเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติได้


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 25
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		งานย่อยที่ 5
ใบขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ 1.1 เครื่องมือวัดงานไฟฟ้าและทดสอบงานไฟฟ้า				
1. การเตรียมการ				
1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล				
สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ได้แก่				
<ul style="list-style-type: none"> - ถุงมือผ้า - รองเท้านิรภัย - ชุดปฏิบัติการช่าง 				
1.2 การเตรียมสถานที่				
<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ให้มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือวัสดุอันตราย เช่น สายไฟฟ้าวาง กีดขวางอยู่ - ดูแลไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในบริเวณปฏิบัติงาน - เตรียมชุดปฐมพยาบาลเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน - รับทราบจุดที่ตั้งของอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น 				
วิธีการ : ปฏิบัติตามขั้นตอนปฏิบัติงาน รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน				
วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ :				
1 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน				
1.1 แคลมป์ออนมิเตอร์		จำนวน 1 ตัว		
1.2 ชุดไฟกวงจรไฟฟ้าระบบแสงสว่าง		จำนวน 1 ชุด		
1.3 มัลติมิเตอร์		จำนวน 1 ตัว		
หมายเหตุ ตรวจสอบเครื่องมือว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ หากพบว่าเครื่องมือชิ้นใดชำรุด ให้ รายงานครูฝึกให้ทราบ				
2 การเตรียมวัสดุต่อผู้รับการฝึก 1 คน				
2.1 ไบบันทีกข้อมูล		จำนวน 1 ใบ		
2.2 หลอดไส้ 120 W		จำนวน 1 หลอด		
2.3 หลอดไส้ 40 W		จำนวน 1 หลอด		
2.4 หลอดไส้ 60 W		จำนวน 1 หลอด		
อื่นๆ :				

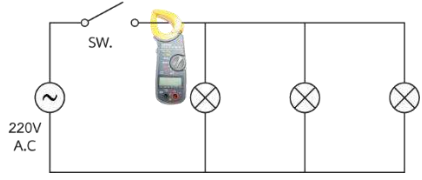
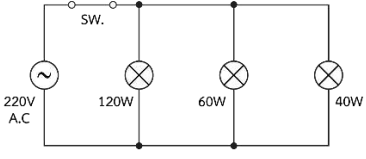
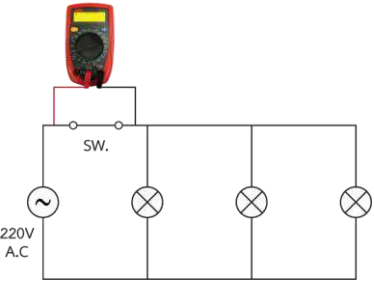
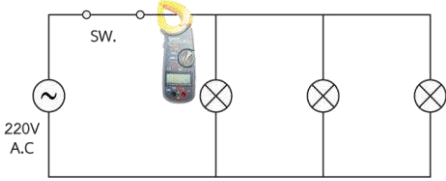

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 26
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 :ป.2 ชั่วโมง


1. ลำดับการปฏิบัติงาน

เครื่องมือวัดงานไฟฟ้าและทดสอบงานไฟฟ้า

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. วัดค่าความต้านทานของหลอดไฟแต่ละหลอด 	วัดค่าความต้านทานของ หลอดแต่ละขนาดแล้วบันทึก ผลลงในตารางที่ 1	
2. ต่อวงจรตามแบบที่กำหนดให้ 	ต่อวงจรตามรูปที่ 1 ในใบงาน	
3. วัดค่าแรงดันที่สวิตช์และหลอดไฟ 	วัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่สวิตช์ และหลอดไฟแต่ละหลอด แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 27
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
4. วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่สวิตช์และหลอดไฟ 	วัดค่ากระแสไฟฟ้าสวิตช์ และหลอดไฟแต่ละหลอด แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2	
5. กดเปิดสวิตช์ 	กดสวิตช์ให้อยู่ในตำแหน่ง On ตามรูปที่ 2	ระวังอันตราย! อย่าให้ ร่างกายถูกตัวนำไฟฟ้า ท่านอาจเสียชีวิตได้
6. วัดค่าแรงดันที่สวิตช์และหลอดไฟ 	วัดค่าแรงดันไฟฟ้าสวิตช์และที่ หลอดไฟแต่ละหลอด แล้ว บันทึกผลลงในตารางที่ 3	
7. วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่สวิตช์และหลอดไฟ 	วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่สวิตช์และ หลอดไฟแต่ละหลอด แล้ว บันทึกผลลงในตารางที่ 3	
8. สรุปผลการปฏิบัติงาน 	สรุปผลการทดลอง และส่งใบ งานให้ครูฝึกประเมินการ ปฏิบัติงาน	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 28
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	งานย่อยที่ 5

3. ตรวจสอบชิ้นงาน

ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้


ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบไฟฟ้า	
	1.1 ใช้มัลติมิเตอร์ได้ถูกต้อง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 อ่านค่ามัลติมิเตอร์ได้	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 ใช้แคลมป์ออนมิเตอร์ได้ถูกต้อง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.4 อ่านค่าจากแคลมป์ออนมิเตอร์ได้	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่าง ถูกต้องและครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาด พื้นที่ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 29
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	งานย่อยที่ 5

ใบให้คะแนนการตรวจสอบ

ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้
1	การปฏิบัติงาน		20	
1.1	ใช้มัลติมิเตอร์ได้ถูกต้อง	- ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว ให้คะแนน 5 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง แต่ขาดความคล่องแคล่ว ให้คะแนน 3 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ไม่ถูกต้องและขาดความคล่องแคล่ว ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
1.2	อ่านค่ามัลติมิเตอร์ได้	- อ่านค่าจากเครื่องมือวัดได้ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อน 1 หน่วย ให้คะแนน 3 คะแนน - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 2 หน่วยให้คะแนน 1 คะแนน	5	
1.3	ใช้แคลมป์ออนมิเตอร์ได้ ถูกต้อง	- ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว ให้คะแนน 5 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง แต่ขาดความคล่องแคล่ว ให้คะแนน 3 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ไม่ถูกต้องและขาดความคล่องแคล่ว ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
1.4	อ่านค่าจากแคลมป์ออน มิเตอร์ได้	- อ่านค่าจากเครื่องมือวัดได้ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อน 1 หน่วย ให้คะแนน 3 คะแนน - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 2 หน่วยให้คะแนน 1 คะแนน	5	
2	กิจนิสัย		5	
2.1	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ อย่างถูกต้องและครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
2.2	สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน อันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้อง และครบถ้วน ก่อนเริ่ม ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
2.3	ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน การทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
2.4	ความปลอดภัยระหว่าง การปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
2.5	การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาด พื้นที่ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			25	

หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 18 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึกขอเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติได้

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 30
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 :ป.2 ชั่วโมง

ใบขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ 1.2 การวัดงานไฟฟ้าและเครื่องทำความเย็น

1. การเตรียมการ

1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ได้แก่

- ถุงมือผ้า
- รองเท้านิรภัย
- ชุดปฏิบัติการช่าง

1.2 รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน

1.3 การเตรียมสถานที่

1. ตรวจสอบสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ให้มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือวัสดุอันตราย เช่น สายไฟฟ้าวางกีดขวางอยู่
2. ดูแลไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในบริเวณปฏิบัติงาน
3. เตรียมชุดปฐมพยาบาลเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน
4. รับทราบจุดที่ตั้งของอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น


1.4 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. ไชควงแฉก | จำนวน 1 ตัว |
| 2. ไชควงแบน | จำนวน 1 ตัว |
| 3. เครื่องปรับอากาศ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แคลมป์ออนมิเตอร์ | จำนวน 1 ตัว |
| 5. เทอร์โมมิเตอร์ | จำนวน 1 ตัว |
| 6. ประแจเลื่อน | จำนวน 1 ตัว |
| 7. มัลติมิเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. แมนิโพลด์เกจ | จำนวน 1 ตัว |

หมายเหตุ ตรวจสอบเครื่องมือว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ หากพบว่าเครื่องมือชิ้นใดชำรุด ให้รายงานครูฝึกให้ทราบ

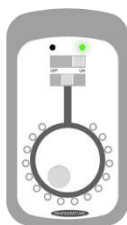
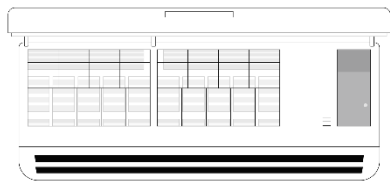
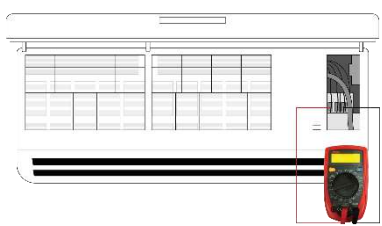

1.5 การเตรียมวัสดุต่อผู้รับการฝึก 1 คน


- ใบบันทึกข้อมูล

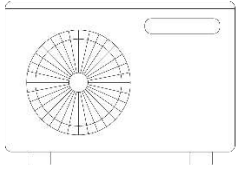
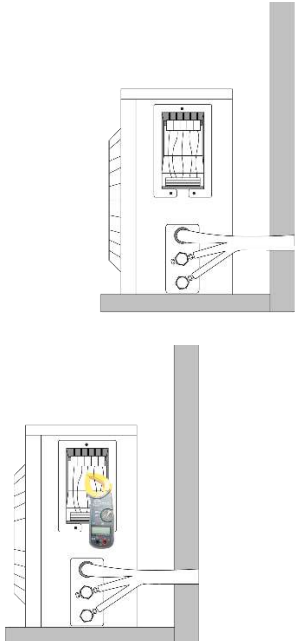
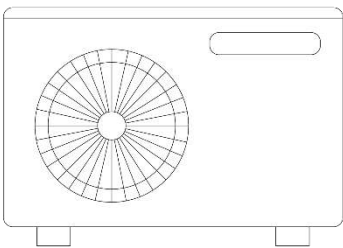
	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 31
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง


2. ลำดับการปฏิบัติงาน

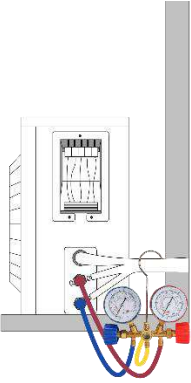

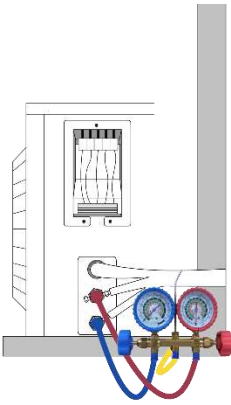
2.1 การวัดงานไฟฟ้าและเครื่องทำความเย็น


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. เปิดเครื่องปรับอากาศ 	ทดลองเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศ	
2. แกะฝาครอบคอยล์เย็น 	แกะฝาครอบโครงคอยล์เย็นของ เครื่องปรับอากาศ	
3. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า แล้วบันทึกผล 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและ กระแสไฟฟ้าที่ตัวคอยล์เย็น แล้วบันทึกผล	ระวังอันตราย! อย่า ให้ร่างกายถูกตัวนำ ไฟฟ้า ท่านอาจ เสียชีวิตได้
4. ประกอบปิดโครงให้เรียบร้อย 	ประกอบโครงคอยล์เย็นให้เรียบร้อย	


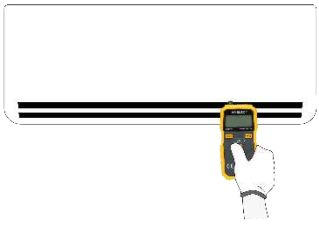

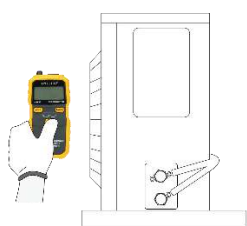
	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 32
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 5		


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
5. แกะฝาโครงคอยล์ร้อน 	แกะฝาครอบโครงคอยล์ร้อน ของเครื่องปรับอากาศ	
6. ใช้แคลมป์ออนมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและ กระแสไฟฟ้าแล้วบันทึกผล 	ใช้แคลมป์ออนมิเตอร์วัดค่า แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ที่ตัวคอยล์ร้อนแล้วบันทึกผล	
7. ประกอบปิดโครงให้เรียบร้อย 	ประกอบโครงคอยล์ร้อนให้ เรียบร้อย	

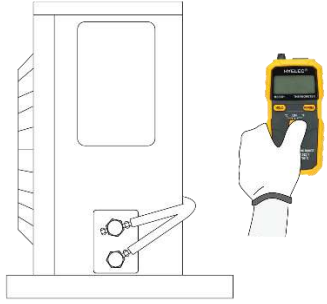
	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 33
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		ระยะเวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 5		


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
8. ปิดเครื่องปรับอากาศ 5 นาที จากนั้นต่อแมนิโฟลด์เกจ เพื่อวัดความดันด้านท่อดูด และท่อลิควิด 	ปิดเครื่องปรับอากาศ แล้วทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นนำแมนิโฟลด์เกจ สายสีน้ำเงินต่อเข้าท่อดูด และสายสีแดงต่อที่ท่อลิควิด (วาล์วของเกจจะต้องอยู่ตำแหน่งปิด)	
9. บันทึกผลด้าน Low และ Hi 	บันทึกผลการวัดความดันด้าน LOW และ HI ขณะปิดเครื่องปรับอากาศหรือขณะที่คอยล์ร้อนไม่ทำงาน	
10. เปิดเครื่องปรับอากาศแล้วปรับอุณหภูมิที่ 25 องศา 10 นาทีแล้วอ่านค่าความดันเกจ 	เปิดเครื่องปรับอากาศ แล้วปรับอุณหภูมิที่ 25 °C จากนั้นรอนจนกระทั่งคอยล์ร้อนทำงาน ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาทีแล้วจึงอ่านค่าความดันของเกจ	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 34
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
11. บันทึกผลด้าน Low และ Hi 	บันทึกผลการวัดความดัน ด้าน Low และ HI ขณะที่ คอยล์ร้อนทำงานแล้วบันทึก ผล	
12. นำเทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิที่คอยล์เย็นช่องลมจ่าย แล้วบันทึกผล 	นำเทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิ ที่ช่องลมจ่ายที่คอยล์เย็นแล้ว บันทึกผล	
13. นำเทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิที่คอยล์เย็นช่องลมกลับ แล้วบันทึกผล 	นำเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ ที่ช่องลมกลับที่คอยล์เย็นแล้ว บันทึกผล	
14. นำเทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิที่คอยล์ร้อนช่องลมเป่า แล้วบันทึกผล 	นำเทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิ ที่ลมเป่าที่คอยล์ร้อนแล้ว บันทึกผล	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 35
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
15. นำเทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิที่คอยล์ร้อนช่องลมดูด แล้วบันทึกผล 	นำเทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิ ที่ลมดูดที่คอยล์ร้อนแล้ว บันทึกผล	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 36
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	งานย่อยที่ 5

3. ตรวจสอบชิ้นงาน


ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้

ลำดับ ที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบไฟฟ้า	
	1.1 ใช้มัลติมิเตอร์ได้ถูกต้อง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 อ่านค่ามัลติมิเตอร์ได้	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 ใช้แมนนิโฟลด์เกจได้ถูกต้อง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.4 อ่านสเกลจากแมนนิโฟลด์เกจได้	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.5 ใช้เทอร์โมมิเตอร์ได้ถูกต้อง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.6 อ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์ได้	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่าง ถูกต้อง และครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาด พื้นที่ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 37
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ		
	5	เวลา ท.1 :ป.2 ชั่วโมง	


ใบให้คะแนนการตรวจสอบ

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้
1	การปฏิบัติงาน		30	
1.1	ใช้มัลติมิเตอร์ได้ถูกต้อง	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว ให้คะแนน 5 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง แต่ขาดความคล่องแคล่ว ให้คะแนน 3 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ไม่ถูกต้องและขาดความคล่องแคล่ว ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
1.2	อ่านค่ามัลติมิเตอร์ได้	<ul style="list-style-type: none"> - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดได้ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อน 1 หน่วย ให้คะแนน 3 คะแนน - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 2 หน่วยให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
1.3	ใช้แมนิโพลต์เกจได้ถูกต้อง	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว ให้คะแนน 5 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง แต่ขาดความคล่องแคล่ว ให้คะแนน 3 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ไม่ถูกต้องและขาดความคล่องแคล่ว ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
1.4	อ่านสเกลจากแมนิโพลต์เกจได้	<ul style="list-style-type: none"> - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดได้ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อน 1 หน่วย ให้คะแนน 3 คะแนน - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 2 หน่วยให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
1.5	ใช้เทอร์โมมิเตอร์ได้ถูกต้อง	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว ให้คะแนน 5 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง แต่ขาดความคล่องแคล่ว ให้คะแนน 3 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ไม่ถูกต้องและขาดความคล่องแคล่ว ให้คะแนน 1 คะแนน 	5	
1.6	อ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์ได้	<ul style="list-style-type: none"> - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดได้ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อน 1 หน่วย ให้คะแนน 3 คะแนน - อ่านค่าจากเครื่องมือวัดคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 2 หน่วยให้คะแนน 1 คะแนน 	5	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 38
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 :ป.2 ชั่วโมง

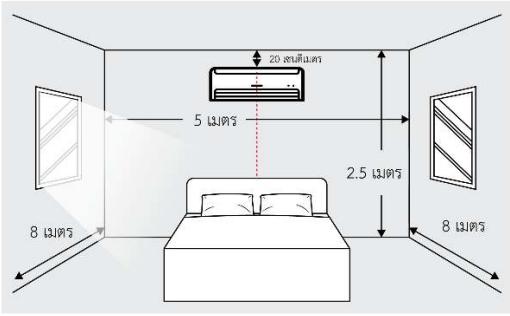
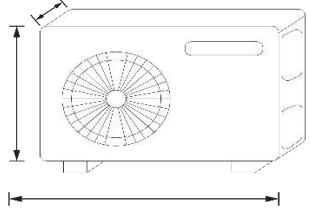
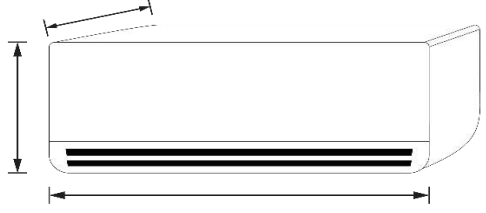
ลำดับ ที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน เต็ม	คะแนนที่ได้
2	กิจนิสัย		5	
2.1	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ อย่างถูกต้องและครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
2.2	สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน อันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้อง และครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
2.3	ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการ ทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
2.4	ความปลอดภัยระหว่างการ ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
2.5	การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			35	


หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 25 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึก
ขอเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติได้

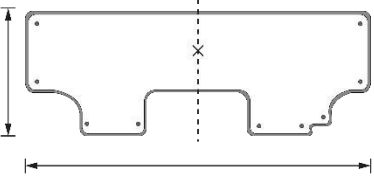
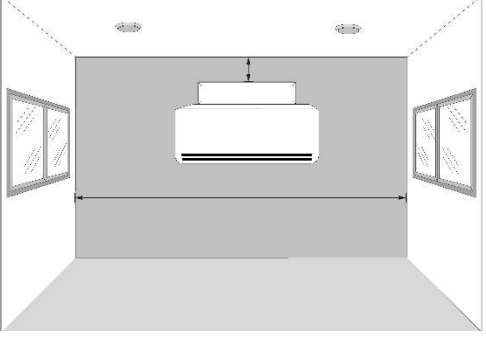
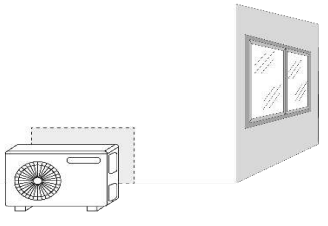
	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 40
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง


