การพัฒนาชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL PACKAGE ON AIR CONDITION

บุญน้อม ปันชัยสงค์
BOONNOM PANCHAISONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคนิคศึกษาและการฝึกอบรมเพื่อการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2551
KMITL-2008-ED-M-213-130

การพัฒนาชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

DEVELOPMENT OF INSTUCTIONAL PACKAGE ON AIR CONDITION

บุญน้อม ปันชัยสงค์

BOONNOM PANCHAISONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2551

KMITL-2008-ED-M-213-130

DEVELOPMENT OF INSTUCTIONAL PACKAGE ON AIR CONDITION

BOONNOM PANCHAISONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN VOCATIONAL

CURRICULUM AND INSTRUCTION

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

KMITL-2008-ED-M-213-130

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ
นักศึกษา	ว่าที่ร้อยเอกบุญน้อม ปันชัยสงค์
รหัสประจำตัว	46069624
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สมพร ไชยะ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึก

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.77 สถิติ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ t-test แบบ Dependent

ผลการวิจัยพบว่า

1) ชุดฝึกฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ มีประสิทธิภาพ 80.23 : 85.67

2) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Thesis Title	Development of Instructional Package on Air Condition
Student	Mr.Boonnom Panchaisong
Student ID.	46069624
Degree	Master of Industrial Education
Program	Vocational Curriculum and Instruction
Year	2008
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Somporn Chaiya
Thesis Co-Advisor	Dr.Phadungchai Pupat

ABSTRACT

The purposes of this research were to construct and find the efficiency of Instuctional Package on Air condition and to compare achievement between pretest and posttest scores of students studying with Instuctional Package on Air Condition.

The samples of the study were 30 seccond year students at Vocational Certificate level, studying in Electric Power Department of Kanchanaphisek Technical College Mahanakorn. The research instruments used were Instuctional Package on Air Condition, achievement test which had reliability 0.77 Data analysis were percentage, mean, standard deviation and Dependent Sample t-test.

The results of this research were as follows:

1) Instructional Pacage on Air Condition had effciency citerion at 80.23 : 85.67

2) The posttest scores were significantly higher than the pretest scores of students who studied with the Instructional Package on Air Condition at .05 level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สมพร ไชยะ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือและช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ผศ.ดร.อำนาจ ตั้งเจริญชัย และ ผศ.ดร.อรสา โกศลานันทกุล คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไข เพื่อการปรับปรุงให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ อาจารย์ผู้สอน เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาในวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และให้ความร่วมมือในการตอบแบบทดสอบอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณคุณแม่ คุณพ่อ ผู้ที่เป็นที่เคารพรักอย่างยิ่ง รวมถึงพี่-น้อง และเพื่อนร่วมชั้นเรียน ที่ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การช่วยเหลือ และสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สนับสนุนทุนสำหรับการทำวิจัย

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แด่ คุณพ่อ คุณแม่ และครู-อาจารย์ทุกท่านด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

บุญน้อม ปันชัยสงค์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญภาพ..... VII

สารบัญตาราง..... VII

บทที่ 1 บทนำ..... I

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 สมมติฐานการวิจัย..... 2

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย..... 2

1.5 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย..... 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545..... 6

2.1.1 หลักการ..... 6

2.1.2 จุดหมาย..... 6

2.1.3 หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ..... 6

2.2 หลักสูตรวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ..... 7

2.3 ชุดฝึก..... 10

2.3.1 ความสำคัญของชุดฝึกต่อการเรียนการสอน..... 12

2.3.2 ลักษณะและส่วนประกอบของชุดฝึก..... 12

2.3.3 การสร้างชุดฝึก..... 13

2.3.4 การพัฒนาชุดฝึก..... 13

2.4 การออกแบบและสร้างชุดฝึก..... 17

2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อ..... 18

2.5.1 ความหมายของการหาประสิทธิภาพของสื่อ..... 21

2.5.2 การกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพ..... 21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.3 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ 21