2. ลำดับการปฏิบัติงาน

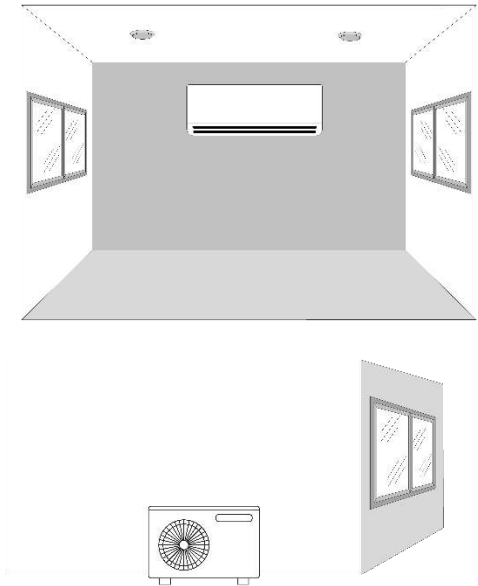

การวัดโดยใช้เครื่องมือทางกล และเครื่องมือส่วนบุคคล เพื่อหาจุดติดตั้งเครื่องปรับอากาศ


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. วัดขนาดแผงฝัก หรือห้องปฏิบัติการ แล้วอ่านแบบที่กำหนดให้ 	เตรียมห้อง หรือแผงฝักเพื่อวัด หาขนาดความกว้าง ความยาว ความสูง หาจุดกึ่งกลางห้อง เพื่อทำการติดตั้งเครื่อง ปรับ อากาศตามแบบที่กำหนด	
2. วัดความกว้าง ยาว สูง ของคอนเดนซิ่งยูนิต แล้วบันทึกผล 	จากนั้น วัดความกว้าง ความ ยาว และความสูงของชุดคอน เดนซิ่ง ยูนิต แล้วบันทึกผล	
3. วัดความกว้าง ยาว สูง ของชุด แฟนคอยล์ยูนิต แล้วบันทึกผล 	วัดความกว้าง ความยาว ความ สูงของชุดแฟนคอยล์ยูนิต แล้วบันทึกผล	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 41
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
4. วัดความกว้าง ยาว เพื่อหาจุดกึ่งกลาง ของแผงยึด คอยล์เย็น แล้วบันทึกผล 	วัดความกว้าง ความยาว ของแผงยึดคอยล์เย็นจากนั้น หาจุดกึ่งกลางแล้วบันทึกผล	
5. วางตำแหน่งแผงยึดคอยล์เย็นให้ได้ตำแหน่งกลาง ห้อง จากนั้นติดตั้ง แผงคอยล์เย็น โดยใช้จุดกึ่งกลางร่วมกัน 	วางตำแหน่งแผงยึดคอยล์เย็น แล้วทดลองติดตั้งแผงคอยล์ยูนิต แล้วทดลองติดตั้งแผงคอยล์ยูนิต โดยใช้จุดกึ่งกลางจุดเดียวกัน กับแผงฝักหรือห้องฝักปฏิบัติการ	
6. วางตำแหน่งคอยล์ร้อนและทดลองวางชุดคอนเดน ซิ่งยูนิต โดยให้ได้ระยะตามแบบ 	จากนั้นวางตำแหน่งคอยล์ร้อน และทดลองวางชุดคอนเดนซิ่งยูนิต โดยให้ได้ระยะตามแบบ	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 42
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 : ป.2 ชั่วโมง


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
7. ตรวจสอบวัฏระยะการติดตั้งต้องตรงตามแบบที่กำหนด 	ตรวจสอบวัฏระยะชุดคอนเดนซึ่งยูนิท และแฟนคอยล์ยูนิท	
8. บันทึกผล 	บันทึกผลการติดตั้ง	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 43
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 5	เวลา ท.1 :ป.2 ชั่วโมง

3. ตรวจสอบชิ้นงาน


ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การวัด และการทดลองติดตั้งเครื่องปรับอากาศ	
	1.1 วัดความกว้าง ความยาว ความสูง ของแผงฝักปฏิบัติการ หรือห้องปฏิบัติการ ได้ถูกต้อง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 วัดความกว้าง ความยาว ความสูง ของคอนเดนซิ่งยูนิตได้ถูกต้อง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 วัดความกว้าง ความยาว ความสูง ของแฟนคอยล์ยูนิตได้ถูกต้อง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.4 ติดตั้งแผงยัด และแฟนคอยล์ยูนิต บนแผงฝักปฏิบัติการ หรือห้องปฏิบัติการได้ถูกต้อง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.5 ติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิต ตามแบบที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้อง และครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 44
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	งานย่อยที่ 5


ใบให้คะแนนการตรวจสอบ

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้
1	การปฏิบัติงาน		25	
	1.1 วัดความกว้าง ความยาว ความสูง ของแผงฝัก ปฏิบัติการ หรือ ห้องปฏิบัติการ แล้วทำ เครื่องหมายกึ่งกลาง ได้ ถูกต้อง	- วัดมิติได้ถูกต้อง กำหนดจุดกึ่งกลางได้ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - วัดมิติหรือกำหนดจุดกึ่งกลางคลาดเคลื่อน 1-2 มิลลิเมตร ให้คะแนน 3 คะแนน - วัดมิติหรือกำหนดจุดกึ่งกลางคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.2 วัดความกว้าง ความยาว ความสูง ของคอนเดนซิ่งยูนิต ได้ถูกต้อง	- วัดมิติได้ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - วัดมิติคลาดเคลื่อน 1-2 มิลลิเมตร ให้คะแนน 3 คะแนน - วัดมิติคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.3 วัดความกว้าง ความยาว ความสูง แล้วทำเครื่องหมาย กึ่งกลาง สำหรับแฟนคอยล์ยูนิตได้ถูกต้อง	- วัดมิติได้ถูกต้อง กำหนดจุดกึ่งกลางได้ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - วัดมิติหรือกำหนดจุดกึ่งกลางคลาดเคลื่อน 1-2 มิลลิเมตร ให้คะแนน 3 คะแนน - วัดมิติหรือกำหนดจุดกึ่งกลางคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.4 ติดตั้งแผงยึด และแฟน คอยล์ยูนิต บนแผงฝัก ปฏิบัติการ หรือ ห้องปฏิบัติการได้ถูกต้อง	- วัดมิติได้ถูกต้อง กำหนดจุดกึ่งกลางได้ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - วัดมิติหรือกำหนดจุดกึ่งกลางคลาดเคลื่อน 1-2 มิลลิเมตร ให้คะแนน 3 คะแนน - วัดมิติหรือกำหนดจุดกึ่งกลางคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.5 ติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิต ตามแบบที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง	- ใช้เครื่องมือส่วนบุคคลได้ถูกต้อง และติดตั้งตรงตามแบบที่กำหนด ให้คะแนน 5 คะแนน - ใช้เครื่องมือส่วนบุคคลไม่ถูกต้อง หรือติดตั้งไม่ตรงตามแบบที่กำหนด คลาดเคลื่อน 1-2 มิลลิเมตร ให้คะแนน 3 คะแนน - ใช้เครื่องมือส่วนบุคคลไม่ถูกต้อง หรือติดตั้งไม่ตรงตามแบบที่กำหนด คลาดเคลื่อนตั้งแต่ 3 มิลลิเมตรขึ้นไป ให้คะแนน 1 คะแนน	5	

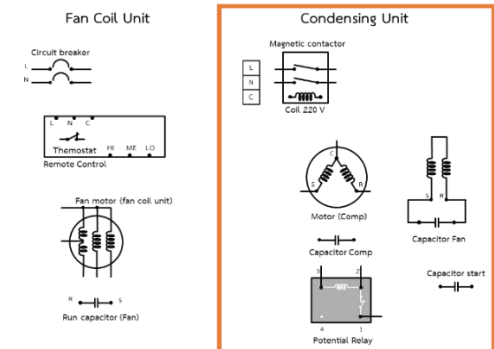
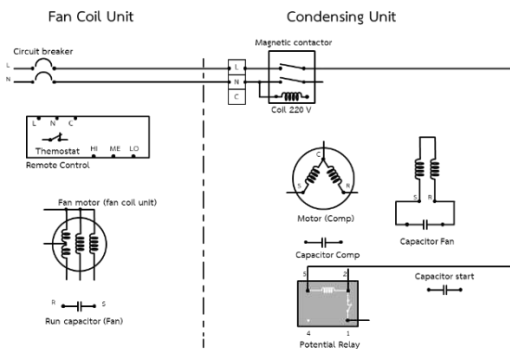
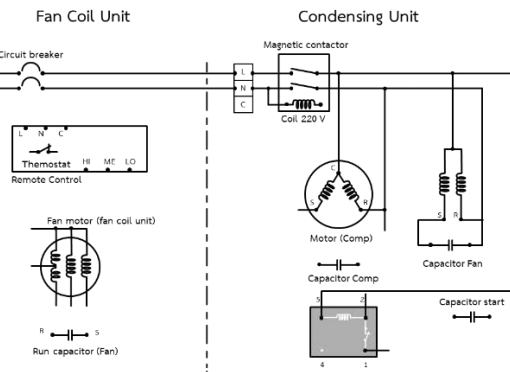
	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 45
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และการพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : เครื่องมือสำหรับช่างเครื่องปรับอากาศ	งานย่อยที่ 5


ลำดับ ที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้
2	กิจนิสัย		5	
	2.1 เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์อย่าง ถูกต้องและครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ ป้องกันอันตรายส่วน บุคคลอย่างถูกต้อง และครบถ้วน ก่อน เริ่มปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับ ขั้นตอนการทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.4 ความปลอดภัย ระหว่างการ ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.5 การเก็บ เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำ ความสะอาดพื้นที่ ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			30	

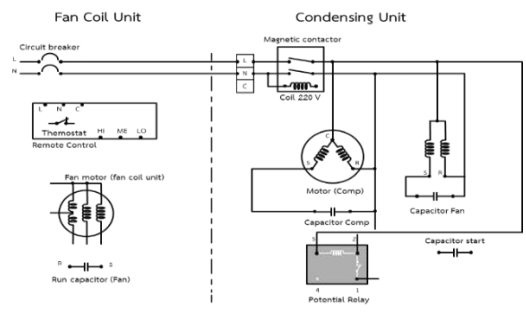
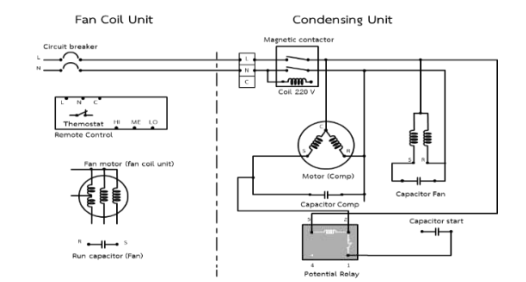
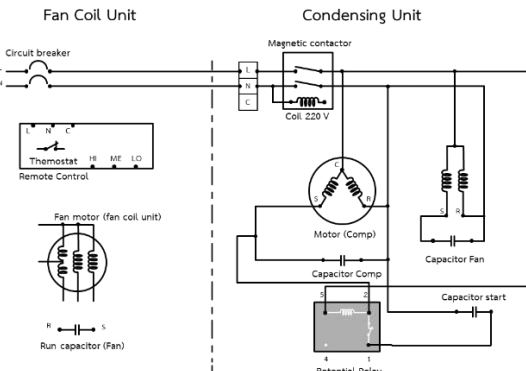
หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 21 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึก
ขอเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติได้


	<h2 style="text-align: center;">ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน</h2>	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 46
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

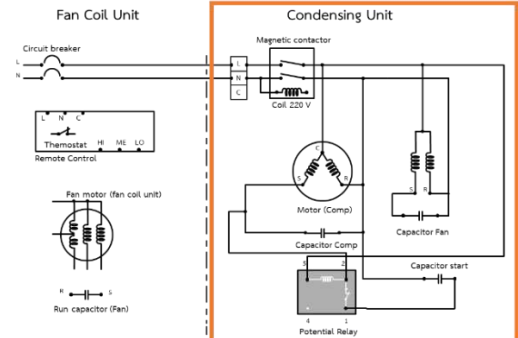
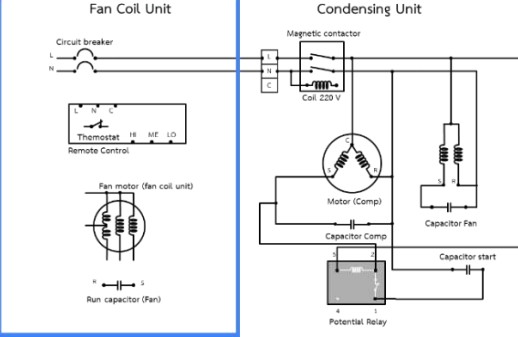
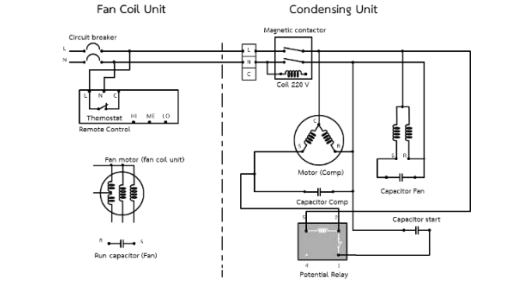
วงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
<p>1. เขียนวงจรคอยล์ร้อน</p> 	เขียนวงจรในส่วนของคอยล์ร้อน ก่อน	
<p>2. เขียนวงจรจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ไปยังเทอร์มินอล แมคเนติกคอนแทคเตอร์ และโพเทนเชียลรีเลย์</p> 	เขียนวงจรจากเซอร์กิต เบรกเกอร์ฝั่งคอยล์เย็นไปยัง เทอร์มินอล และแมคเนติกคอน แทคเตอร์ จากนั้นเขียนวงจรจาก แมคเนติกคอนแทคเตอร์ต่อเนื่อง ไปยังขั้ว 5 ของโพเทนเชียลรีเลย์	
<p>3. เขียนวงจรจากแมคเนติกคอนแทคเตอร์ เข้าสู่มอเตอร์ คอมเพรสเซอร์ และวงจรมอเตอร์พัดลมคอยล์ร้อน</p> 	เขียนวงจรจาก แมคเนติกคอนแทคเตอร์ เข้าสู่ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ผ่านขั้ว C S และ R และวงจรมอเตอร์พัดลม คอยล์ร้อน	

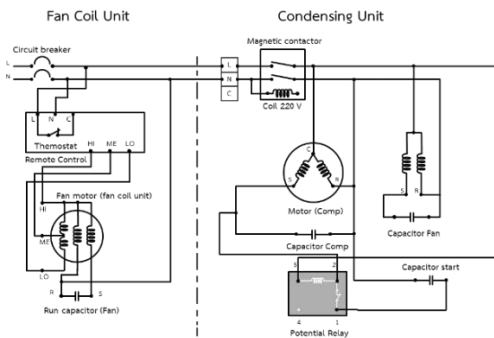
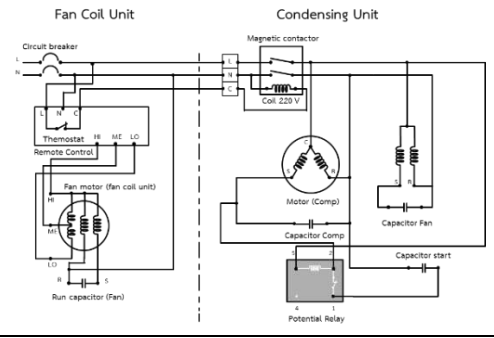
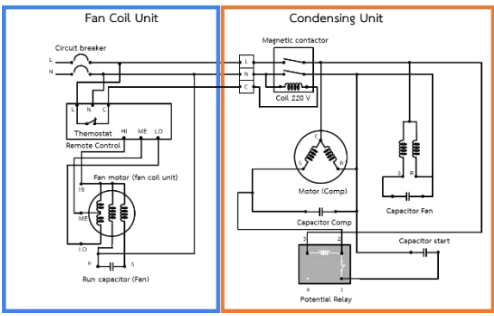
	<p style="text-align: center;">ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน</p>	<p>หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก</p>	<p>หน้า 47</p>
		<p>หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก</p>	
<p>เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ</p>		<p>หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ</p>	
		<p>งานย่อยที่ 8</p>	<p>เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง</p>


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
<p>4. เขียนวงจรโดยเชื่อมสายจากมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ต่อเข้ากับคาปาซิเตอร์คอมเพรสเซอร์</p> 	<p>เขียนวงจรมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ให้เชื่อมต่อกับคาปาซิเตอร์คอมเพรสเซอร์</p>	
<p>5. เขียนวงจรจากมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ไปโพเทนเชียลรีเลย์ เพื่อต่อวงจรไปยังคาปาซิเตอร์แบบสตาร์ท</p> 	<p>เขียนวงจรต่อเนื่องจากมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ไปยังขั้ว 2 โพเทนเชียลรีเลย์ เพื่อต่อวงจรไปยังคาปาซิเตอร์แบบสตาร์ท</p>	
<p>6. เขียนวงจรจากคาปาซิเตอร์แบบสตาร์ทไปยังจุดต่อเพื่อเชื่อมต่อกับคาปาซิเตอร์รัน แล้วต่อไปยังนิวทรัล</p> 	<p>เขียนวงจรจากคาปาซิเตอร์แบบสตาร์ทไปยังคาปาซิเตอร์รัน แล้วต่อไปยังนิวทรัล</p>	

	<h2 style="text-align: center;">ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน</h2>	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 48
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
<p>7. ตรวจสอบวงจรในส่วนของคอยล์ร้อน</p> 	ตรวจสอบความครบถ้วนของวงจร ในส่วนของคอยล์ร้อนอีกครั้ง ก่อนเริ่มเขียนวงจรคอยล์เย็น	
<p>8. เขียนวงจรคอยล์เย็น</p> 	เขียนวงจรคอยล์เย็นต่อจาก วงจรคอยล์ร้อน	
<p>9. เขียนวงจรจากสาย L และ N จาก เซอร์กิตเบรกเกอร์ ไปยังกล่องควบคุม</p> 	เขียนวงจรจากสาย L และ N จากเซอร์กิตเบรกเกอร์ ไปยัง กล่องควบคุม (ซึ่งภายในจะมี หน้าสัมผัสของเทอร์โมสตัท อยู่ โดยต่อที่ขั้ว c ทำหน้าที่ ควบคุมอุณหภูมิภายในห้อง)	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 49
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
10. เขียนวงจร HI ME และ LO ต่อไปยังมอเตอร์พัดลม คอยล์เย็น และคาปาซิเตอร์ และต่อวงจรที่เหลืออกจากคา ปาซิเตอร์ไปยังเซอร์กิตเบรกเกอร์ 	เขียนวงจร HI ME และ LO ต่อไปยังมอเตอร์พัดลมคอยล์ เย็น และคาปาซิเตอร์แบบรัน และ ต่อวงจรที่เหลืออกจากคาปาซิ เตอร์แบบรันไปยังเซอร์กิต เบรกเกอร์	
11. เขียนวงจรขั้ว C จากกล่องควบคุมไปยังคอยล์เย็น 	เขียนวงจรขั้ว C จากกล่อง ควบคุมไปยัง แมคเนติกคอน แทคเตอร์ที่คอนเดนซิ่งยูนิต	
12. ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร 	ตรวจสอบความเรียบร้อยของ วงจรที่เขียนอีกครั้ง จากนั้น ส่งใบงานให้ครูฝึกประเมิน	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 50
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