2.5.4 ความจำเป็นในการหาประสิทธิภาพ 22

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 25

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 25

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 25

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 31

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 32

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 34

4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก 34

4.2 ผลการการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยชุดฝึก 36

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลแนะข้อเสนอแนะ 36

5.1 สรุปผลการวิจัย 36

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 36

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย 36

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 36

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 37

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 37

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 37

5.1.7 สรุปผลการวิจัย 38

5.2 อภิปรายผล 38

5.3 ข้อเสนอแนะ 39

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้ 39

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป 40

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม 41

ภาคผนวก 43

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ 44

ภาคผนวก ข รูปภาพชุดเครื่องฝึกทำความเย็น 48

ภาคผนวก ค ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ 105

ประวัติผู้เขียน 142

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงหน่วยการเรียนการสอนวิชาทฤษฎีเครื่องทำความเย็นและจำนวนคาบสอน..... 10

3.1 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม..... 26

3.2 แสดงผลการประเมินชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้ง.....
เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา..... 30

3.3 แสดงผลการประเมินชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้ง.....
เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ..... 30

3.4 แสดงผลการประเมินชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้ง
เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ในภาพรวม..... 31

4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก..... 34

4.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก..... 35

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 แสดงระบบการออกแบบการสอนของ ADDIE Model..... 3

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์สามารถปรับเปลี่ยนวิถีในการดำเนินชีวิตของตนและเพื่อให้เกิดการพัฒนาในด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง สังคม สิ่งแวดล้อม รวมถึงเทคโนโลยีต่างๆ ดังนั้นการจัดการศึกษาให้แก่ประชาชนได้อย่างทั่วถึง จะเป็นการวางรากฐานการพัฒนาประเทศให้มั่นคง เพื่อก้าวไปสู่ความเจริญก้าวหน้าตามที่ต้องการ อย่างไรก็ตามการศึกษาไม่ใช่เป็นการเรียนรู้ในเนื้อหาแต่เพียงอย่างเดียวแต่จะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ด้วย (กรมวิชาการ. 2542 : 17) การดำเนินการศึกษาจึงเป็นกระบวนการที่ต้องมีการพัฒนา และต้องปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เหมาะกับสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ โดยต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนควรมีความสามารถในการเรียนรู้และถือได้ว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ดังนั้นกระบวนการจัดการศึกษา และการจัดกระบวนการเรียนรู้ก็คือการฝึกทักษะ ฝึกกระบวนความคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์จริงและควรประยุกต์ความรู้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา เพื่อให้การจัดกิจกรรมสำหรับผู้เรียนได้เรียนรู้จริงเช่นการฝึกการปฏิบัติให้นักเรียนสามารถ คิดเป็น ประยุกต์เป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง เพื่อก้าวไปสู่โลกแห่งการประกอบอาชีพในอนาคต (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 42)

กระบวนการเรียนการสอนเป็นหัวใจสำคัญที่จะบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการศึกษา สำหรับอาชีวศึกษานั้นได้ให้ความสำคัญต่อกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งได้กำหนดเป็นเป้าหมายหลักและส่งเสริมการสร้างทักษะวิชาชีพด้วยการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริง เพื่อผลิตกำลังคนตั้งแต่ระดับกึ่งฝีมือ ระดับเทคนิค ระดับเทคโนโลยี ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานสากลและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคมวัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม และความต้องการของตลาดแรงงานความก้าวหน้าของเทคโนโลยีต่อไป (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2545 – 2549 : 59)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ได้กำหนดให้นักเรียนเรียนวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศโดยวิชานี้จำเป็นที่จะต้องใช้สื่อการเรียนการสอน เช่น ใบงาน ชุดฝึก มาประกอบการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้พิสูจน์หลักการต่าง ๆ ทางทฤษฎีด้วยการทดลอง เพื่อจะได้รับประสบการณ์ตรงในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงจากการลงมือปฏิบัติ นอกจากนี้ยังมุ่งให้ผู้เรียนได้คุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม แต่การจัดชุดฝึกในปัจจุบันนี้ได้ประสบปัญหาที่สำคัญ คือ ชุดฝึกมีราคาแพง และไม่สอดคล้องกับหลักสูตรที่ใช้สำหรับการเรียนการสอน

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสอนในวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ พบปัญหาที่สำคัญ คือ ไม่มีชุดฝึกเวลาสอน ทำให้การจัดการเรียนการสอนในภาคปฏิบัตินั้นไม่ประสบความสำเร็จในการสอนเท่าที่ควร ซึ่งผู้สอนจะใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนการฝึกปฏิบัติ โดยการนำอุปกรณ์ที่จะใช้ประกอบการเรียนการสอนมาวางไว้กับพื้นซึ่งทำให้ไม่เป็นระเบียบ ไม่สะดวกต่อการฝึกปฏิบัติและการทดสอบวงจรขาดการจัดระบบขั้นตอนที่ถูกต้อง เมื่อมีการสร้างชุดฝึกนักเรียนก็จะได้ทำการฝึกปฏิบัติ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านต่าง ๆ ของวงจร ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละใบงาน ทำให้ไม่ต้องใช้เวลาในการทดลองมากเนื่องจากการต่อวงจรตามใบงานทำได้สะดวกขึ้น มีการวัดค่าต่างๆได้แม่นยำ ตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆตรวจสอบได้ง่าย ทำให้อุปกรณ์ที่ใช้มีอายุการทำงานยาวนานขึ้น อีกทั้งวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศเป็นวิชาบังคับที่ใช้สำหรับศึกษาในหลักสูตรนี้ จึงเป็นเหตุให้ผู้วิจัยมีความต้องการที่จะสร้างชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ ซึ่งมีความแข็งแรงใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน สะดวกในการทดลอง ช่วยประหยัดงบประมาณ และเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนการสอนให้ดีขึ้น ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

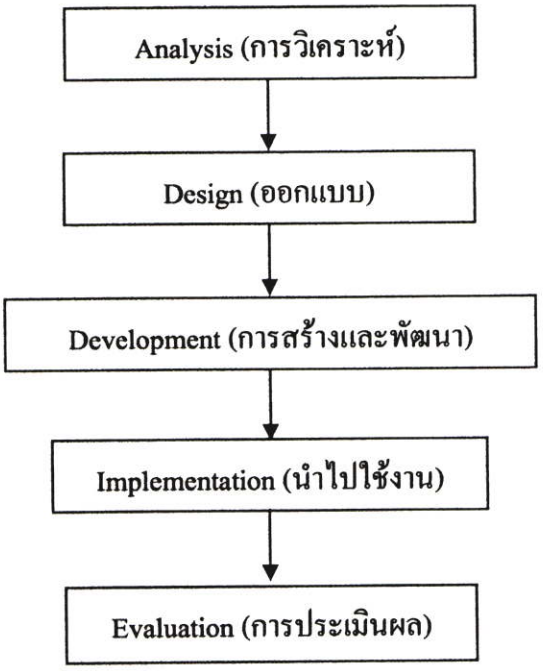
1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 : 80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการสร้างชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ยึดหลักการออกแบบระบบการสอนของ ADDIE Model (Seels and Glasgow. 1998 : 89) มาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย โดย ADDIE Model มีแผนผังการดำเนินการดังนี้



ภาพที่ 1.1 แสดงระบบการออกแบบการสอนของ ADDIE Model

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเครื่องทำเย็นและปรับอากาศ ได้ยึดแนวคิดของ Bloom (อ้างใน ธำรง บัวศรี. 2542 : 213-214) ซึ่งวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยไว้ 6 ด้าน คือ

1. ความรู้ - ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. การนำไปใช้
4. การวิเคราะห์
5. การสังเคราะห์
6. การประเมินค่า

สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่วัดผลการเรียนรู้ 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ และความเข้าใจ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1.5.1 การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ รหัสวิชา 21042404 เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) สำนักงานคระกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร จำนวน 120 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา คือ

1. ตัวแปรต้น คือ วิธีสอนโดยใช้ชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

2. ตัวแปรตาม คือ

2.1 ประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1.5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัย

1. นักเรียน หมายถึง ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานครกรุงเทพฯ

2. ชุดฝึก หมายถึง ชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติในวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร ซึ่งประกอบด้วยใบปฏิบัติงานและชุดฝึก

3. ประสิทธิภาพของชุดฝึก หมายถึง การทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จากเนื้อหาภายในชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80:80 โดยคำนวณจากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนด้วยชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ครั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการศึกษาโดยเสนอเรียงตามลำดับ ดังต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)