ตรวจสอบชิ้นงาน


ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้


ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การเขียนไดอะแกรม วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ	
	1.1 ความถูกต้องในการเขียนวงจรไดอะแกรม	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 บันทึกผลลงในแบบบันทึกผล	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.2 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์เข้าที่เรียบร้อย	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 การทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และพื้นที่ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน

ใบให้คะแนนการตรวจสอบ

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ ได้
1	การปฏิบัติงาน		10	
	1.1 วงจรของคอยล์ร้อน	- เขียนวงจรได้ถูกต้องทุกส่วน ให้คะแนน 5 คะแนน - เขียนวงจรผิด ตัดคะแนนจุดละ 1 คะแนน	5	
	1.2 วงจรของคอยล์เย็น	- เขียนวงจรได้ถูกต้องทุกส่วน ให้คะแนน 5 คะแนน - เขียนวงจรผิด ตัดคะแนนจุดละ 1 คะแนน	5	
2	กิจนิสัย		3	
	2.1 บันทึกลงในแบบบันทึกผล	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.2 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ และ อุปกรณ์เข้าที่เรียบร้อย	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.3 การทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และพื้นที่ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			13	


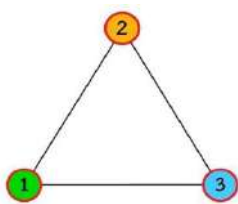

หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 10 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึกขอเข้ารับ
การทดสอบภาคปฏิบัติได้


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 51
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง
ใบขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ 2.1 การตรวจสอบอุปกรณ์และวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ			
1. การเตรียมการ			
1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล			
สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ได้แก่			
<ul style="list-style-type: none"> - ถุงมือผ้า - รองเท้านิรภัย - ชุดปฏิบัติการช่าง 			
1.2 รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน			
1.3 การเตรียมสถานที่			
<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ให้มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือวัสดุอันตราย เช่น สายไฟฟ้าวางกีดขวางอยู่ 2. ดูแลไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในบริเวณปฏิบัติงาน 3. เตรียมชุดปฐมพยาบาลเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน 4. รับทราบจุดที่ตั้งของอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น 			
1.4 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน			
<ol style="list-style-type: none"> 1. คีม 2. ไขควง 3. คอมเพรสเซอร์ 4. มัลติมิเตอร์ 5. ปีกเกอร์ 			จำนวน 1 อัน จำนวน 1 อัน จำนวน 1 เครื่อง จำนวน 1 เครื่อง จำนวน 1 ปีกเกอร์
หมายเหตุ ตรวจสอบเครื่องมือว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ หากพบว่าเครื่องมือขึ้นไต่ชำรุด ให้รายงานครูฝึกให้ทราบ			
1.5 การเตรียมวัสดุต่อผู้รับการฝึก 1 คน			
<ol style="list-style-type: none"> 1. คาปาซิเตอร์ 2. โปเทนเชียลรีเลย์ 3. แมคเนติกคอนแทคเตอร์ 4. มอเตอร์พัดลมคอยล์ร้อน 5. มอเตอร์พัดลมคอยล์เย็น 6. ตัวควบคุมอุณหภูมิ (เทอร์โมสตัท) 7. สวิตช์เลือก หรือ ชุดควบคุมทางไฟฟ้า 8. น้ำแข็ง 9. เกลือ 			จำนวน 1 ตัว จำนวน 1 ตัว จำนวน 1 ตัว จำนวน 1 ตัว จำนวน 1 ตัว จำนวน 1 ตัว จำนวน 1 ตัว จำนวน 100 กรัม จำนวน 30 กรัม

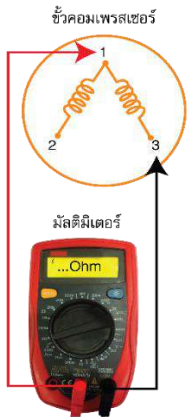

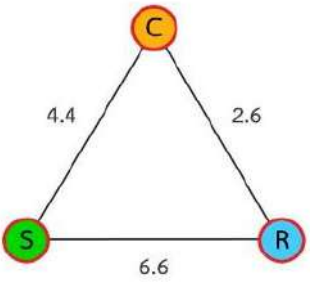
	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 52
		หน่วยกรฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง



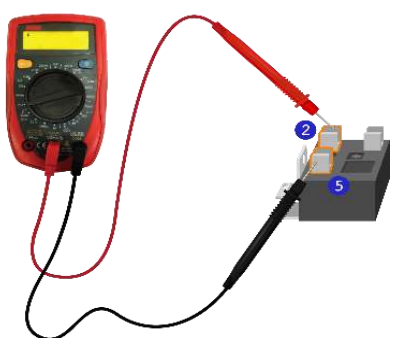
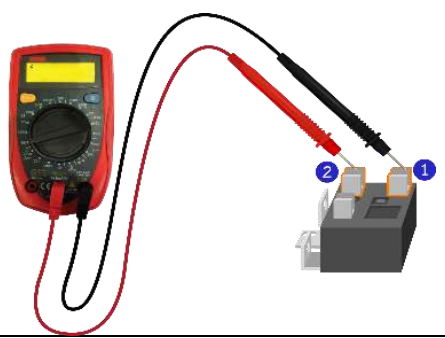

ลำดับการปฏิบัติงาน


2.1 การตรวจสอบขั้วคอมเพรสเซอร์

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 1. ปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไปที่ Range R × 1 หรือ 10 หรือ 200 โอห์ม 	ทำการตรวจขั้ว คอมเพรสเซอร์ โดยปรับ ย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไป ที่ Range R × 1 หรือ 10 หรือ 200 โอห์ม	กรณีที่ใช้มัลติมิเตอร์แบบเข็ม ให้ทดสอบ Zero โดยให้เข็มชี้ ตรงเลข 0
2. กำหนดจุด 3 จุด แทนตำแหน่งขั้วคอมเพรสเซอร์ 	กำหนดจุดเป็นสามเหลี่ยม บนกระดาษ โดยแบ่งเป็นขั้ว ที่ 1 2 และ 3	
3. ตรวจขั้ว 1 กับ 2 แล้วบันทึกผล 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความ ต้านทานระหว่างขั้ว 1 กับ 2 บันทึกผล	ไม่ควรให้ร่างกายสัมผัสกับ เข็มวัดและอุปกรณ์ที่กำลัง จะวัด เนื่องจากค่าความ ต้านทานภายในร่างกายอาจ ทำให้ค่าความต้านทานที่วัด ได้คลาดเคลื่อน


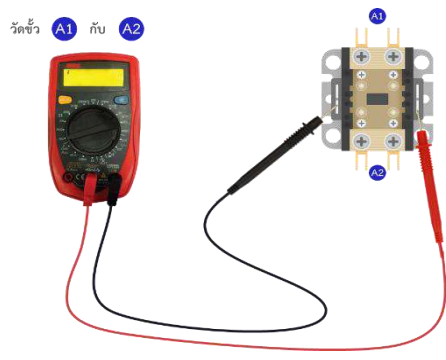
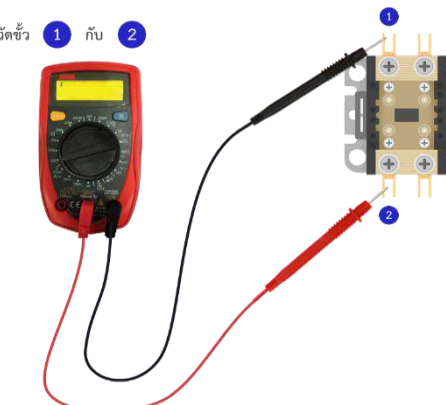
	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 53
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง


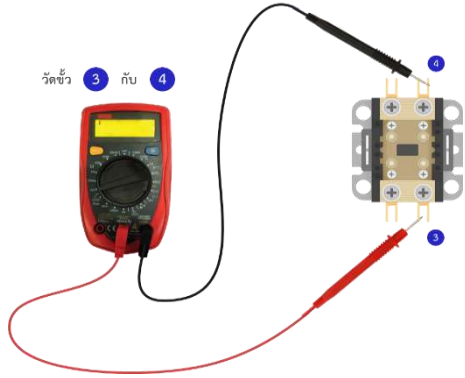
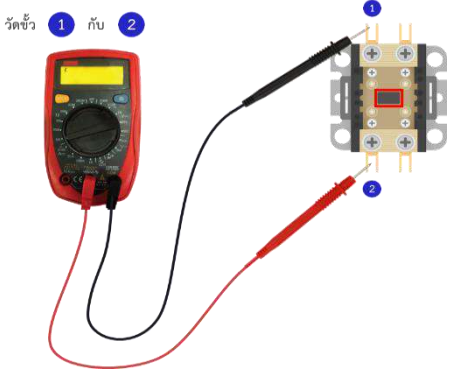
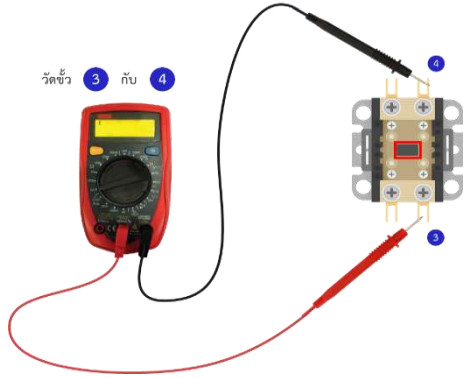
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
4. ตรวจสอบขั้ว 1 กับ 3 แล้วบันทึกผล 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน ระหว่างขั้ว 1 กับ 3 บันทึกผล	
5. ตรวจสอบขั้ว 2 กับ 3 แล้วบันทึกผล 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความ ต้านทานระหว่างขั้ว 2 กับ 3 บันทึกผล	
6. กำหนดขั้ว C ขั้ว S และขั้ว R แทนตำแหน่งขั้ว 1 ขั้ว 2 และ ขั้ว 3 	กำหนดขั้ว C ขั้ว S และขั้ว R จากค่าที่วัดค่าความต้านทานได้ สูงสุด ขั้วที่อยู่ตรงข้ามจะเป็น ขั้ว C จากนั้นโดยทางเทคนิค ขั้ว S จะมีค่ารองลงมา และ ขั้ว R จะมีค่าน้อยที่สุด บันทึกผลลงในใบงาน และ ส่งครูฝึกเพื่อรับการประเมิน	


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 54
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 8		
การตรวจสอบโพเทนเชียลรีเลย์			
1. ปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไปที่ Range R x 10 โอห์ม		ปรับย่านมัลติมิเตอร์ไปที่ R x 10	
2. วัดขั้วที่ 2 กับขั้วที่ 5 ซึ่งเป็นคอยล์ แล้วบันทึกผล		ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 2 กับขั้ว 5 จากนั้นบันทึกผลลงใน ตารางที่กำหนดให้	ไม่ควรให้ร่างกายสัมผัสกับ เข็มวัดและอุปกรณ์ที่กำลังจะ วัด เนื่องจากค่าความ ต้านทานภายในร่างกายอาจ ทำให้ค่าความต้านทานที่วัด ได้คลาดเคลื่อน
3. ปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไปที่ Range R x 1 โอห์ม วัด ขั้วที่ 1 กับขั้วที่ 2 แล้วบันทึกผล		ปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ ไปที่ Range R x 1 โอห์ม ใช้มัล ทิมิเตอร์วัดขั้ว 1 กับ 2 จากนั้นบันทึกผลลงในตาราง ที่กำหนดให้	
4. สรุปผลการตรวจสอบ		สรุปผลการตรวจสอบว่าโพ เทนเชียลรีเลย์ดี หรือไม่	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 55
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 8		


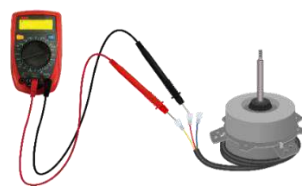
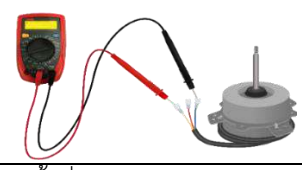
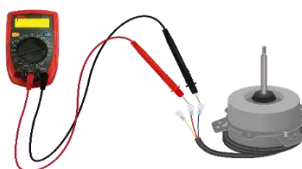

การตรวจสอบแมกเนติกคอนแทคเตอร์


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไปที่ Range R x 10 โอห์ม 	ปรับย่านมัลติมิเตอร์ไปที่ R x 1 หรือ 10	
2. วัดขั้ว A1 กับขั้ว A2 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว A1 กับขั้ว A2 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้	ไม่ควรให้ร่างกายสัมผัสกับ เข็มวัดและอุปกรณ์ที่กำลังจะ วัด เนื่องจากค่าความ ต้านทานภายในร่างกายอาจ ทำให้ค่าความต้านทานที่วัด ได้คลาดเคลื่อน
3. วัดขั้วที่ 1 กับขั้วที่ 2 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 1 กับ 2 จากนั้น บันทึกผลลงในตารางที่กำหนดให้	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 56
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		งานย่อยที่ 8	
			เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง	
4. วัดขั้วที่ 3 กับขั้วที่ 4 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 3 กับ 4 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้			
5. กดปุ่มสวิตช์เพื่อต่อหน้าสัมผัส จากนั้นวัดขั้วที่ 1 กับขั้วที่ 2 	กดปุ่มสวิตช์บนตัว แมคเนติกคอนแทคเตอร์ เพื่อให้หน้าสัมผัสเปลี่ยนสถานะ และใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 1 กับ 2 จากนั้นบันทึกผลลงในตาราง ที่กำหนดให้			
6. กดปุ่มสวิตช์เพื่อต่อหน้าสัมผัส จากนั้นวัดขั้วที่ 3 กับ ขั้วที่ 4 	กดปุ่มสวิตช์บน ตัวแมคเนติกคอนแทคเตอร์ เพื่อให้หน้าสัมผัสเปลี่ยนสถานะ และใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 3 กับ 4 จากนั้นบันทึกผลลงในตาราง ที่กำหนดให้ สรุปผลการตรวจสอบว่าแมค เนติกคอนแทคเตอร์ดีหรือไม่			


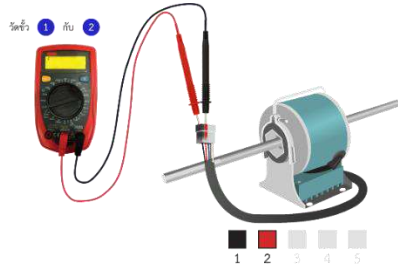
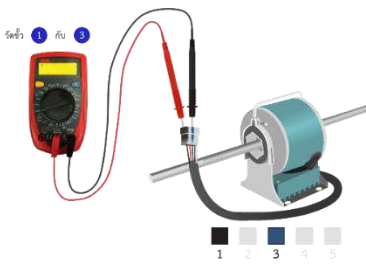
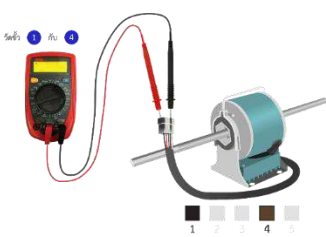
	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 57
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		งานย่อยที่ 8 เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

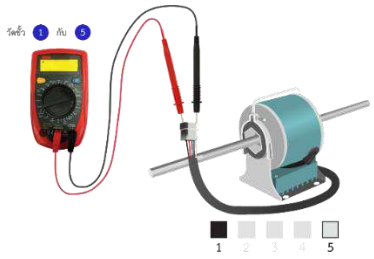
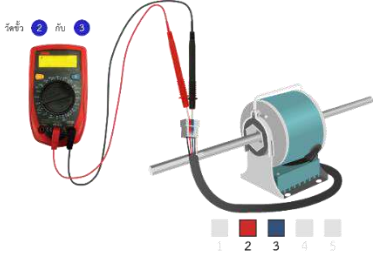
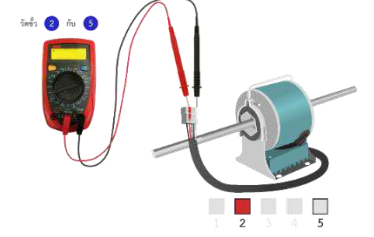
การตรวจสอบมอเตอร์พัดลมคอยล์ร้อน


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไปที่ Range R x 10 โอห์ม 	ปรับย่านมัลติมิเตอร์ไปที่ R x 1 หรือ 10	
2. วัดขั้วที่ 1 กับขั้วที่ 2 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 1 กับขั้ว 2 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้	ไม่ควรให้ร่างกายสัมผัส กับเข็มวัดและอุปกรณ์ที่ กำลังจะวัด เนื่องจากค่า ความต้านทานภายใน ร่างกายอาจทำให้ค่าความ ต้านทานที่วัดได้ คลาดเคลื่อน
4. วัดขั้วที่ 1 กับขั้วที่ 3 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 1 กับ 3 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้	
6. วัดขั้วที่ 2 กับขั้วที่ 3 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 2 กับ 3 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้	
8. สรุปผลการตรวจสอบ 	สรุปผลการตรวจว่ามอเตอร์พัด ลมคอยล์ร้อนดีหรือไม่	

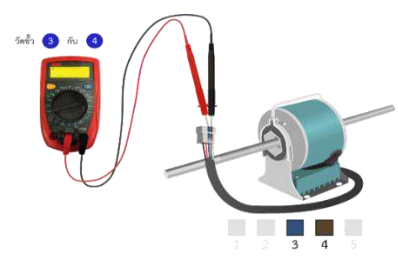
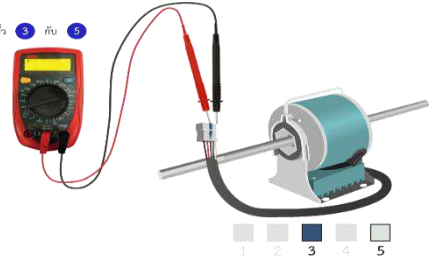
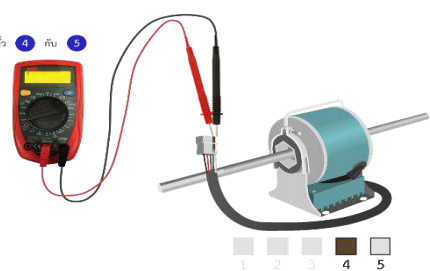

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 58
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		งานย่อยที่ 8
	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง		


การตรวจสอบมอเตอร์พัดลมคอยล์เย็น

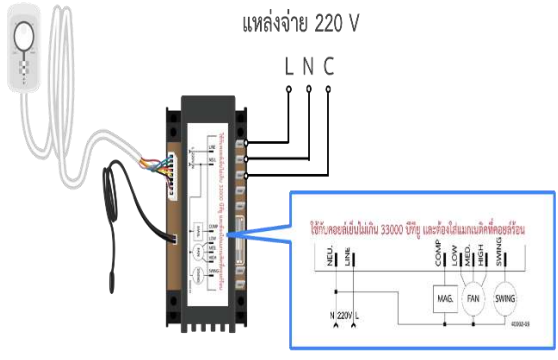
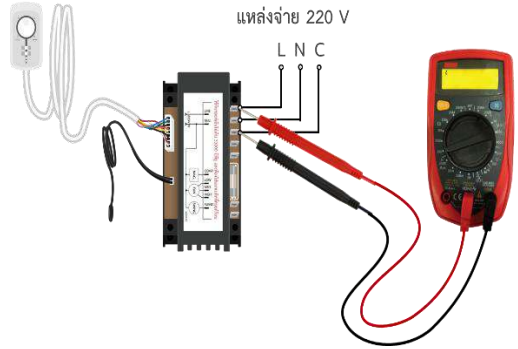
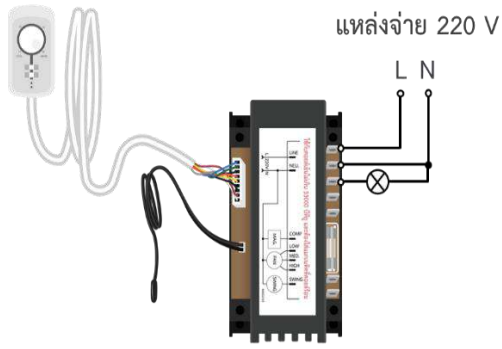
1. ปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไปที่ Range R x 10 โอห์ม 	ปรับย่านมัลติมิเตอร์ไปที่ R x 1 หรือ 10	
2. วัดขั้วที่ 1 กับขั้วที่ 2 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 1 กับขั้ว 2 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้	ไม่ควรให้ร่างกายสัมผัสกับ เข็มวัดและอุปกรณ์ที่กำลังจะ วัด เนื่องจากค่าความ ต้านทานภายในร่างกายอาจ ทำให้ค่าความต้านทานที่วัด ได้คลาดเคลื่อน
3. วัดขั้วที่ 1 กับขั้วที่ 3 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 1 กับ 3 จากนั้น บันทึกผลลงในตารางที่กำหนดให้	
4. วัดขั้วที่ 1 กับขั้วที่ 4 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 1 กับ 4 จากนั้น บันทึกผลลงในตารางที่กำหนดให้	