2.2 หลักสูตรวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

2.3 ชุดฝึก

2.4 การออกแบบและสร้างชุดฝึก

2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)

2.1.1 หลักการ

1. เป็นหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลังมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อพัฒนากำลังคนระดับระดับฝีมือ ความชำนาญเฉพาะด้าน มีคุณธรรม บุคลิกภาพและเจตคติที่เหมาะสม สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและการประกอบอาชีพอิสระ สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคมทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ

2. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวาง เพื่อเน้นความชำนาญเฉพาะด้านด้วยการปฏิบัติจริง สามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน ถ่ายโอนผลการเรียนสะสมการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการ และสถานประกอบอาชีพอิสระได้

3. เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน

4. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชนและท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับสภาพชุมชนและท้องถิ่น

2.1.2 จุดหมาย

1. เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพตรงตามมาตรฐานวิชาชีพ นำไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเลือกวิถีการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตนสร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่น และประเทศชาติ

2. เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น

4. เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่นและประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี

5. เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษย์สัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกายและจิตใจ เหมาะสมกับงานอาชีพนั้น ๆ

6. เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและโลก ปัจจุบัน มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ดำรงรักษาไว้ซึ่งมีความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

2.1.3 หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545

1. การเรียนการสอน

1.1 การเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้ ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนเรียนได้ทุกวิธีเรียนที่กำหนด และนำผลการเรียนแต่ละวิธีมาประเมินผลร่วมกันได้ สามารถโอนผลการเรียน และขอเทียบความรู้และประสบการณ์ได้

1.2 การจัดการเรียนการสอนเน้นการปฏิบัติจริง โดยสามารถนำรายวิชาไปจัดฝึกในสถานประกอบการ ไม่น้อยกว่า 1 ภาคเรียน

2. เวลาเรียน

2.1 ในปีการศึกษาหนึ่ง ๆ ให้แบ่งภาคเรียนออกเป็น 2 ภาคเรียนปกติ ภาคเรียนละ 20 สัปดาห์ โดยมีเวลาเรียนและจำนวนหน่วยกิต ตามที่กำหนด และสถานศึกษาอาจเปิดสอนภาคเรียนฤดูร้อนได้อีกตามที่เห็นสมควร ประมาณ 5 สัปดาห์

2.2 การเรียนในระดับชั้นเรียน ให้สถานศึกษาเปิดทำการสอนไม่น้อยกว่าสัปดาห์ละ 5 วัน คาบละ 60 นาที (1 ชั่วโมง)

3. หน่วยกิต

3.1 ให้มีจำนวนหน่วยกิต ตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 102 หน่วยกิต โดยการคิดหน่วยกิต ถือเกณฑ์ ดังนี้

3.2 รายวิชาภาคทฤษฎี 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่า 20 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

3.3 รายวิชาที่ประกอบด้วยภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติให้บูรณาการการเรียนการสอน กำหนด 2 – 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่า 40 – 60 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

3.4 รายวิชาที่นำไปฝึกงานในสถานประกอบการ กำหนดเวลาในการฝึกปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 40 ชั่วโมง มีค่า 1หน่วยกิต

3.4.1 การฝึกอาชีพในระบบทวิภาคี ใช้เวลาฝึกไม่น้อยกว่า 40 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

3.4.2 การทำโครงการให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

4. โครงสร้าง

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) แบ่งเป็น 3 หมวดวิชา ฝึกงาน และกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังนี้

4.1 หมวดวิชาสามัญ

4.1.1 วิชาสามัญทั่วไป เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต

4.1.2 วิชาสามัญพื้นฐานวิชาชีพ เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานสัมพันธ์กับวิชาชีพ

4.2 หมวดวิชาชีพ

4.2.1 วิชาชีพพื้นฐาน เป็นกลุ่มวิชาชีพสัมพันธ์ที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นในประเภทวิชานั้น ๆ

4.2.2 วิชาชีพสาขาวิชา เป็นกลุ่มวิชาชีพหลักในสาขาวิชานั้นๆ

4.2.3 วิชาชีพสาขางาน เป็นกลุ่มวิชาชีพที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะเฉพาะด้านในงานอาชีพตามความถนัดและความสนใจ