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 59
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ			เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 8			
5. วัดขั้วที่ 1 กับขั้วที่ 5		ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 1 กับ 5 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้		
6. วัดขั้วที่ 2 กับขั้วที่ 3		ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 2 กับ 3 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้		
7. วัดขั้วที่ 2 กับขั้วที่ 4		ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 2 กับ 4 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้		
8. วัดขั้วที่ 2 กับขั้วที่ 5		ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 2 กับ 5 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้		

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 60
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง
งานย่อยที่ 8			


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
9. วัดขั้วที่ 3 กับขั้วที่ 4 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 3 กับ 4 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้	
10. วัดขั้วที่ 3 กับขั้วที่ 5 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 3 กับ 5 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้	
11. วัดขั้วที่ 4 กับขั้วที่ 5 	ใช้มัลติมิเตอร์วัดขั้ว 4 กับ 5 จากนั้นบันทึกผลลงในตารางที่ กำหนดให้	
12. สรุปผลการตรวจสอบ 	สรุปผลการตรวจว่ามอเตอร์พัด ลมคอยล์เย็นดีหรือไม่	

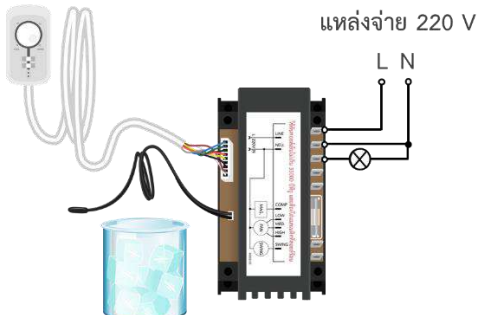
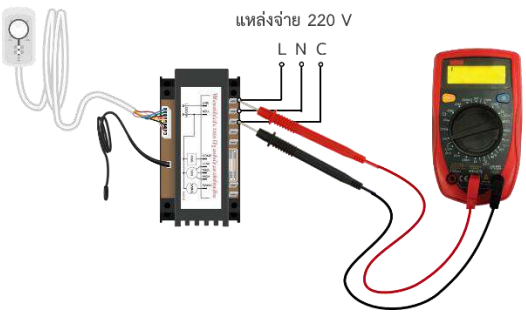

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 61
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 8		


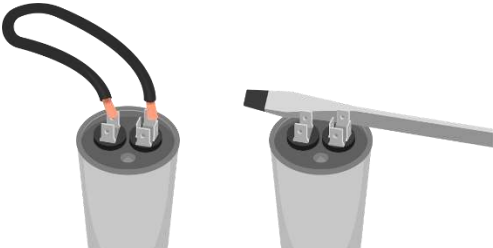


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. บันทึกค่าแผ่นป้ายจากกล่องควบคุม 	นำตัวควบคุมอุณหภูมิหรือ เทอร์โมสตัท มาศึกษา ส่วนประกอบและบันทึกค่า แผ่นป้าย	
2. ปรับตัวควบคุมไปที่ตำแหน่งสูงสุด แล้ววัดค่าความ ต้านทาน พร้อมบันทึกผล 	ปรับตัวควบคุมอุณหภูมิไปที่ ตำแหน่งสูงสุด (หมุนตาม เข็มนาฬิกา) แล้วใช้โอห์ม มิเตอร์วัดค่าความต้านทาน ที่ขั้วไฟฟ้าของตัวควบคุม อุณหภูมิ จากนั้นบันทึกผล การทดลอง (ขณะนี้ยังไม่ จ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้ากล่อง ควบคุม)	
3. ต่อดวงจรไปยังหลอดไฟและแหล่งจ่ายไฟ 	ทำการต่อดวงจรจากตัว ควบคุมอุณหภูมิไปยังหลอด ไฟฟ้า และแหล่งจ่ายไฟ 220 V	


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 62
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		หัวข้อวิชา: วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง

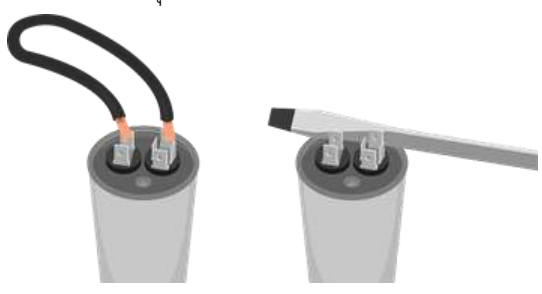


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
4. ให้ครูฝึกตรวจสอบความพร้อมเพื่อป้องกันอันตราย 	ให้ครูฝึกตรวจสอบความพร้อมใน การจ่ายไฟฟ้า เพื่อให้ วงจรไฟฟ้าทำงาน	อันตรายจากไฟฟ้าอาจทำให้ เสียชีวิตได้ ควรตรวจสอบ ความปลอดภัยในการ ทดลอง และมีครูฝึกดูแล อย่างใกล้ชิด
5. จ่ายไฟให้วงจร หลอดไฟจะติด ตัวควบคุมอุณหภูมิอยู่ใน ในช่วง Cut In 	จ่ายไฟให้แก่วงจรไฟฟ้า โดย หลอดไฟจะติด ตัวควบคุม อุณหภูมิอยู่ในช่วง Cut In	
6. นำส่วนปลายของตัวควบคุมอุณหภูมิแช่ลงในบีกเกอร์ ที่ใส่น้ำแข็งและเกลือ 	นำส่วนปลายของตัวควบคุม อุณหภูมิแช่ลงในบีกเกอร์ที่ใส น้ำแข็ง และเกลือไว้	
7. บันทึกค่าอุณหภูมิ ที่จุด Cut Out 	บันทึกค่าอุณหภูมิขณะที่ตัว ควบคุมอุณหภูมิทำงานที่จุด Cut Out โดยวงจรจะตัด และ หลอดไฟดับ	


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 63
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		งานย่อยที่ 8
	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง		

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
8. นำส่วนปลายที่แช่ในบีกเกอร์ออก เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ให้บันทึกค่าที่จุด Cut In เมื่อหลอดไฟติด 	นำส่วนปลายของตัวควบคุมอุณหภูมิออกจากน้ำแข็ง ปล่อยให้วางไว้ให้อุณหภูมิสูงขึ้น บันทึกค่าอุณหภูมิขณะที่ตัวควบคุมอุณหภูมิทำงานที่จุด Cut In วงจรไฟฟ้าต่อ และ หลอดไฟติด	
9. ปรับตัวอุณหภูมิไฟที่ตำแหน่งกึ่งกลาง ทดลองทำใหม่อีกครั้ง 	ปรับตัวอุณหภูมิไฟที่ตำแหน่งกึ่งกลาง ทดลองทำใหม่อีกครั้งตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2-7	
10. สรุปผลการตรวจสอบ 	สรุปผลการตรวจสอบ	

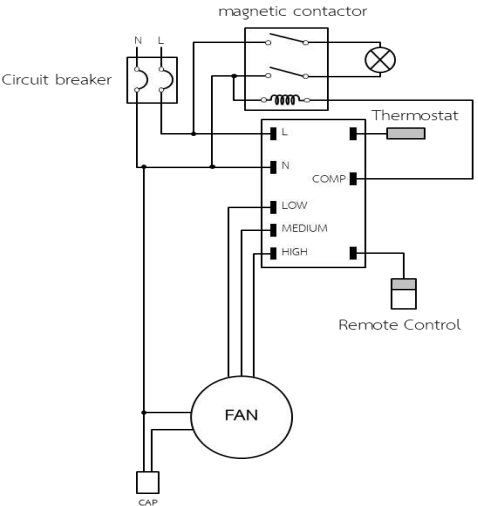
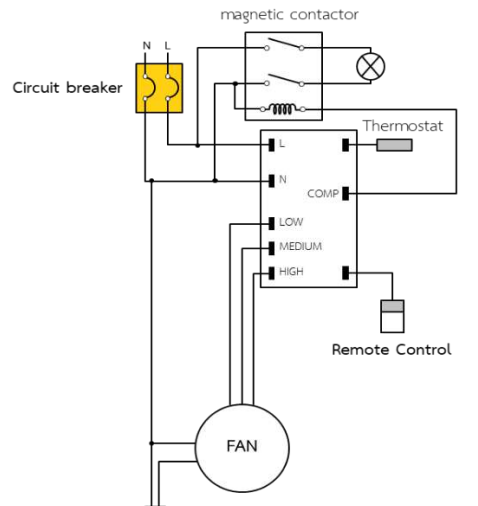
	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 64
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 8		
การตรวจสอบคาปาซิเตอร์			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ดิสชาร์จประจุ 		นำคาปาซิเตอร์มา ดิสชาร์จประจุ โดยให้ สายไฟแตะกับขั้วทั้ง 2 ขั้ว	
2. ปรับย่านมัลติมิเตอร์ไปที่ R x 10 แล้ววัดที่ขั้วของคาปา ซิเตอร์ 		นำมัลติมิเตอร์มาตั้ง Range R x 10 แล้ววัดที่ขั้วทั้ง สองข้างของคาปาซิเตอร์ สังเกตผลและ บันทึกผล	
3. ในกรณีที่ใช้มัลติมิเตอร์แบบเข็ม หากเข็มไม่ขึ้นหรือขึ้น น้อยให้ปรับย่าน Range เป็น R x 100 หรือ R x 10K 		ถ้าเข็มของมัลติมิเตอร์ไม่ ขึ้นหรือขึ้นน้อยไปให้ปรับ Range เป็น R x 100 หรือ R x 10K	


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 65
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 8		

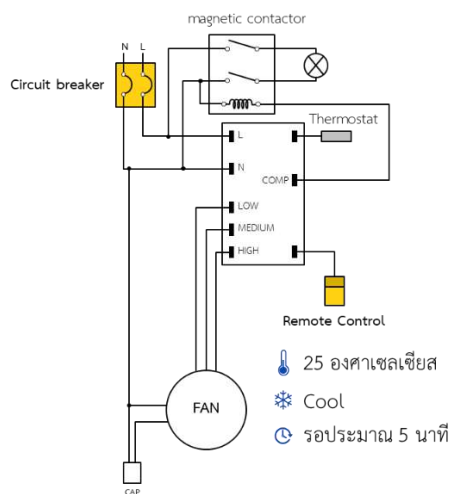
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
4. ดิสชาร์จประจุอีกครั้ง 	ทำการดิสชาร์จประจุอีกครั้ง	
5. วัดที่ขั้วของคาปาซิเตอร์ทั้งสองข้าง 	ทำการวัดขั้วทั้งสองข้าง	
6. สรุปผลการตรวจสอบ 	จากนั้นบันทึกผล และ สรุปผลที่ได้ ว่าคาปาซิ เตอร์ดี หรือไม่	


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 66
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		
	งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง	

การทดสอบสวิตช์เลือก หรือ ชุดควบคุมทางไฟฟ้า

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ต่อดวงจรตามแบบที่กำหนดให้ 	ต่อดวงจรตามรูป	
2. On เซอร์กิตเบรกเกอร์ แล้วปรับรีโมทคอนโทรล 	On เซอร์กิตเบรกเกอร์ แล้วปรับรีโมทคอน โทรลควบคุมความเร็วพัด ลม จากนั้นบันทึกผล	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 67
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ		เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 8		

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
3. ปรับอุณหภูมิที่ 25 องศา และปรับโหมดเป็น Cool 	ปรับอุณหภูมิที่ 25 องศา และปรับโหมดเป็น Cool รอ ประมาณ 5 นาที แล้วบันทึก ผล	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 68
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : วงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 8	เวลา ท.2 : ป.3 ชั่วโมง


ตรวจสอบชิ้นงาน


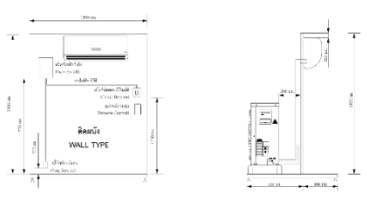
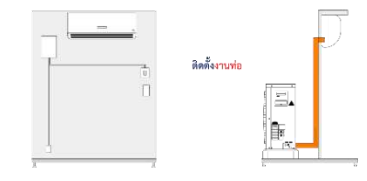
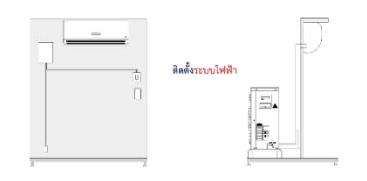
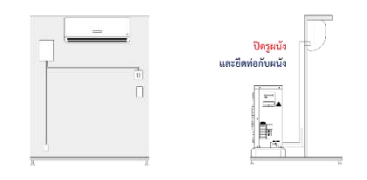
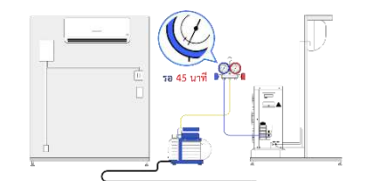
ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้



ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	ตรวจสอบอุปกรณ์และวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	
	1.1 ตรวจสอบขั้วคอมเพรสเซอร์	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 ตรวจสอบโพเทนเชียลลีย์	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 ตรวจสอบแมคเนติกคอนแทคเตอร์	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.4 ตรวจสอบมอเตอร์พัดลมคอยล์ร้อน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.5 ตรวจสอบมอเตอร์พัดลมคอยล์เย็น	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.6 ตรวจสอบตัวควบคุมอุณหภูมิ (เทอร์โมสตัท)	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.7 ตรวจสอบคาปาซิเตอร์	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.8 ทดสอบสวิตช์เลือก หรือ ชุดควบคุมทางไฟฟ้า	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน


ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
		- ตรวจสอบได้ไม่ถูกต้องตามขั้นตอน บันทึกผลคลาดเคลื่อน 1-2 หน่วย ให้คะแนน 3 คะแนน - ตรวจสอบได้ไม่ถูกต้องตามขั้นตอน บันทึกผลคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 3 หน่วยขึ้นไป ให้คะแนน 1 คะแนน		
2	กิจนิสัย		5	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			45	

หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 32 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึกขอเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติได้

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 69
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา: การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : 1.6 ชั่วโมง	
ใบขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ 7.1 การติดตั้งและทดสอบเครื่องปรับอากาศ				
1. การเตรียมการ				
1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล				
สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ได้แก่				
<ul style="list-style-type: none"> - ถุงมือผ้า - รองเท้านิรภัย - ชุดปฏิบัติการช่าง 				
1.2 รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน				
1.3 การเตรียมสถานที่				
<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ให้มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือวัสดุอันตราย เช่น สายไฟฟ้าวางกีดขวางอยู่ 2. ดูแลไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในบริเวณปฏิบัติงาน 3. เตรียมชุดปฐมพยาบาลเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน 4. รับทราบจุดที่ตั้งของอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น 				
1.4 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน				
<ol style="list-style-type: none"> 1. สว่านไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง 2. ไชควงไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว 3. ระดับน้ำ จำนวน 1 อัน 4. ตลับเมตร จำนวน 1 อัน 5. ดินสอ จำนวน 1 แท่ง 6. ชุดเครื่องมืองานท่อ (ตัด คัด บาน ขยาย ลบคม ชุดเชื่อม) จำนวน 1 ชุด 7. ชุดเครื่องมือช่างเครื่องปรับอากาศ เช่น แมนิโฟลด์เกจ ถังน้ำยาสารทำความเย็น และปั๊มสุญญากาศ เป็นต้น จำนวน 1 ชุด 8. ชุดเครื่องมือช่างไฟฟ้า เช่น ไชควง ประแจปากตาย เป็นต้น จำนวน 1 ชุด 				
หมายเหตุ ตรวจสอบเครื่องมือว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ หากพบว่าเครื่องมือชิ้นใดชำรุด ให้รายงานครูฝึกให้ทราบ				
1.5 การเตรียมวัสดุต่อผู้รับการฝึก 1 คน				
<ol style="list-style-type: none"> 1. เครื่องปรับอากาศ จำนวน 1 เครื่อง 2. นี้อต จำนวน 1 ชุด 3. สกรู จำนวน 1 ชุด 4. น้ำสบู่ 				

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 70
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	9	เวลา ท.1 : 6 ชั่วโมง	
ลำดับการปฏิบัติงาน การติดตั้งและทดสอบเครื่องปรับอากาศ			
1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศตามแบบ 	ทำการติดตั้งชุดแฟนคอยล์ยูนิต และชุดคอนเดนซิงยูนิตตามแบบ ในใบงาน	ควรรศึกษาคู่มืออย่างละเอียด เนื่องจากเครื่องปรับอากาศ แต่ละรุ่น แต่ละยี่ห้อมีความ แตกต่างกัน	
2. ติดตั้งงานท่อเพื่อต่อท่อระหว่างแฟนคอยล์ยูนิต และ คอนเดนซิงยูนิต 	ทำการตัดท่อ บานแพลร์ท่อ สำหรับต่อท่อระหว่างแฟนคอยล์ ยูนิต และชุดคอนเดนซิงยูนิต		
3. ติดตั้งระบบไฟฟ้า 	ติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในระบบ เครื่องปรับอากาศ จากนั้นติดตั้ง เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ	ก่อนจ่ายไฟจากแหล่งจ่ายไฟ ควรให้ครูฝึกตรวจชิ้นงาน ก่อนเพื่อความปลอดภัยใน ชีวิต	
4. ปิดรูผนังและยึดท่อเข้ากับผนัง 	ปิดรูผนัง และยึดท่อเข้ากับผนัง		
5. ทำสุญญากาศระบบ 	ทำสุญญากาศระบบประมาณ 45 นาที		

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก		หน้า 71
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ			
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง		
<p>6. เติมสารทำความเย็นเข้าสู่ระบบ จากนั้นทดสอบเครื่อง</p> 		เติมน้ำยา และเปิดเครื่องทดสอบ ระบบการทำงาน โดยปรับความ เย็นไปที่ Cool จากนั้นบันทึกผล และปิดการทำงาน		

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 72
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา: การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	

ตรวจสอบชิ้นงาน


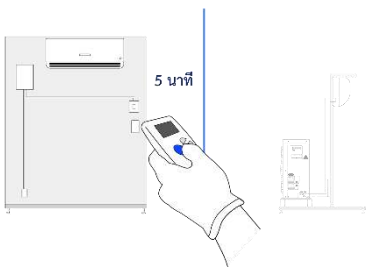
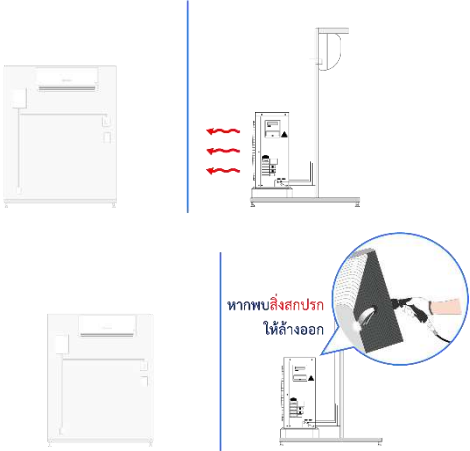
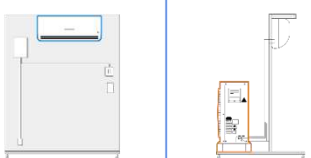
ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้


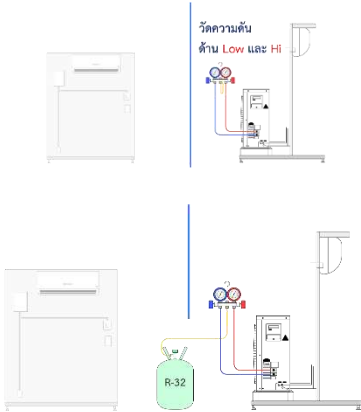

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การติดตั้งและทดสอบเครื่องปรับอากาศ	
	1.1 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 การตัด ดัด บานแฟลร์ เชื่อมท่อ	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 การติดตั้งระบบไฟฟ้า	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.4 การทำสุญญากาศและเติมน้ำยา	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้อง และครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน


ใบให้คะแนนการตรวจสอบ

ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	การปฏิบัติงาน		40	
	1.1 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ	- ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ทั้งส่วนของคอยล์ร้อนและคอยล์เย็น ได้ถูกต้องตามระยะที่กำหนดไว้ในแบบติดตั้ง ให้คะแนน 10 คะแนน - ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ทั้งส่วนของคอยล์ร้อนและคอยล์เย็น ผิดไปจากระยะที่กำหนดไว้ในแบบ ให้หักคะแนนจุดละ 2 คะแนน	10	
	1.2 การตัด ดัด บานแฟลร์ เชื่อม ท่อ	- ตัด ดัด บานแฟลร์ และเชื่อมท่อ ได้ถูกต้อง เมื่อทำเสร็จแล้ว ตรวจสอบไม่พบรอยรั่ว ร้าว แตก ให้คะแนน 10 คะแนน - ตัด ดัด บานแฟลร์ และเชื่อมท่อ ได้ โดยเมื่อทำเสร็จแล้วตรวจสอบพบรอยรั่ว ร้าว แตก ให้หักคะแนนจุดละ 2 คะแนน	10	
	1.3 การติดตั้งระบบไฟฟ้า	- ติดตั้งระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง ปลอดภัยในทุกจุด เมื่อเปิดเครื่อง แล้วเครื่องปรับอากาศทำงานได้ตามปกติ ให้คะแนน 10 คะแนน - ติดตั้งระบบไฟฟ้าได้ แต่พบจุดที่มีตัวนำไฟฟ้าไหลมาจากการต่อสาย ตรวจสอบการรั่ว การลวงกราวด์ หรือ เมื่อเปิดเครื่องแล้ว เครื่องปรับอากาศไม่ทำงาน ให้หักคะแนนจุดละ 2 คะแนน	10	
	1.4 การทำสูญญากาศและเติมน้ำยา	- ติดตั้งระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง ปลอดภัยในทุกจุด เมื่อเปิดเครื่อง แล้วเครื่องปรับอากาศทำงานได้ตามปกติ ให้คะแนน 10 คะแนน - ติดตั้งระบบไฟฟ้าได้ แต่พบจุดที่มีตัวนำไฟฟ้าไหลมาจากการต่อสาย ตรวจสอบการรั่ว การลวงกราวด์ หรือ เมื่อเปิดเครื่องแล้ว เครื่องปรับอากาศไม่ทำงาน ให้หักคะแนนจุดละ 2 คะแนน	10	
2	กิจนิสัย		5	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			45	

หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 32 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึกขอเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติได้

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 73
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	9	เวลา ท.1 : 6 ชั่วโมง	
ลำดับการปฏิบัติงาน			
1. ทดลองเปิดเครื่อง โดยตั้งอุณหภูมิ 25 องศาเป็นเวลา 5 นาที แล้วบันทึกผล 	ทดลองเปิดเครื่องปรับอากาศโดย ตั้งอุณหภูมิที่ 25°C และตั้งโหมด Cool ทิ้งไว้สัก 5 นาทีแล้วสังเกต การทำงานของเครื่องทั้งแฟน คอยล์ยูนิต และคอนเดนซิ่งยูนิต (สังเกตการทำงาน) แล้วบันทึกผล		
2. ตรวจสอบปริมาณลมเป่าออกที่คอยล์ร้อน และตรวจสอบสภาพ แผงคอยล์ หากพบสิ่งสกปรกให้ล้างออก แล้วบันทึกผล 	ตรวจสอบเช็คดูปริมาณลมคอนเดนซิ่ง ยูนิตว่าเป่าออกดีหรือไม่ แผง คอยล์สกปรกหรืออุดตันหรือไม่ แล้วบันทึกผล (ถ้าแผงคอยล์ร้อน สกปรกให้ดำเนินการล้าง หรือมีสิ่ง อุดตันขวางทางลมให้ทำการแก้ไข		
3. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าที่แฟนคอยล์ยูนิตและคอนเดนซิ่งยูนิต ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสีย แล้วบันทึกผล 	ตรวจสอบเช็คระบบไฟฟ้า และ อุปกรณ์ไฟฟ้าแฟนคอยล์ยูนิต และ คอนเดนซิ่งยูนิต บันทึกผล (เช็คระดับแรงดันไฟฟ้า และเช็คอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัวถ้า มีอุปกรณ์ตัวใดเสียให้ดำเนินการ ซ่อม/เปลี่ยน)	ระวังอันตรายจากฉนวนที่ ขาดเก่า อาจมีไฟรั่วได้	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก		หน้า 74
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ			
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง		
<p>4. วัดความดันด้าน Low และ High ด้วยแมนิโพลด์เกจ เดิม น้ำยาหากพบว่าระดับน้ำยาต่ำให้เป็นไปตามเกณฑ์ของ เครื่องปรับอากาศนั้น ๆ จากนั้นใช้ แคลมป์อเนมิเตอร์วัดกระแสไฟแล้วบันทึกผล</p> 	<p>นำแมนิโพลด์เกจวัดความดันของ น้ำยาทางด้าน LOW และ HIGH ของ เครื่องปรับอากาศ และนำแคลมป์ อเนมิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าแล้ว บันทึกผล (วัดค่าความดันน้ำยาถ้า น้อยก็เติมเพิ่มเข้าไปให้ได้ตาม เกณฑ์ แต่ถ้ามากเกินไปก็ทำการ ปล่อยออกแต่ต้องพิจารณาค่า กระแสไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ร่วม ด้วยแต่ถ้าไม่มีน้ำยาเลยให้ทำการ ตรวจการรั่ว และซ่อมการรั่วให้ เรียบร้อย)</p>	<p>รูปไม่มีเกจวัด</p>		
<p>5. สรุปผล</p> 	<p>สรุปผล</p>			

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 75
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	

ตรวจสอบชิ้นงาน


ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้


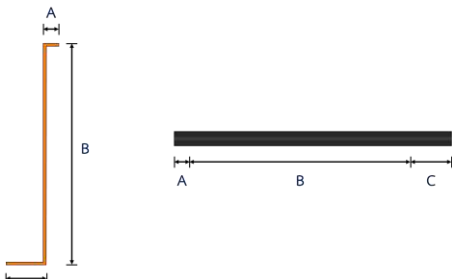
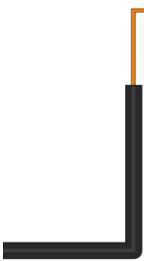
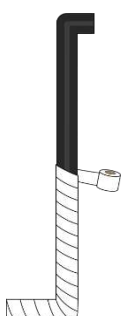
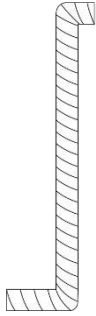
ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การแก้ไขอาการขัดข้อง	
	1.1 การใช้มัลติมิเตอร์	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 การใช้แมนิโพลด์เกจ	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 แก้ไขความผิดปกติที่พบ	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.4 การบันทึกผล	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้อง และครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาด พื้นที่ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน


ใบให้คะแนนการตรวจสอบ

ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	การปฏิบัติงาน		25	
	1.1 การใช้มัลติมิเตอร์	- ใช้เครื่องมือได้เหมาะสม อ่านค่าได้ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ค่อนข้างเหมาะสม อ่านค่าคลาดเคลื่อน 1-2 หน่วย ให้คะแนน 3 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ไม่เหมาะสม อ่านค่าคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 3 หน่วย ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.2 การใช้แมนิโฟลด์เกจ	- ใช้เครื่องมือได้เหมาะสม อ่านค่าได้ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ค่อนข้างเหมาะสม อ่านค่าคลาดเคลื่อน 1-2 หน่วย ให้คะแนน 3 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ไม่เหมาะสม อ่านค่าคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 3 หน่วย ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.3 แก๊ซความผิดปกติที่พบ	- แก๊ซความผิดปกติที่ตรวจพบได้อย่างถูกต้อง ให้คะแนน 10 คะแนน - แก๊ซความผิดปกติที่ตรวจพบไม่ถูกต้อง 1 – 2 จุด แต่สามารถแก้ไขได้ ให้คะแนน 5 คะแนน - แก๊ซความผิดปกติที่ตรวจพบไม่ถูกต้องมากกว่า 2 จุด หรือไม่สามารถแก้ไขความผิดปกติได้ ให้คะแนน 1 คะแนน	10	
	1.4 การบันทึกผล	- บันทึกผลได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 5 คะแนน - บันทึกผลไม่ครบ 1- 2 ส่วน ให้คะแนน 3 คะแนน - บันทึกผลไม่ครบตั้งแต่ 3 ส่วน ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
2	กิจนิสัย		5	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วนก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			30	

หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 21 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึกขอเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติได้

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก		หน้า 76
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา: การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
1. การเตรียมการ				
1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล				
สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ได้แก่				
<ul style="list-style-type: none"> - ถุงมือผ้า - รองเท้านิรภัย - ชุดปฏิบัติการช่าง 				
1.2 รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน				
1.3 การเตรียมสถานที่				
<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ให้มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือวัสดุอันตราย เช่น สายไฟฟ้า วางกีดขวางอยู่ 2. ดูแลไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในบริเวณปฏิบัติงาน 3. เตรียมชุดปฐมพยาบาลเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน 4. รับทราบจุดที่ตั้งของอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น 				
1.4 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน				
<ol style="list-style-type: none"> 1. มีดตัดฉนวน จำนวน 1 อัน 2. ท่อทองแดง จำนวน 1 ท่อ 3. ฉนวน จำนวน 1 อัน 4. กาวทายางอุตสาหกรรม จำนวน 1 อัน 5. แปรง / พู่กัน จำนวน 1 อัน 				
หมายเหตุ ตรวจสอบเครื่องมือว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ หากพบว่าเครื่องมือขึ้นไคชำรุด ให้รายงานครูฝึกให้ทราบ				
1.5 การเตรียมวัสดุต่อผู้รับการฝึก 1 คน				
<ul style="list-style-type: none"> - เทปพันท่อ จำนวน 1 ม้วน 				

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 77
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
ลำดับการปฏิบัติงาน การป้องกันความชื้น			
1. ตัดฉนวนจากม้วนให้มีขนาด และมุมตามท่อทองแดง		เตรียมวัดระยะของท่อทองแดงที่ จะทำการหุ้มฉนวนแล้ววาดแบบ ออกมา เพื่อเตรียมฉนวนที่จะหุ้ม	
2. หุ้มฉนวนท่อทองแดง		หุ้มฉนวนท่อทองแดงให้เรียบร้อย	
3. ใช้เทปพันท่อพันฉนวนที่หุ้มอีกที		ใช้เทปพันท่อทองแดงที่หุ้มฉนวน ให้เรียบร้อย	อย่าพันเทปแน่นจนเกินไป ฉนวนอาจสูญเสียความเป็น ฉนวนได้
4. ส่งชิ้นงาน		ส่งชิ้นงาน	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 78
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

ตรวจสอบชิ้นงาน


ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้

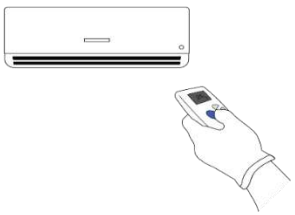
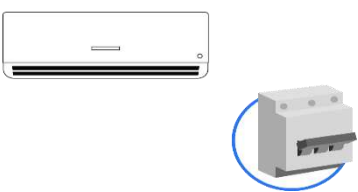
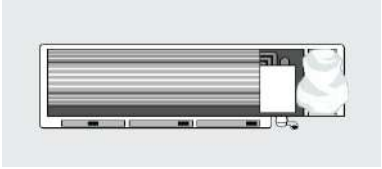
ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การป้องกันความชื้น	
	1.1 การใช้เครื่องมือ	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 การตัดฉนวน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 การหุ้มท่อทองแดงด้วยฉนวน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.4 การใช้เทปพันท่อ	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน



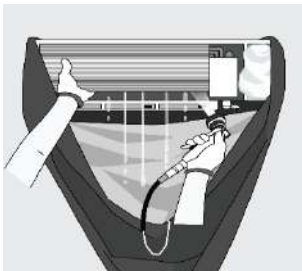
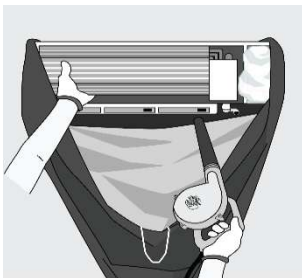
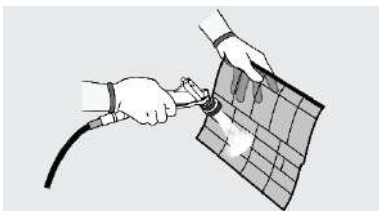
ใบให้คะแนนการตรวจสอบ


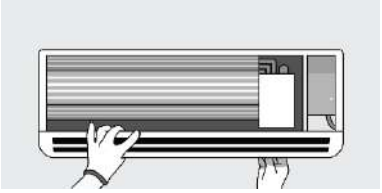
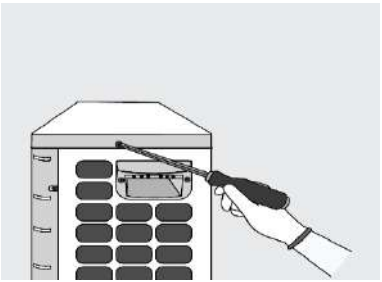
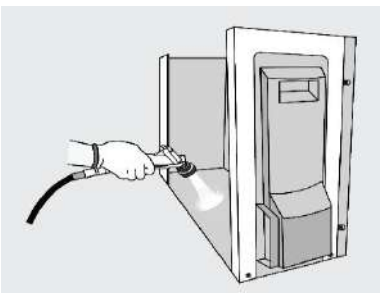
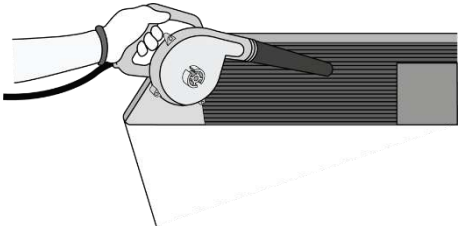
ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	การปฏิบัติงาน		20	
	1.1 การใช้เครื่องมือ	- ใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง เหมาะสม ให้คะแนน 5 คะแนน - ใช้เครื่องมือได้ค่อนข้างถูกต้อง เหมาะสม ให้คะแนน 3 คะแนน - ใช้เครื่องมือไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.2 การตัดฉนวน	- วัดความยาวท่อทองแดง และตัดฉนวนได้ถูกต้อง ได้คะแนน 5 คะแนน - วัดท่อทองแดงขาด/เกิน 1-2 มิลลิเมตร ตัดฉนวนขาด/เกิน 1-2 มิลลิเมตร ได้คะแนน 3 คะแนน - วัดท่อทองแดงขาด/เกินตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร ตัดฉนวนขาด/เกินตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร ได้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.3 การหุ้มท่อทองแดงด้วยฉนวน	- หุ้มท่อได้เรียบร้อย ไม่มีพื้นที่ยื่น หรือหุ้มไม่สนิท ได้คะแนน 5 คะแนน - หุ้มท่อไม่เรียบร้อย มีพื้นที่ยื่น หรือหุ้มไม่สนิท 1-2 จุด/มิลลิเมตร ได้คะแนน 3 คะแนน - หุ้มท่อไม่เรียบร้อย มีพื้นที่ยื่น หรือหุ้มไม่สนิทตั้งแต่ 3 จุด/มิลลิเมตร ได้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.4 การใช้เทปพันท่อ	- พันท่อได้เรียบร้อยไม่ตึงเกินไป ไม่มีพื้นที่ยื่น หรือพันไม่สนิท ให้คะแนน 5 คะแนน - พันท่อไม่เรียบร้อย มีพื้นที่ยื่น หรือหุ้มไม่สนิท 1-2 จุด/มิลลิเมตร ให้คะแนน 3 คะแนน - พันท่อไม่เรียบร้อย มีพื้นที่ยื่น หรือหุ้มไม่สนิทตั้งแต่ 3 จุด/มิลลิเมตร ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
2	กิจนิสัย		5	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			25	


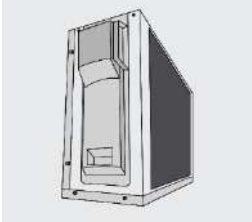
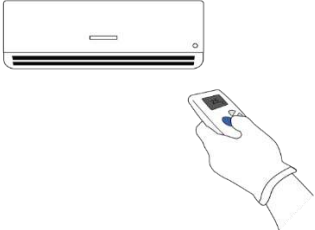
หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 18 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึกขอเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติได้


	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก		หน้า 79
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
1. การเตรียมการ				
1.1 การเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล				
สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ได้แก่				
<ul style="list-style-type: none"> - ถุงมือผ้า - รองเท้านิรภัย - ชุดปฏิบัติการช่าง 				
1.2 รับฟังคำสั่งจากครูฝึก พร้อมรับใบงาน				
1.3 การเตรียมสถานที่				
<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบสภาพพื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ให้มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือวัสดุอันตราย เช่น สายไฟฟ้า วางกีดขวางอยู่ 2. ดูแลไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในบริเวณปฏิบัติงาน 3. เตรียมชุดปฐมพยาบาลเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน 4. รับทราบจุดที่ตั้งของอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉินต่าง ๆ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น 				
1.4 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่อผู้รับการฝึก 1 คน				
<ol style="list-style-type: none"> 1. เครื่องปรับอากาศ จำนวน 1 เครื่อง 2. ชุดเครื่องมือช่างไฟฟ้า (มัลติมิเตอร์ คลิปแอมป์ ไชควง คีมช่างไฟฟ้า ฯลฯ) จำนวน 1ชุด 3. ชุดเครื่องมือช่างเครื่องปรับอากาศ (แมนิโพลด์เกจ ถังน้ำยาสารทำความเย็น ปั๊มสุญญากาศ ฯลฯ) จำนวน 1ชุด 4. ชุดล้างเครื่องปรับอากาศ (ปั๊มฉีดน้ำแรงดันสูง โบลวเวอร์ สายยาง ผ้าใบรับน้ำ ฯลฯ) จำนวน 1ชุด 				
หมายเหตุ ตรวจสอบเครื่องมือว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ หากพบว่าเครื่องมือชิ้นใดชำรุด ให้รายงานครู ฝึกให้ทราบ				