4.2.4 โครงการ

4.3 หมวดวิชาเลือกเสรี

4.4 ฝึกงาน

4.5 กิจกรรมเสริมหลักสูตร

จำนวนหน่วยกิตของแต่ละหมวดวิชาตลอดหลักสูตร ให้เป็นไปตามกำหนดไว้ในโครงสร้างของแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา ส่วนรายวิชาแต่ละหมวดวิชา สถานศึกษาสามารถจัดตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือจัดตามความเหมาะสมของสภาพท้องถิ่น ทั้งนี้ สถานศึกษาต้องกำหนดรหัสวิชา จำนวนคาบเรียนและจำนวนหน่วยกิตตามระเบียบที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

5. โครงการ

5.1 สถานศึกษาต้องจัดให้ ผู้เรียนจัดทำโครงการในภาคเรียนที่ 6 ไม่น้อยกว่า 160 ชั่วโมง กำหนดให้มีค่า 4 หน่วยกิต

5.2 การตัดสินผลการเรียนและให้ระดับผลการเรียนให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น ๆ

6. ฝึกงาน

6.1 ให้สถานศึกษานำรายวิชาในหมวดวิชาชีพไปจัดฝึกในสถานประกอบการอย่างน้อย 1 ภาคเรียน

6.2 การตัดสินผลการเรียนและให้ระดับผลการเรียนให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น

7. การเข้าเรียน

พื้นความรู้และคุณสมบัติของผู้เรียน ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการจัดการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)

8. การประเมินผลการเรียน

ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)

9. กิจกรรมเสริมหลักสูตร

สถานศึกษาต้องจัดให้มีกิจกรรมเพื่อปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม ระเบียบวินัยของตนเองและส่งเสริมการทำงาน ใช้กระบวนการกลุ่มในการทำประโยชน์ต่อชุมชน ทะนุบำรุงขนบธรรมเนียมประเพณีอันดีงาม โดยการวางแผน ลงมือปฏิบัติ ประเมินผล และปรับปรุงการทำงาน

10. การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

10.1 ประเมินผ่านรายวิชาในหมวดวิชาสามัญ หมวดวิชาชีพ และหมวดวิชาเลือกเสรี ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา

10.2 ได้จำนวนหน่วยกิตสะสมครบตามโครงสร้างของหลักสูตรแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา

10.3 ได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 2.00

10.4 เข้าร่วมกิจกรรมและผ่านการประเมินทุกภาคเรียน

10.5 ประเมินผ่านมาตรฐานวิชาชีพสาขาวิชา

11. การแก้ไขและเปลี่ยนแปลงหลักสูตร

11.1 ให้เลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นผู้มีอำนาจในการเพิ่มเติม ปรับปรุง หรือยกเลิกประเภทวิชา สาขาวิชา สาขางาน รายวิชา และโครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545

11.2 ให้ผู้บริหารสถานศึกษาเป็นผู้มีอำนาจเพิ่มเติม แก้ไข เปลี่ยนแปลงรายวิชาต่างๆ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 โดยต้องรายงานให้ต้นสังกัดทราบ

2.2 หลักสูตรวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2548 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ วิชาทฤษฎีเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ มีจุดประสงค์ดังนี้

1. จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจหลักการทำงาน โครงสร้าง และส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ สารทำความเย็น น้ำมันหล่อลื่น วงจรไฟฟ้า และอุปกรณ์ของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

2. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ ความร้อน ความดัน ความชื้น โครงสร้างส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

3. หน่วยการเรียนการสอนวิชาทฤษฎีเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

ตารางที่ 2.1 แสดงหน่วยการเรียนการสอนวิชาทฤษฎีเครื่องทำความเย็นและจำนวนคาบสอน

สัปดาห์ที่	หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1	1	ส่วนประกอบเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ	6
2-4	2	คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ เอกซ์เพนชั่นวาล์ว อีแวปปอเรเตอร์	18
5-6	3	เครื่องมือและอุปกรณ์ แคล้มป์มิเตอร์ มัลติมิเตอร์ มีดตัดท่อหรือคัตเตอร์ รีมเมอร์ เครื่องมือดัดท่อ เครื่องมือขยายท่อ เครื่องมือบานท่อ ตะเกียงตรวจรอยรั่ว เครื่องทำสุญญากาศ เกจแมนิโฟลด์ เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องชั่งน้ำยาแบบดิจิตอล	12