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 80
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 9		
ลำดับการปฏิบัติงาน การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ			
1. เปิดเครื่องปรับอากาศ และสังเกตการทำงานของ เครื่องปรับอากาศ		เปิดเครื่องปรับอากาศ สังเกตการ ทำงานของแฟนคอยล์ยูนิต และ คอนเดนซิ่งยูนิต ว่าทำงานปกติ หรือไม่ ถ้าทำงานปกติให้ ดำเนินการขั้นตอนต่อไป	
2. OFF เซอร์กิตเบรกเกอร์		OFF เซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือ อุปกรณ์ป้องกัน เครื่องปรับอากาศ	ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มี กระแสไฟในระบบขณะใช้ น้ำฉีดล้างเครื่องปรับอากาศ อันตรายจาก ไฟรั่วอาจทำให้เสียชีวิตได้
3. ถอดชิ้นส่วนแฟนคอยล์ยูนิต		ถอดชิ้นส่วนแฟนคอยล์ยูนิต (หน้ากาก ฝาครอบกลาง ถาดน้ำ ทิ้ง แผ่นเกล็ดกระจายลม)	
4. นำถุงพลาสติกคลุมแผงวงจรไฟฟ้า		นำถุงพลาสติกคลุมแผงวงจรไฟฟ้า	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 81
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง
	งานย่อยที่ 9		
5. ซึงผ้าพลาสติกได้แอร์ป้องกันน้ำกระเด็นหยดลงพื้น		ซึงผ้าพลาสติกได้แอร์ให้พาดลงมา ในถังพลาสติก เพื่อไม่ให้ น้ำ กระเด็นหยดลงพื้น	
6. ฉีดล้างคอยล์เย็น		ฉีดล้างด้วยปืนน้ำแรงดันสูงให้ทั่ว แผงคอยล์เย็น	
7. ใช้โบลเวอร์เป่าให้ทั่วแผงคอยล์เย็น		ใช้โบลเวอร์เป่าแผงคอยล์เย็น และแผงไฟฟ้าให้แห้งสนิท	
8. ฉีดน้ำล้างอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้วใช้โบลเวอร์เป่าให้ แห้งสนิท		ฉีดน้ำล้างหน้ากาก แผ่นกรอง ถาดน้ำทิ้ง ฝาครอบกลาง และ แผ่นเกร็ดกระจายลม ใช้โบลเวอร์ เป่าให้แห้งสนิท (อย่าสัมผัส ถุงพลาสติกที่คลุมแผงวงจรออก)	

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก หน้า 82	
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ		
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง	
9. ประกอบชิ้นส่วนแผงคอยล์ยูนิต กลับเข้าที่ 	ประกอบชิ้นส่วนแผงคอยล์ยูนิต กลับเข้าที่		
10. เปิดฝาคอยล์ร้อนนำถุงพลาสติกคลุมแผงวงจรไฟฟ้า และพัดลมคอยล์ร้อน 	ชั้นนอตที่ฝาปิดบนคอยล์ร้อน แล้ว เปิดฝาบนคอยล์ร้อนนำ ถุงพลาสติกคลุมแผงวงจรไฟฟ้าที่ คอยล์ร้อน และที่พัดลมคอยล์ร้อน ให้เรียบร้อย		
11. ฉีดล้างแผงคอยล์ร้อน 	ฉีดล้างแผงคอยล์ร้อนด้วยปั้มน้ำ แรงดันสูง	ฉีดล้างจากด้านในออกสู่ด้าน นอกเสมอ	
12. ใช้โบลเวอร์เป่าแผงคอยล์ร้อนและแผงไฟฟ้า 	ใช้โบลเวอร์เป่าแผงคอยล์ร้อน และแผงไฟฟ้าให้แห้งสนิท (อย่า ลืมหักถุงพลาสติกที่คลุมแผงวงจร ออก)		

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก		หน้า 83
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ			
	งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง		
13. ปิดฝาคอยล์ร้อน 	ปิดฝาคอยล์ร้อน และขันนอตให้ เรียบร้อย			
14. เปิดเครื่องเพื่อทดสอบระบบ 	ON เซอร์คิตเบรกเกอร์แล้วกด รีโมทเครื่องปรับอากาศเพื่อ ทดสอบระบบต่าง ๆ ใน เครื่องปรับอากาศ			

	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก	หน้า 84
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	หัวข้อวิชา : การติดตั้งและการทดสอบ	
		งานย่อยที่ 9	เวลา ท.1 : ป.6 ชั่วโมง

ตรวจสอบชิ้นงาน


ตรวจสอบและบันทึกข้อบกพร่องต่อไปนี้


ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การบำรุงรักษาเครื่อง	
	1.1 การถอดประกอบเครื่อง (แฟนคอยล์ยูนิต)	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.2 การถอดประกอบเครื่อง (คอนเดนซิ่งยูนิต)	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.3 การล้างแฟนคอยล์ยูนิต	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.4 การล้างคอนเดนซิ่งยูนิต	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	1.5 การทดสอบเครื่อง	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
2	กิจนิสัย	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้อง และ ครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติงาน
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ ปฏิบัติงาน	ความถูกต้องตามวิธีการใช้งาน


ใบให้คะแนนการตรวจสอบ

ลำดับที่	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	การปฏิบัติงาน		25	
	1.1 การถอดประกอบเครื่อง (แฟนคอยล์ยูนิต)	- การถอดประกอบแฟนคอยล์ยูนิตถูกต้อง เรียบร้อย ให้คะแนน 5 คะแนน - การถอดประกอบแฟนคอยล์ยูนิตไม่ถูกต้อง ไม่เรียบร้อย ชิ้นส่วน นอต ประกอบ เสียหาย 1-2 ชิ้น ให้คะแนน 3 คะแนน - การถอดประกอบแฟนคอยล์ยูนิตไม่ถูกต้อง ไม่เรียบร้อย ชิ้นส่วน นอต ประกอบ เสียหายตั้งแต่ 3ชิ้น ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.2 การถอดประกอบเครื่อง (คอนเดนซิ่งยูนิต)	- การถอดประกอบคอนเดนซิ่งยูนิตถูกต้อง เรียบร้อย ให้คะแนน 5 คะแนน - การถอดประกอบคอนเดนซิ่งยูนิตไม่ถูกต้อง ไม่เรียบร้อย ชิ้นส่วน นอต ประกอบ เสียหาย 1-2 ชิ้น ให้คะแนน 3 คะแนน - การถอดประกอบคอนเดนซิ่งยูนิตไม่ถูกต้อง ไม่เรียบร้อย ชิ้นส่วน นอต ประกอบ เสียหายตั้งแต่ 3ชิ้น ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.3 การล้างแฟนคอยล์ยูนิต	- ล้างแฟนคอยล์ยูนิต สะอาด เรียบร้อย ให้คะแนน 5 คะแนน - ล้างแฟนคอยล์ยูนิต ไม่สะอาด ฟินคอยล์ลัม 1-2 จุด ให้คะแนน 3 คะแนน - ล้างแฟนคอยล์ยูนิต ไม่สะอาด ฟินคอยล์ลัมตั้งแต่ 3 จุด ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.4 การล้างคอนเดนซิ่งยูนิต	- ล้างคอนเดนซิ่งยูนิต สะอาด เรียบร้อย ให้คะแนน 5 คะแนน - ล้างคอนเดนซิ่งยูนิต ไม่สะอาด ฟินคอยล์ลัม 1-2 จุด ให้คะแนน 3 คะแนน - ล้างคอนเดนซิ่งยูนิต ไม่สะอาด ฟินคอยล์ลัมตั้งแต่ 3 จุด ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
	1.5 การทดสอบเครื่อง	- ทดสอบเปิดเครื่องแล้วเครื่องปรับอากาศทำงานเป็นปกติ ให้คะแนน 5 คะแนน - ทดสอบเปิดเครื่องแล้วเครื่องปรับอากาศขัดข้อง 1 จุด ให้คะแนน 3 คะแนน - ทดสอบเปิดเครื่องแล้วเครื่องปรับอากาศขัดข้องตั้งแต่ 2 จุด ให้คะแนน 1 คะแนน	5	
2	กิจนิสัย		5	
	2.1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องและครบถ้วน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.2 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.3 ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทำงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.4 ความปลอดภัยระหว่างการปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
	2.5 การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	- ปฏิบัติได้ครบถ้วน ถูกต้อง ให้คะแนน 1 คะแนน - ปฏิบัติไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ให้คะแนน 0 คะแนน	1	
คะแนนเต็ม			30	

หมายเหตุ หากผู้เข้ารับการฝึกได้รับคะแนน 21 คะแนนขึ้นไป (คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) ให้ผู้เข้ารับการฝึกขอเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติได้






	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 1
		หน่วยงานฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงาน ในงานช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่าง เครื่องปรับอากาศ		งานย่อยที่ 1
	เวลา ท.1 : ป.- ชั่วโมง		
<h2>ใบทดสอบ</h2>			
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p>			
ถูก	ผิด	ข้อความ	
		1. เมื่อพบเห็นเครื่องมือ เครื่องใช้ อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ให้รายงานให้ผู้บังคับบัญชา ทราบทันที และห้ามทำการแก้ไขด้วยตนเองในทุกกรณี	
		2. หากหัวหน้างานเห็นว่า ผู้ได้บังคับบัญชาอยู่ในสภาพไม่ปลอดภัยที่จะทำงานได้ ต้อง สั่งให้หยุดพักทำงานทันที	
		3. ในขณะที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าบนพื้นคอนกรีต ควรใช้ผ้ายางรองพื้นหรือสวมใส่ รองเท้า	
		4. ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า สามารถใช้ข้อต่อแยกหรือเสียบปลั๊กหลายทางได้ เพื่อ ความสะดวกในการทำงาน	
		5. เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้รับบาดเจ็บ ต้องรายงานให้หัวหน้างานและเจ้าหน้าที่ความ ปลอดภัยทราบ และรับการปฐมพยาบาล	
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน





	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 2																		
		หน่วยการฝึก : หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศ ภายในบ้านและการพานิชย์ขนาดเล็ก																			
เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงาน ในงานช่างเครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ความปลอดภัยในการทำงานในงานช่าง เครื่องปรับอากาศ		งานย่อยที่ 1																		
	เวลา ท.1 : ป.- ชั่วโมง																				
เฉลยใบทดสอบ																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>ถูก</th> <th>ผิด</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ข้อ	ถูก	ผิด	1		X	2	X		3	X		4		X	5	X				
ข้อ	ถูก	ผิด																			
1		X																			
2	X																				
3	X																				
4		X																			
5	X																				
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน																			

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 3
		หน่วยงานฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง สัญลักษณ์ความปลอดภัย	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 1		เวลา 10 นาที
	ข้อทดสอบที่ : 1		


ใบทดสอบ


คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. จากภาพ  คือ สัญลักษณ์ความปลอดภัยที่มีความหมายว่าอย่างไร
 - ก. บังคับให้ปฏิบัติ
 - ข. ระวัง
 - ค. หยุด
 - ง. อันตราย
2. ข้อใด เลือกใช้สีเพื่อความปลอดภัยได้ถูกต้อง
 - ก. สีแดง : ระบบดับเพลิง
 - ข. สีเหลือง : ทางออกฉุกเฉิน
 - ค. สีเขียว : บังคับให้สวมเครื่องป้องกันส่วนบุคคล
 - ง. สีฟ้า : หน่วยปฐมพยาบาล
3. ภาพสัญลักษณ์ในข้อใด อยู่ในกลุ่มของเครื่องหมายบังคับ
 - ก. 
 - ข. 
 - ค. 
 - ง. 

ก.  สวมรองเท้านิรภัย WEAR SHOES	ข.  ระวังไฟฟ้าช็อต DANGER ELECTRIC SHOCK RISK	
ค.  ห้ามสัมผัส DO NOT TOUCH	ง.  ปุ่มกดสำหรับหยุดฉุกเฉิน EMERGENCY STOP PUSH BUTTON	
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า .4
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง สัญลักษณ์ความปลอดภัย	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 1		เวลา 10 นาที
	ข้อทดสอบที่ : 1		
<p>4. ภาพสัญลักษณ์ในข้อใด อยู่ในกลุ่มของเครื่องหมายห้าม</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ก. สวมชุดป้องกันสารเคมี WEAR PROTECTIVE CLOTHING</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ข. ห้ามสูบบุหรี่ NO SMOKING</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>ค.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ง. ชำระล้างตรงตาฉุกเฉิน SAFE CONDITION</p> </div> </div> <p>5. ภาพในข้อใด เป็นเครื่องหมายสารสนเทศเกี่ยวกับสภาวะปลอดภัย</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ก. สวมกระบังหน้านิรภัย WEAR FACE SHIELD</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ข. ห้ามสัมผัส DO NOT TOUCH</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>ค.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ง. สภาวะความปลอดภัย SAFE CONDITION</p> </div> </div>			
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน	


	เฉลยใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 5																														
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก																																
	เรื่อง	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 2 1		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที																													
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>ก</th> <th>ข</th> <th>ค</th> <th>ง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table>					ข้อ	ก	ข	ค	ง	1			X		2	X				3	X				4		X			5				X
ข้อ	ก	ข	ค	ง																														
1			X																															
2	X																																	
3	X																																	
4		X																																
5				X																														
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน																														

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 6
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง

ใบทดสอบ

คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. กระแสไฟฟ้าเกิดจากอะไร
 - ก. เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวนำไฟฟ้า
 - ข. เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในอากาศ
 - ค. เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในทองแดง
 - ง. เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสายไฟ
2. ข้อใดเป็นตัวนำไฟฟ้า
 - ก. ถุงมือหนังสัตว์
 - ข. เทปพันสายไฟ
 - ค. เชือกไนลอน
 - ง. ลวด
3. สิ่งใดไม่ใช่ระบบไฟฟ้ากระแสตรง
 - ก. รถยนต์
 - ข. ไฟฉาย
 - ค. รถจักรยานยนต์
 - ง. โทรศัพท์
4. การปรับลดเพิ่มเสียงวิทยุ เกิดจากการปรับตัวต้านทานหรือไม่ ถ้าใช่แบบใด
 - ก. เกิดจากการปรับค่าต้านทาน ผ่านตัวต้านทานแบบค่าคงที่
 - ข. เกิดจากการปรับค่าต้านทาน ผ่านตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้
 - ค. ไม่ได้เกิดจากการปรับตัวต้านทาน แต่เกิดจากตัวเหนี่ยวนำแกนเหล็กแผ่น
 - ง. ไม่ได้เกิดจากการปรับตัวต้านทาน แต่เกิดจากตัวเหนี่ยวนำแบบอัตโนมัติ
5. ตัวเหนี่ยวนำชนิดหลายขด เกิดจากขดลวดหลักกี่ส่วน อะไรบ้าง
 - ก. 2 ส่วน คือ ส่วนทางเข้า กับส่วนทางออก
 - ข. 2 ส่วน คือ ส่วนคงที่ กับส่วนผกผัน
 - ค. 1 ส่วน คือ ส่วนที่พันรอบแกนเหล็ก
 - ง. 1 ส่วน คือ ส่วนที่พันรอบแกนเหล็กมากกว่า 1 รอบ

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 7
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ	
		งานย่อยที่ 1	เวลา ท.2 : ป.- ชั่วโมง


เฉลยใบทดสอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			
2				X
3				X
4		X		
5	X			

ชื่อผู้รับการฝึก

วัน/เดือน/ปี

ผลคะแนน

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 8
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง

ใบทดสอบ


คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สัญลักษณ์ (Ω) หมายถึงอะไร
 - ก. เชนรี
 - ข. ฟาร์ัด
 - ค. โอห์ม
 - ง. โวลเตจ

2. เชนรี (H) คือ หน่วยของค่าใด
 - ก. ค่าความต้านทาน
 - ข. ค่าความเหนี่ยวนำ
 - ค. ค่าแรงดันไฟฟ้า
 - ง. ค่าความจุไฟฟ้า

3. ตัวต้านทานมีหน้าที่อะไร
 - ก. จำกัดการไหลของอิเล็คตรอนให้น้อยลง
 - ข. จำกัดชั่วโมงเปิดปิดไฟ
 - ค. เพิ่มความต่างศักย์
 - ง. เก็บสะสมประจุ

ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 9
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 1	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที


เฉลยใบทดสอบ


ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			X	
2		X		
3	X			

ชื่อผู้รับการฝึก

วัน/เดือน/ปี

ผลคะแนน


	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 10
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	หัวข้อวิชา : ระบบไฟฟ้ากับงานช่างเครื่องปรับอากาศ		
		งานย่อยที่ 2	เวลา ท.2 : ป.-	ชั่วโมง
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <ol style="list-style-type: none"> ใครเป็นผู้ค้นพบกฎของโอห์ม <ol style="list-style-type: none"> จอร์จ ไชมอน โอห์ม นิโคลัส เฟลมเมล หลุยส์ ปาสเตอร์ ชาลส์ ดาวิน สมการหาค่าแรงดันไฟฟ้า มีสูตรอย่างไร <ol style="list-style-type: none"> $I = V/R$ $V = IR$ $R = V/I$ $V = R^2$ หม้อหุงข้าวใบหนึ่งมีแรงดัน 220 โวลต์ มีความต้านทาน 30 โอห์ม มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหม้อหุงข้าวเท่าใด <ol style="list-style-type: none"> 7.3 แอมแปร์ 4.5 แอมแปร์ 7 แอมแปร์ 5 แอมแปร์ หลอดไฟฟ้าขนาด 50 วัตต์ จำนวน 3 หลอด เปิดไว้ 30 นาที จะมีการสิ้นเปลืองพลังงานเท่าใด <ol style="list-style-type: none"> $W = 115,000 \text{ J}$ $W = 120,000 \text{ J}$ $W = 550,000 \text{ J}$ $W = 225,000 \text{ J}$ การคำนวณไฟฟ้าเบื้องต้น สามารถนำกฎของโอห์ม มาใช้ในวงจรได้กี่ชนิด <ol style="list-style-type: none"> 4 ชนิด คือ วงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม วงจรต้านทาน 3 ชนิด คือ วงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม 2 ชนิด คือ วงจรอนุกรม วงจรขนาน 1 ชนิด คือ วงจรอนุกรม 				
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน		


	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 11
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง ระบบไฟฟ้ากับงานช่าง เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 1		เวลา 15 นาที
	ข้อทดสอบที่ : 1		

เฉลยใบทดสอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			
2		X		
3	X			
4				X
5			X	

ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------


	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 12
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 3		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <ol style="list-style-type: none"> ข้อใดคือขั้นตอนแรกของการต่อสายไฟฟ้าแบบสายเดี่ยว <ol style="list-style-type: none"> บิดสายเส้นที่ 1 พันรอบสายเส้นที่ 2 ออกแรงดึงเพื่อทดสอบแรงดึง นำสายอ่อนพันรอบสายแข็ง ใช้บัดกรีจี้ไปที่สายไฟ ข้อใดเป็นการใช้อุปกรณ์ต่อสาย <ol style="list-style-type: none"> สุชาติเสียบปลั๊กไฟ มณฑาเปลี่ยนสายเตารีด สุทินใช้ขั้วต่อสายไฟกับสายไฟโรงงาน เอกทำการบัดกรีสายไฟแล้วพันฉนวน ข้อใดแสดงถึงการต่อสายด้วยวายนัท <ol style="list-style-type: none"> นำปลายลวดตัวนำสองเส้น พับสายแข็งวกกลับให้พับเกลียว นำหางปลาสวมทับกับปลายสาย ต่อสายไฟแบบหางเปียก่อนสวมวายนัท การใช้หลอดต่อสายไฟ ใช้ในการเดินสายแบบใด <ol style="list-style-type: none"> ต่อสายไฟเพื่อลดกระแส ต่อสายไฟ 3 สายเข้าด้วยกัน ต่อสายไฟฟ้าขนาดต่างกันเข้าด้วยกันโดยอาศัยแรงบีบ ต่อสายไฟฟ้าขนาดต่างกันเข้าด้วยกันโดยตะกั่วเป็นตัวเชื่อม การบัดกรีขั้วสายเข้าต่อกันต้องมีอะไรเป็นตัวกลาง <ol style="list-style-type: none"> ทอง ตะกั่ว พลาสติก เทปพันสายไฟ 				
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน		


	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 13
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานต่อสายไฟฟ้า	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 3	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที

เฉลยใบทดสอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			
2			X	
3				X
4			X	
5		X		

ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 14
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 4		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <ol style="list-style-type: none"> ข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะของท่อแคปปีลลารี หรือ แคปทิวป์ <ol style="list-style-type: none"> ท่ออะลูมิเนียมขนาดใหญ่ ท่อสเตนเลสขนาดใหญ่ ท่อทองแดงขนาดเล็ก ท่อสังกะสีขนาดเล็ก ท่อแบบใดเหมาะสำหรับระบบการทำความเย็นสำหรับแอร์ขนาด 12000 BTU <ol style="list-style-type: none"> ท่อทองแดงขนาดเล็ก ท่ออะลูมิเนียมขนาดใหญ่ ท่อสเตนเลสขนาดใหญ่ ท่อสังกะสีขนาดเล็ก ท่อขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1/2 นิ้ว ควรใช้ที่ตัดแบบใด <ol style="list-style-type: none"> มีด มินิคัตเตอร์ คัตเตอร์ตัดท่อแบบสปริง คัตเตอร์ตัดท่อแบบอัตโนมัติ คัตเตอร์ตัดท่อแบบลูกกลิ้งขนาดใหญ่ ข้อใดเป็นวิธีที่ถูกต้องในการการลบคมท่อ <ol style="list-style-type: none"> ใช้ตัวลบคมท่อด้านที่เป็นกรวยแหลมสอดเข้าไปในท่อกวาดหมุนไปมาแนวนอน ใช้ตัวลบคมท่อด้านที่เป็นกรวยแหลมสอดเข้าไปในท่อที่ชี้ขึ้นเอียง 45 องศา ใช้ตัวลบคมท่อด้านที่เป็นกรวยแหลมสอดเข้าไปในท่อที่ชี้ลงต่ำ ใช้ตัวลบคมท่อด้านที่เป็นกรวยแหลมสอดเข้าไปในท่อที่ชี้ขึ้น ท่อชนิดใดหากเคลื่อนออกไม่ระมัดระวังท่ออาจแบนหรือพังงอได้ <ol style="list-style-type: none"> ท่อทองแดง ท่อเหล็ก ท่อ PVC ท่อสเตนเลส 				
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน		

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 15
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 4		เวลา 15 นาที
	ข้อทดสอบที่ : 1		

กระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				


เฉลย

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			x	
2	x			
3	x			
4				x
5	x			

ชื่อผู้รับการฝึก

วัน/เดือน/ปี

ผลคะแนน

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 16
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 4	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที


ใบทดสอบ

คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว


1. ชนิดของลวดเชื่อมแก๊สมีกี่ประเภท อะไรบ้าง
 - ก. 3 ประเภท คือ ลวดเชื่อมเงิน ลวดเชื่อมทองเหลือง และลวดเชื่อมผิวแดง
 - ข. 3 ประเภท คือ ลวดเชื่อมเงิน ลวดเชื่อมทองเหลือง และลวดแบบตะกั่ว
 - ค. 2 ประเภท คือ ลวดเชื่อมเหล็ก ลวดเชื่อมทองแดง
 - ง. 2 ประเภท คือ ลวดเชื่อมเหล็ก ลวดเชื่อมบุก


2. ลวดเชื่อมเงินเหมาะสำหรับใช้ในงานใด
 - ก. งานทำเฟอร์นิเจอร์
 - ข. งานซ่อมรถมอเตอร์ไซด์
 - ค. งานต่อเติมหลังคาบ้าน
 - ง. งานเชื่อมระบบทำความเย็น


3. งานทำท่อมอเตอร์ไซด์ และเฟอร์นิเจอร์ควรเลือกใช้ลวดชนิดใด
 - ก. ลวดผิวแดง
 - ข. ลวดเชื่อมเงิน
 - ค. ลวดเชื่อมทองเหลือง
 - ง. ลวดเงินผสมตะกั่ว


	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 17
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 4		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	


ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			
2				X
3	X			


	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 18
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 4		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <ol style="list-style-type: none"> หากโลหะมีความหนา 2.38 มิลลิเมตร ควรใช้หัวทิพเบอร์ใด <ol style="list-style-type: none"> 0 1 2 3 ปลายหัวตัดแบบความเร็วสูงปล่อยแก๊สออกซิเจนออกมาที่ความดันเท่าไร <ol style="list-style-type: none"> 1- 60 psi 60 – 100 psi 100-150 psi 150- 200 psi หัวเชื่อมแก๊สชนิดหัวฉีดยุติ เหมาะสำหรับใช้กับถังแก๊สชนิดใด <ol style="list-style-type: none"> ถังแก๊สอะเซทิลีน ถังแก๊สออกซิเจน ถังแก๊สฮีเลียม ถังแก๊สไนโตรเจน 				
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน		

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 19																				
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก																						
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 4			เวลา 15 นาที																				
	ข้อทดสอบที่ : 1																							
กระดาษคำตอบ																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>ก</th> <th>ข</th> <th>ค</th> <th>ง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					ข้อ	ก	ข	ค	ง	1					2					3				
ข้อ	ก	ข	ค	ง																				
1																								
2																								
3																								
เฉลย																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>ก</th> <th>ข</th> <th>ค</th> <th>ง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>x</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					ข้อ	ก	ข	ค	ง	1			x		2		x			3	x			
ข้อ	ก	ข	ค	ง																				
1			x																					
2		x																						
3	x																							
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน																					

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 20
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 4		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <p>1. เปลวไฟที่ใช้ในงานเชื่อมมีกี่ชนิด</p> <p>ก. 3 ชนิด</p> <p>ข. 2 ชนิด</p> <p>ค. 5 ชนิด</p> <p>ง. 6 ชนิด</p> <p>2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการปรับตั้งไฟเปลวลด</p> <p>ก. แก๊สออกซิเจนผสมกับแก๊สอะเซทิลีนในอัตราส่วนผสมที่เท่ากัน</p> <p>ข. แก๊สออกซิเจนผสมกับแก๊สไนโตรเจนในอัตราส่วนผสมที่เท่ากัน</p> <p>ค. แก๊สออกซิเจนผสมกับแก๊สอะเซทิลีนในอัตราส่วนผสมที่มากกว่าแก๊สอะเซทิลีน</p> <p>ง. แก๊สออกซิเจนผสมกับแก๊สอะเซทิลีนในอัตราส่วนผสมที่น้อยกว่าแก๊สอะเซทิลีน</p>				
<p>3. จากภาพ คือการปรับตั้งเปลวไฟชนิดใด</p> <p>ก. เปลวลด</p> <p>ข. เปลวกลาง</p> <p>ค. เปลวเพิ่ม</p> <p>ง. เปลวทั่วไป</p>				
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 21																				
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก																						
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 4			เวลา 15 นาที																				
	ข้อทดสอบที่ : 1																							
<h2>กระดาษคำตอบ</h2>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>ก</th> <th>ข</th> <th>ค</th> <th>ง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					ข้อ	ก	ข	ค	ง	1					2					3				
ข้อ	ก	ข	ค	ง																				
1																								
2																								
3																								
<h3>เฉลย</h3>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>ก</th> <th>ข</th> <th>ค</th> <th>ง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>x</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td>x</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					ข้อ	ก	ข	ค	ง	1	x				2				x	3			x	
ข้อ	ก	ข	ค	ง																				
1	x																							
2				x																				
3			x																					
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน																					

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 22
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 4	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <ol style="list-style-type: none"> อัตราการปล่อยแก๊สไนโตรเจนที่เหมาะสมในการเชื่อมต่อทองแดงคือ <ol style="list-style-type: none"> 1 -2 psi 4 -5 psi 5 -6 psi 6 -7 psi การเชื่อมต่อทองแดงผ่านแก๊สไนโตรเจน ต้องปรับให้เปลวไฟอยู่ในลักษณะใด <ol style="list-style-type: none"> เปลวสด เปลวกลาง เปลวเพิ่ม เปลวเฉื่อย การให้ความร้อนท่อควรจ่อท่อให้ร้อนหรือไม่ <ol style="list-style-type: none"> ควร เพราะท่อจะได้ร้อน ควร เพราะท่อจะได้ไม่เกิดออกไซด์ติดภายใน ไม่ควร การให้ความร้อนควรส่ายไปมาเล็กน้อย ไม่ควร การให้ความร้อนควรให้โดยเว้นว่างจุดละ 5 นาที 			
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน	

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 23
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง งานท่อและงานเชื่อม	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 4		เวลา 15 นาที
	ข้อทดสอบที่ : 1		


กระดาษคำตอบ


ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				


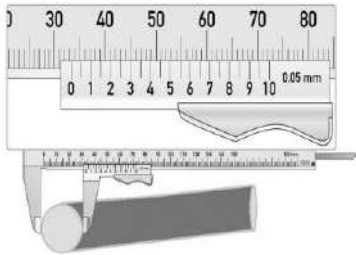
เฉลย


ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	x			
2		x		
3			x	

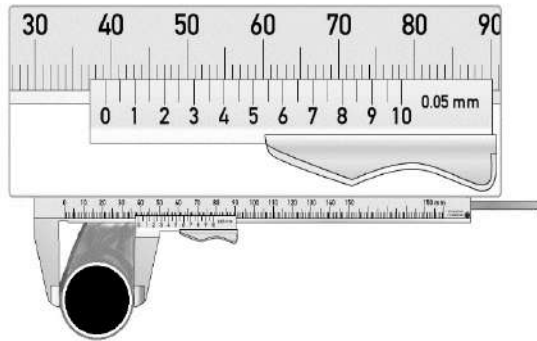
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 24
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 5		เวลา 15 นาที
	ข้อทดสอบที่ : 1		
ใบทดสอบ			
คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่า ถูก หรือ ผิด และทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ			
ถูก	ผิด	ข้อความ	
		1.มัลติมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่สามารถวัดปริมาณไฟฟ้าได้หลายปริมาณ	
		2.การใช้สายเกจ ควรปล่อยสารทำความเย็นออก 10 นาที เพื่อไล่อากาศในสาย	
		3.เทอร์โมมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดงานทางด้านเครื่องทำความเย็น	
		4.แคลมป์ออนมิเตอร์ เป็นเครื่องมือตรวจวัดค่าความดันน้ำยาสารทำความเย็น	
		5.โอห์มมิเตอร์ เป็นมาตรวัดไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดหาค่าความต้านทาน	
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน

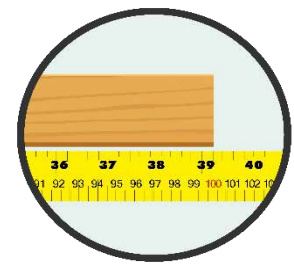
	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 25
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 5		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
เฉลยใบทดสอบ				
ข้อ	ถูก	ผิด		
1	X			
2		X		
3	X			
4		X		
5	X			
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 26
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 5		
	ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
ใบทดสอบ			
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p>			
<p>1. ข้อใดเป็นเครื่องมือวัดทางกล</p> <p>ก. คีมย้ำหางปลา</p> <p>ข. เลื่อยตัดเหล็ก</p> <p>ค. ไส้ควงแฉก</p> <p>ง. ฟุตเหล็ก</p>			
<p>2. ข้อใดไม่ใช่วิธีการบำรุงรักษาเวอร์เนียคาลิปเปอร์</p> <p>ก. ใช้หินน้ำมันละเอียดขัดเมื่อเกิดรอยบิ่น</p> <p>ข. ใช้หินภูเขาขัดเมื่อเกิดรอยบิ่น</p> <p>ค. เก็บในที่อุณหภูมิปกติ</p> <p>ง. ทาน้ำมันกันสนิม</p>			
			
<p>3. จากภาพเป็นการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกท่อพีวีซีโดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ ค่าที่วัดได้มีค่ากี่ มิลลิเมตร</p> <p>ก. 33.30 มิลลิเมตร</p> <p>ข. 40.30 มิลลิเมตร</p> <p>ค. 30.30 มิลลิเมตร</p> <p>ง. 33.00 มิลลิเมตร</p>			
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน	

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 27
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 5		
	ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	





4. จากภาพเป็นการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อเหล็กโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ ค่าที่วัดได้มีค่ากี่มิลลิเมตร
- ก. 35.25 มิลลิเมตร
 ข. 39.25 มิลลิเมตร
 ค. 40.20 มิลลิเมตร
 ง. 39.20 มิลลิเมตร



5. จากภาพเป็นการวัดความยาวของท่อนไม้โดยใช้ตลับเมตร ค่าที่วัดได้มีค่าเท่าไรในหน่วยเซนติเมตร และหน่วยนิ้ว
- ก. 120 เซนติเมตร และ 39.15 นิ้ว
 ข. 110 เซนติเมตร และ 39.20 นิ้ว
 ค. 100 เซนติเมตร และ 39.37 นิ้ว
 ง. 120 เซนติเมตร และ 39.60 นิ้ว

ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------

	ใบเฉลย		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 28
			หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง เครื่องมือสำหรับช่าง เครื่องปรับอากาศ		ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 5		
			ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
เฉลยใบทดสอบ					
ข้อ	ก	ข	ค	ง	
1				X	
2		X			
3	X				
4		X			
5			X		
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน	

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 29
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	หัวข้อวิชา : หลักการทำความเย็น และสารทำความเย็น	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 6	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที

ใบทดสอบ


คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่า ถูก หรือ ผิด และทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

ถูก	ผิด	ข้อความ
		1. การทำความเย็นมีหลักการคือ การเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นจากสถานะของเหลวเป็นสถานะแก๊สจะเกิดการดูดความร้อนจากบริเวณข้างเคียงไป
		2. คอมเพรสเซอร์ดูดน้ำยาสถานะแก๊สจากท่อทางอัด
		3. คอมเพรสเซอร์ เป็นอุปกรณ์หลักในวัฏจักรทำความเย็น

ชื่อผู้รับการฝึก


วัน/เดือน/ปี

ผลคะแนน

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 30
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	
	หัวข้อวิชา: หลักการทำความเย็น และสารทำความเย็น	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 6	ข้อทดสอบที่ : 1

กระดาษคำตอบ

ข้อ	ถูก	ผิด
1	X	
2		X
3	X	


	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 31
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำ ความเย็น	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 6	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที


ใบทดสอบ


คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่า ถูก หรือ ผิด และทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

ถูก	ผิด	ข้อความ
		1. หน่วยของอุณหภูมิที่นิยมใช้กันมีอยู่ 4 หน่วย คือ หน่วยองศาเซลเซียส หน่วยองศาฟาเรนไฮต์ หน่วยเคลวิน และ หน่วยองศาแรงกิน
		2. หน่วยองศาฟาเรนไฮต์ มีสัญลักษณ์ คือ °F
		3. K คือ หน่วย เคอร์รี่ (Kerry)
		4. การทดสอบแบบ SEER คือ การวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบ Fixed Speed ในการใช้พลังงานแบบเหมารายปี
		5. ความร้อน 1 บีทียู คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง 100 °F

ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------


	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 32
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำ ความเย็น	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 6		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
กระดาษคำตอบ				
ข้อ	ถูก	ผิด		
1	X			
2	X			
3		X		
4	X			
5	X			


	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 33
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำ ความเย็น	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 6		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
ใบทดสอบ				
คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่า ถูก หรือ ผิด และทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ				
ถูก	ผิด	ข้อความ		
		1. สารทำความเย็น หมายถึง สารที่ดูดความร้อนจากบริเวณโดยรอบ เพื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส ทำให้อากาศโดยรอบมีอุณหภูมิลดลง		
		2. สารทำความเย็นแบบ R 32 มีฟลูออรีนต่ำ จึงช่วยบรรเทาภาวะโลกร้อนได้		
		3. ถังสี่เหลี่ยมพุ่ม คือ ถัง R-410A		
		4. สาร R-40 R-123 และ R-117 เป็นสารในกลุ่มที่เป็นพิษและติดไฟง่าย		
		5. ถังเหล็ก R32 เติมน้ำยาแอร์ R32 ได้ไม่จำกัด		
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน


	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 34
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง หลักการทำความเย็นและสารทำ ความเย็น	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 6		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	


กระดาษคำตอบ


ข้อ	ถูก	ผิด
1	X	
2	X	
3		X
4	X	
5		X

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก		หน้า 35
		หน่วยการฝึก : ส่วนประกอบและขนาดเครื่องปรับอากาศ ขนาดเล็ก		
เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็น แบบอัดไอ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 7			
	ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที		
ใบทดสอบ				
คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่า ถูก หรือ ผิด และทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ				
ถูก	ผิด	ข้อความ		
		1. คอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่เพิ่มความดันให้แก่สารความเย็นเพื่อให้มีความดันและอุณหภูมิที่สูงขึ้น แล้วส่งไปยังคอนเดนเซอร์ให้กลับตัว		
		2. คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบอาศัยการทำงานของเพลาค้อเหวี่ยงขับลูกสูบให้เกิดการกลั่น		
		3. คอมเพรสเซอร์ที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศรถยนต์ คือ คอมเพรสเซอร์แบบ Scroll		
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 36												
		หน่วยการฝึก : ส่วนประกอบและขนาด เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก														
เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความ เย็นแบบอัดไอ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 7															
	ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที														
กระดาษคำตอบ																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">ข้อ</th> <th style="width: 40%;">ถูก</th> <th style="width: 40%;">ผิด</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> </tbody> </table>					ข้อ	ถูก	ผิด	1	X		2		X	3		X
ข้อ	ถูก	ผิด														
1	X															
2		X														
3		X														
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน														

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก		หน้า 37
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความเย็น แบบอัดไอ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 7			เวลา 15 นาที
	ข้อทดสอบที่ : 3			
ใบทดสอบ				
คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่า ถูก หรือ ผิด และทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ				
ถูก	ผิด	ข้อความ		
		1. คอนเดนเซอร์ หรือ อุปกรณ์ควบแน่น ทำหน้าที่ระบายความร้อนของสารทำความเย็นที่ส่งมาจากคอมเพรสเซอร์เพื่อให้กลับตัวเป็นของเหลว		
		2. อีวาพอเรเตอร์ ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นที่รับความร้อนเปลี่ยนไปอยู่ในสถานะแก๊ส		
		3. ท่อแคปิลลารีเป็นท่อขนาดเล็ก ทำหน้าที่ดูดอัดการไหลของสารทำความเย็นจากคอนเดนเซอร์ไปยังอีวาพอเรเตอร์		
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการพาณิชย์ ขนาดเล็ก		หน้า 38
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชยกรรมขนาดเล็ก		
เรื่อง ส่วนประกอบระบบทำความ เย็นแบบอัดไอ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 7			
	ข้อทดสอบที่ : 3	เวลา 15 นาที		
กระดาษคำตอบ				
ข้อ	ถูก	ผิด		
1	X			
2	X			
3		X		
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน		


	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 39
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าใน เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 8		เวลา 15 นาที
	ข้อทดสอบที่ : 1		


ใบทดสอบ

คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่า ถูก หรือ ผิด และทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