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
		ท่อ แฟลร์นัตและยูเนียน เซอร์วิทวาล์ว	
7	4	งานท่อและเชื่อมประสานท่อ ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิเจน – อะเซทิลีน เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมท่อน้ำยา ชนิดของเปลวไฟเชื่อมแก๊ส วิธีการจุดไฟเชื่อมแก๊สและปรับเปลวไฟ งานวัดขนาดท่อทองแดง	6
8		สอบกลางภาค	6
9-10	5	วงจรไฟฟ้าและวงจรทางกลของเครื่องปรับอากาศ วงจรทางกลของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ วงจรไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ	6
11	6	การทำสุญญากาศและบรรจุสารทำความเย็น เครื่องมือในการทำสุญญากาศ วิธีการทำสุญญากาศ การตรวจสอบหารอยรั่ว การบรรจุสารทำความเย็น การเชื่อมปิดระบบ การเติมน้ำมันหล่อลื่นเข้าในระบบ การดูดเก็บสารทำความเย็นไว้ในระบบ	12
12	7	งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน - งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดตั้งได้ แขวนได้ - งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดติดผนัง	12
13-14	8	งานบริการและบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ - งานบริการและบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	6

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
15-17	9	งานตรวจซ่อมแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องปรับอากาศ	18
18		สอบปลายภาค	6
		รวม	**108**

2.3 ชุดฝึก

2.3.1 ความสำคัญของชุดฝึกต่อการเรียนการสอน

ในวงการศึกษาที่ผ่านมา มีผู้คิดค้นสื่อการสอนซึ่งเรียกว่า นวัตกรรม (Innovation) ขึ้นมากมาย ทั้งนี้เกิดจากความพยายามที่จะแก้ปัญหาการเรียนของผู้เรียน รวมทั้งพัฒนาการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น "ชุด" การสอน และ "ชุด" การฝึก จัดเป็นนวัตกรรมประเภทหนึ่งที่ได้เกิดขึ้นในวงการศึกษา โดยเกิดจากแนวคิดและทฤษฎี "ระบบ" ในการวางแผนการเรียนการสอนโดยใช้สื่อประสมเพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นไปตามจุดหมายที่กำหนดไว้ (นิพนธ์ สุขปรีดี. 2519 : 62 – 63) ทั้งนี้เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ต่อทั้งผู้เรียนและผู้สอน ดังที่ สันทัด ภิบาลสุข (2524 : 199) ได้กล่าวถึงไว้ดังนี้

1. ช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษาอยู่ เพราะชุดการฝึก หรือชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนมากที่สุด

2. ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง และเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ หรือความต้องการของตนเอง

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

4. ช่วยให้นักเรียนจำนวนมากได้เรียนรู้ในแนวเดียวกัน

5. ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่เป็นอิสระ จากอารมณ์ของครู คือ สามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอด

6. ช่วยให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของครู เนื่องจากชุดการฝึกหรือชุดการสอนช่วยถ่ายทอดเนื้อหาได้ ดังนั้นครูที่พูดไม่เก่งก็สามารถทำการสอนให้มีประสิทธิภาพได้

7. ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย

8. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครู

9. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครูผู้ชำนาญ เพราะชุดการฝึก หรือชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเอง หรือต้องการความช่วยเหลือเพียงเล็กน้อย

10. ช่วยสร้างเสริมการเรียนอย่างต่อเนื่อง หรือ การศึกษานอกระบบ เพราะชุดการฝึก หรือชุดการสอนสามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ทุกสถานที่ทุกเวลา

11. แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลเพราะผู้เรียนเรียนได้ตามสะดวกตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนที่แตกต่างกัน

12. เป็นประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนแบบศูนย์การเรียน

2.3.2 ลักษณะและส่วนประกอบของชุดฝึก

เนื่องจาก "ชุด" การสอน และ "ชุด" การฝึก คือ การนำเอาระบบสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหา และประสบการณ์แต่ละหน่วยมาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้น "ชุด" การสอน และ "ชุด" การฝึก จึงมีลักษณะของสื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกันและจัดเข้าไว้ด้วยกันเป็นชุด (Package) ซึ่งนิยมจัดเข้าไว้ในกล่อง หรือ ซอง โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 อย่างคือ