ถูก	ผิด	ข้อความ
		1. มอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นโดยมีสถานะเป็นแก๊สที่มีความดันและอุณหภูมิต่ำและอัดสารทำความเย็นที่มีสถานะแก๊สให้มีความดันและอุณหภูมิที่สูง
		2. เทอร์มิสแตทมีหน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิของห้องให้เป็นไปตามค่าอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้
		3. หากมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ใช้กระแสไฟมากเกินไป จะเกิดความร้อน ส่งผลให้ไบเมทัลลอลที่อยู่ภายในโอเวอร์โวลต์รีเลย์ขยายตัวไม่เท่ากัน ทำให้หน้าสัมผัส สัมผัสกันเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ขดลวดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์
		4. เมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นกับระบบไฟฟ้าเฟสโปรเทคชันจะเริ่มทำงาน
		5. สวิตช์ควบคุมความดันทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันในระบบ สามารถหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์เมื่อเกิดความผิดปกติของน้ำมันหล่อลื่นภายนอกได้

ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 40
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าใน เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 8		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
เฉลยใบทดสอบ				
ข้อ	ถูก	ผิด		
1	X			
2	X			
3		X		
4	X			
5		X		
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน


	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 41
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าใน เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 8		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	

ใบทดสอบ

คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่า ถูก หรือ ผิด และทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

ถูก	ผิด	ข้อความ
		1. การตรวจสอบมอเตอร์พัดลม หากใช้โอห์มมิเตอร์วัดที่ลวดมอเตอร์แล้วเข็มของมิเตอร์ชี้ไปที่ค่าอนันต์หมายถึง ขดลวดมอเตอร์พัดลมปกติ
		2. โลหะ 2 ชนิดที่ตั้งสัมผัสการขยายตัวไม่เท่ากันมายึดติดกันให้แน่นเมื่อได้รับความร้อนหรือเย็น จะเกิดการยึด และหดตัวทำให้โลหะเกิดการงอตัว
		3. ในการตรวจโอเวอร์โวลต์รีเลย์ เมื่อใช้โอห์มมิเตอร์วัดที่หน้าสัมผัส โอเวอร์โวลต์แล้วเข็มมิเตอร์ชี้ไปที่ค่าอนันต์แสดงว่าโอเวอร์โวลต์ปกติ
		4. ขั้ว s คือ ขั้วที่ต่อจากขดลวดสตาร์ทของคอมเพรสเซอร์
		5. ถ้าใช้โอห์มมิเตอร์ตรวจสอบคาปาซิเตอร์แล้วพบว่าเข็มชี้ที่ค่าอนันต์นั้นหมายถึงวงจรภายในขาด


ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 42
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าใน เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 8		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	

เฉลยใบทดสอบ

ข้อ	ถูก	ผิด
1		X
2	X	
3		X
4	X	
5	X	

ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 43
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง วงจรไฟฟ้าใน เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 8		เวลา 15 นาที
	ข้อทดสอบที่ : 1		

ใบทดสอบ


คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่า ถูก หรือ ผิด และทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

ถูก	ผิด	ข้อความ
		1. ไชควงวัดไฟใช้ตรวจไฟรั่วได้
		2. ใช้ไชควงวัดไฟแต่ละส่วนที่เป็นฉนวนเพื่อตรวจหาไฟรั่ว
		3. เมื่อปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกเครื่อง และมีเตอรไฟฟ้ายังคงหมุนอยู่ แสดงว่าเกิดไฟรั่ว
		4. เซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดเมื่อเกิดไฟลัดวงจร ไม่เกี่ยวกับไฟรั่ว
		5. เครื่องวัดค่าฉนวนของสายเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบไฟรั่วซึ่งเกิดจากสายไฟชำรุด

ชื่อผู้รับการฝึก

วัน/เดือน/ปี


ผลคะแนน


	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พาณิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 44
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพาณิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง วงจรไฟฟ้าใน เครื่องปรับอากาศ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 8		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	

เฉลยใบทดสอบ

ข้อ	ถูก	ผิด
1	X	
2		X
3	X	
4		X
5	X	

ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------


	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 45
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
<h2>ใบทดสอบ</h2>				
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p>				
<p>1. สถานที่ใดเหมาะกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ (คอยล์ร้อน) มากที่สุด</p> <p>ก. กำแพงด้านนอกของห้องใกล้กับคอยล์เย็น</p> <p>ข. กำแพงด้านนอกของห้องไกลจากคอยล์เย็น</p> <p>ค. ริมรั้วบ้าน โดยหันด้านลมออกเข้าหาต้นไม้ใหญ่</p> <p>ง. ริมรั้วบ้าน โดยหันด้านลมออกชิดกำแพง</p>				
<p>2. บริเวณใดเหมาะกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ (คอยล์เย็น) มากที่สุด</p> <p>ก. กึ่งกลางของกำแพงภายในห้อง จากทั้งด้านซ้าย ขวา และจากบนลงล่าง</p> <p>ข. กึ่งกลางของกำแพงภายในห้อง ห่างจากฝ้าประมาณ 10 เซนติเมตร</p> <p>ค. บริเวณใต้เตียง เพื่อไม่ให้ลมเย็นกระจายไปไกล</p> <p>ง. บริเวณหัวเตียง เพื่อให้เย็นหลับสบาย</p>				
<p>3. เพื่อให้เกิดความเย็นที่มีประสิทธิภาพ ผู้ใช้รับรู้ได้ถึงความสะดวกสบายขึ้นฉ่ำ ควรเติมสารทำความเย็นหลายชนิดปนกัน</p> <p>ก. ไม่ถูกต้อง เพราะอาจเกิดการระเบิดได้</p> <p>ข. ไม่ถูกต้อง เพราะปกตินั้นควรเติมเพียง 2 ชนิด</p> <p>ค. ถูกต้อง เพราะเครื่องปรับอากาศจะได้มีอายุการใช้งานที่ยืนยาว</p> <p>ง. ถูกต้อง เพราะอุณหภูมิที่เย็นพอดี เกิดจากสารทำความเย็นที่หลากหลาย</p>				
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน		

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 46
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9			เวลา 15 นาที
	ข้อทดสอบที่ : 1			

เฉลยใบทดสอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			
2		X		
3	X			

ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 47
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9		
	ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	


ใบทดสอบ

คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ห้ามติดตั้งชุดคอยล์เย็นสูงกว่าคอยล์ร้อนเกินกี่ฟุต
 - ก. 25 ฟุต
 - ข. 20 ฟุต
 - ค. 19 ฟุต
 - ง. 18 ฟุต


2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับหลักการออกแบบและติดตั้งท่อสารความเย็นเหลว
 - ก. การติดตั้งชุดคอยล์เย็นสูงกว่าชุดคอยล์ร้อนเกินกว่า 25 ฟุต ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลง
 - ข. ควรเลือกเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อให้มีความกว้างสอดคล้องกับความยาวของท่อที่เพิ่มขึ้น
 - ค. ควรให้สารทำความเย็นเหลวถูกแดดส่องโดยตรง เพราะจะส่งผลให้สารเกิดการเดือดง่าย
 - ง. ไม่ควรใช้เทปพันคลุมท่อสารทำความเย็น เพราะท่อจะระเบิดได้

3. หากตำแหน่งติดตั้งของชุดคอยล์ร้อนสูงกว่าชุดคอยล์เย็นเกิน 8 ฟุต จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ชนิดใด ที่บริเวณใด
 - ก. P-Trap ที่ด้านล่างของท่อดูด
 - ข. C-Trap ที่ด้านล่างของท่อดูด
 - ค. P-Trap ที่ด้านล่างของท่อน้ำทิ้ง
 - ง. C-Trap ที่ด้านล่างของท่อน้ำทิ้ง

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 48
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที

เฉลยใบทดสอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			
2		X		
3	X			

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 49
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที

ใบทดสอบ


คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว


1. ระบบไฟฟ้า 1 เฟส กำหนดให้เครื่องตัดไฟรั่วสามารถป้องกันกระแสไฟรั่วได้ไม่เกินกี่แอมป์
 - ก. 80 มิลลิแอมป์
 - ข. 60 มิลลิแอมป์
 - ค. 30 มิลลิแอมป์
 - ง. 120 มิลลิแอมป์

2. มอก.2553 กำหนดให้สายนิวทรัล ใช้ฉนวนสีใด
 - ก. สีเขียวแถบเหลือง
 - ข. สีน้ำตาล
 - ค. สีแดง
 - ง. สีฟ้า

3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ไม่เกิน 20 แอมแปร์
 - ก. ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ 2.5 ตร.มม.
 - ข. ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ 15 ตร.มม.
 - ค. ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ 3.5 ตร.มม.
 - ง. ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า คือ 25 ตร.มม.

ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน
------------------	--------------	---------

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 50
		หน่วยการฝึก : ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
เฉลยใบทดสอบ				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			X	
2				X
3	X			
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 51
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที


ใบทดสอบ

คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สายไฟ THW ขนาด 2.5 มม.² ที่ได้มาตรฐานต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด
 - ก. 4 มม.
 - ข. 6 มม.
 - ค. 8 มม.
 - ง. 10 มม.


3. หากขนาดตัวนำประธาน เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50 มม.² จะเลือกขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินกี่มม.²
 - ก. 12 มม.²
 - ข. 14 มม.²
 - ค. 16 มม.²
 - ง. 18 มม.²


4. ช่องเดินสายไฟในบ้านหลังหนึ่ง มีสายไฟราว 7-9 เส้น จะต้องใช้ตัวคูณเท่าใด ในการคำนวณเพื่อลดขนาดกระแสที่เดินในช่องสายไฟ
 - ก. 0.82
 - ข. 0.72
 - ค. 0.56
 - ง. 0.48


	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 52
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	

เฉลยใบทดสอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			
2			X	
3		X		

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 53
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
ใบทดสอบ				
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p>				
<p>1. ฟิวส์ สามารถตัดวงจรการไหลของไฟฟ้าแรงดันต่ำกว่ากี่โวลต์</p> <p>ก. 600 V</p> <p>ข. 700 V</p> <p>ค. 800 V</p> <p>ง. 900 V</p>				
<p>2. หากในระบบมีแรงดันไฟฟ้าน้อยกว่า 1,000 โวลต์ ควรเลือกใช้ Circuit Breaker ชนิดใด</p> <p>ก. Miniature Circuit Breaker</p> <p>ข. Air Circuit Breaker</p> <p>ค. Floor Circuit Breaker</p> <p>ง. Ground Circuit Breaker</p>				
<p>3. ถ้าจะเลือกสวิตช์ที่สามารถควบคุมวงจรเฉพาะจุด เช่น ปุ่มน้ำ หรือตู้เย็น เป็นต้น ควรเลือกสวิตช์แบบใด</p> <p>ก. สวิตช์ทิกซิโน</p> <p>ข. โหลดเซ็นเตอร์</p> <p>ค. เซฟตี้สวิตช์</p> <p>ง. ปลั๊กฟิวส์</p>				
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน		

	ใบเฉลย		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 54
			หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ		ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9			
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที		
เฉลยใบทดสอบ					
ข้อ	ก	ข	ค	ง	
1	X				
2		X			
3	X				
ชื่อผู้รับการฝึก		วัน/เดือน/ปี		ผลคะแนน	

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 55
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที


ใบทดสอบ


คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว


1. การตอกก๊ป คืออะไร
 - ก. มาตรฐานการเดินสายไฟ
 - ข. เทคนิคการเดินสายไฟฟ้าชั่วคราว
 - ค. เทคนิคการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร
 - ง. มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าสำหรับห้างสรรพสินค้า

2. การรัดสายสามารถทำได้กี่แบบ อะไรบ้าง
 - ก. 2 แบบ คือ รัดก่อนเดินสาย และรัดหลังเดินสาย
 - ข. 2 แบบ คือ รัดก่อนเดินสาย และรัดระหว่างเดินสาย
 - ค. 3 แบบ คือ รัดก่อนเดินสาย รัดระหว่างเดินสาย และรัดหลังเดินสาย
 - ง. 3 แบบ คือ รัดก่อนเดินสาย รัดระหว่างเดินสาย และหลังใช้งานระยะหนึ่ง

3. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับท่อ EMT
 - ก. ท่อ EMT บางกว่าท่อ RMC
 - ข. ท่อ EMT หนากว่าท่อ RMC
 - ค. ท่อ EMT หนาเท่ากับท่อ IMC
 - ง. ท่อ EMT หนาเท่ากับท่อ RMC


	ใบเฉลย		หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 56
			หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ		ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9			
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที		
เฉลยใบทดสอบ					
ข้อ	ก	ข	ค	ง	
1			X		
2		X			
3	X				

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 57
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
ใบทดสอบ				
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <ol style="list-style-type: none"> การกด reset รีโมทควบคุมก่อนการทดสอบเครื่อง มีประโยชน์อย่างไร <ol style="list-style-type: none"> เพื่อเลือกระบบพัดลม เพื่อทดสอบเสียงการรับสัญญาณ เพื่อล้างการตั้งค่า เพื่อเข้าสู่โหมดรอรับการทดสอบระบบ ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการเจาะรูผนัง <ol style="list-style-type: none"> เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร โดยให้รูด้านนอกต่ำกว่ารูด้านในเล็กน้อย เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร โดยให้รูด้านนอกต่ำกว่ารูด้านในเล็กน้อย เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร โดยให้รูด้านนอกสูงกว่ารูด้านในเล็กน้อย เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร โดยให้รูด้านนอกสูงกว่ารูด้านในเล็กน้อย การเริ่มเดินเครื่องต้องกดปุ่มใด <ol style="list-style-type: none"> ปุ่ม Sweep ปุ่ม On/Off ปุ่ม Clock ปุ่ม Emergency Operation 				
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน		

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 58
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที

เฉลยใบทดสอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			X	
2	X			
3				X

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 59
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที


ใบทดสอบ

คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. หากเครื่องปรับอากาศทำความเย็นได้แต่ไม่มีประสิทธิภาพมากเพียงพอ อาจเกิดจากสาเหตุใด
 - ก. พังล้างตัวกรองอากาศ
 - ข. มีสิ่งกีดขวางช่องดูดอากาศ
 - ค. เปลี่ยนยี่ห้อสารทำความเย็นใหม่
 - ง. เปิดเครื่องปรับอากาศนานเกิน 2 ชั่วโมง


2. พัดลมของชุดคอยล์ร้อนไม่หมุน การแก้ไขวิธีใดตรงจุดมากที่สุด
 - ก. ตรวจสอบท่อสารทำความเย็น
 - ข. เปลี่ยนลูกปืนมอเตอร์พัดลม
 - ค. ตรวจสอบหน้าสัมผัสของแมคเนติก
 - ง. ตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันโหลดเกิน


3. เมื่อตรวจพบว่ามิน้ำหยดลงมาจากเครื่องปรับอากาศ ช่างเครื่องปรับอากาศคนใดตรวจวิเคราะห์และแก้ไขได้ดีที่สุด
 - ก. ช่างสมบองตรวจดูว่าน้ำไหลในท่อทิ้งหรือไม่ จากนั้นทำการแก้ไขการลาดเอียงของท่อ
 - ข. ช่างสมศักดิ์ตรวจดูว่าน้ำไหลในท่อทิ้งหรือไม่ จากนั้นทำการแก้ไขด้วยการเจาะท่อ
 - ค. ช่างสมเดชตรวจท่อน้ำทิ้งว่าตันหรือไม่ จากนั้นทำการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ
 - ง. ช่างสมหมายตรวจท่อน้ำทิ้งว่าตันหรือไม่ จากนั้นทำการผ่าท่อน้ำทิ้งแล้วฉีดน้ำดันเข้าระบบ

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 60
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที

เฉลยใบทดสอบ


ข้อ	ก	ข	ค	ง
1		X		
2		X		
3	X			

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 61
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9		
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที	
ใบทดสอบ				
<p>คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อใดเป็นคุณสมบัติที่ดีของฉนวนท่อเครื่องปรับอากาศ <ol style="list-style-type: none"> ก. มีค่าสัมประสิทธิ์นำความร้อนต่ำ ข. มีค่าสัมประสิทธิ์นำความร้อนสูง ค. มีการดูดซึมน้ำในอากาศสูง ง. ป้องกันการเกิดหยดเหงื่อต่ำ 2. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการหุ้มฉนวนท่อ <ol style="list-style-type: none"> ก. ต่อกันแล้วเสร็จแล้วจากนั้นทำการหุ้มฉนวน ข. หุ้มฉนวนท่อทองแดงก่อนต่อท่อเข้าสู่ระบบ ค. กรีดฉนวนยาวตลอดแนวเพื่อให้หุ้มได้ง่าย ง. รัดพันฉนวนให้แน่นเพื่อกระชับท่อ 3. หากพันเทปไวนิลแน่นจะส่งผลต่อฉนวนอย่างไร <ol style="list-style-type: none"> ก. ฉนวนจะเก่าเร็ว ข. ฉนวนดูดกลืนความร้อนได้ดี ค. ฉนวนจะดูดความชื้นในอากาศมากขึ้น ง. ฉนวนสูญเสียความเป็นฉนวนไปส่วนหนึ่ง 				
ชื่อผู้รับการฝึก	วัน/เดือน/ปี	ผลคะแนน		

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 62
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9	
		ข้อทดสอบที่ : 1	เวลา 15 นาที

เฉลยใบทดสอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X			
2		X		
3				X

	ใบทดสอบ	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก	หน้า 63
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก	
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9	
		ข้อทดสอบที่ : 10	เวลา 15 นาที


ใบทดสอบ

คำชี้แจง ให้ผู้รับการฝึกทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การคลุ้มมอเตอร์ด้วยถุงพลาสติกมีประโยชน์ด้านใดมากที่สุด
 - ก. ป้องกันฝุ่นละอองติดแผงวงจร
 - ข. ช่วยลดปัญหาสายไฟที่โยงไปมา
 - ค. ป้องกันความชื้นของน้ำเข้าสู่แผงวงจร
 - ง. ช่วยแยกระบบวงจรไฟฟ้า และสารทำความเย็น

2. แผ่นกรองอากาศมีหน้าที่อะไร บำรุงรักษาอย่างไร
 - ก. กรองฝุ่นละอองภายในห้อง ทำความสะอาดโดยใช้ป้อน้ำแรงดันสูงฉีด
 - ข. กรองฝุ่นละอองนอกกำแพงห้อง ทำความสะอาดโดยใช้ป้อน้ำแรงดันสูงฉีด
 - ค. กรองความชื้นในอากาศ ทำความสะอาดโดยเคาะความชื้นออกเบา ๆ
 - ง. กรองความร้อน ทำความสะอาดโดยเคาะฝุ่นออกเบา ๆ

3. การเป่าลมหลังทำความสะอาดหรือล้างด้วยการฉีดน้ำแรงดันสูงมีประโยชน์อย่างไร
 - ก. ช่วยทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้เหมือนซื้อใหม่
 - ข. ช่วยให้แผงวงจรและอุปกรณ์ต่าง ๆ แห้ง ลดปัญหาไฟลัดวงจร
 - ค. ช่วยให้สารทำความเย็นบริสุทธิ์ ไม่มีน้ำเจือปน
 - ง. ช่วยให้มีมาตรฐานในการบำรุงรักษา

	ใบเฉลย	หลักสูตร: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและการ พานิชย์ขนาดเล็ก		หน้า 64
		หน่วยการฝึก: ช่างเครื่องปรับอากาศภายในบ้านและ การพานิชย์ขนาดเล็ก		
	เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ	ข้อทดสอบงานย่อยที่ : 9		
		ข้อทดสอบที่ : 10	เวลา 15 นาที	

เฉลยใบทดสอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			X	
2	X			
3		X		