1. คู่มือครู หรือ คู่มือการใช้ชุด เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ศึกษาและปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ อาจประกอบด้วยแผนการสอนและคำอธิบายการจัดกิจกรรมการสอน

2. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบเพื่อใช้สำหรับวัดความก้าวหน้าที่เกิดจากการเรียนของผู้เรียน

3. แบบฝึกปฏิบัติ เป็นแบบฝึกหัด หรือบัตรคำสั่งที่ระบุกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

4. สื่อการสอน เป็นสื่อต่างๆที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ อาทิ รูปภาพ สไลด์ เทปบันทึกเสียง บัตรคำ ฯลฯ (บุญชม ศรีสะอาด. 2537 : 95)

2.3.3 การสร้างชุดฝึก

จากจุดมุ่งหมายของนวัตกรรม "ชุด" การสอน และ "ชุด" การฝึก คือ มุ่งให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการสร้าง "ชุด" การสอน และ "ชุด" การฝึก จึงเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.3.3.1 แนวคิดพื้นฐานของ "ชุด" การสอน และ "ชุด" การฝึก

สันทัด ภิบาลสุข (2524 : 193) ได้กล่าวถึง แนวคิดพื้นฐานของ "ชุด" การสอน และ "ชุด" การฝึก ไว้ดังนี้

1. แนวคิดในเรื่องของ "ระบบ" หมายถึง การจัดมวลความสัมพันธ์ของกลุ่มกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหลายให้เกิดผลการเรียนรู้ต่อผู้เรียนจนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งเป้าหมายไว้ได้ตามเกณฑ์ที่เป็นดัชนีแห่งคุณภาพของระบบที่ได้ตั้งไว้แล้ว

2. แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล หมายถึง การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามกำลังความสามารถ

3. แนวคิดในเรื่องการใช้สื่อต่างๆ มาผสมผสานให้เหมาะสม ให้เป็นแหล่งความรู้สำหรับนักเรียนแทนการใช้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนตลอดเวลา

4. แนวคิดเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม

5. แนวคิดในการนำหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง ผู้เรียนมีทางทราบว่าการตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้ผู้เรียนภาคภูมิใจอันจะทำให้เกิดพฤติกรรมนั้นซ้ำในอนาคต รวมทั้งผู้เรียนได้ค่อยเรียนรู้ไปทีละขั้นตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนเอง

2.3.3.2 หลักความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ของ “ชุด” การสอน และ “ชุด” การฝึก

นอกจากแนวคิดพื้นฐานของ “ชุด” การสอน และ “ชุด” การฝึก ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของความรู้ในเรื่อง “ ชุด “ การสอน และ “ชุด” การฝึกแล้ว การสร้างนั้นยังต้องอาศัยหลักความรู้ในเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของชุดดังกล่าว เช่น หลักความรู้ในเรื่องแผนการสอนหรือแผนการฝึก แบบฝึก การจัดกิจกรรม ตลอดจนสื่อประสม ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักความรู้ในเรื่องต่างๆ นั้น สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เรื่องของแผนการสอนหรือแผนการฝึก

แผนการสอน หรือ แผนการฝึก หมายถึง การกำหนดขั้นตอนการสอนหรือการฝึกในส่วนต่าง ๆ อันได้แก่ ความคิดรวบยอด วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียน สื่อการเรียน และการประเมินผลให้สัมพันธ์กันหมดทุกขั้นตอน (จินตนา สุขมาก. 2530 : 27) ที่นิยมจัดทำกัน มี 3 ประเภท ได้แก่

ก. แผนการสอนระดับหน่วยประสบการณ์ หมายถึงแผนการสอนที่ครอบคลุมการสอนกลุ่มเนื้อหาสาระขนาดใหญ่ มีมโนคติหรือความคิดรวบยอดหลายอย่าง และใช้เวลาสอนต่อเนื่องกันหลายครั้ง ครั้งละหลายคาบ ในการสอนให้ครบทั้งแผนต้องใช้เวลาหลายสัปดาห์หรือเป็นเดือน

ข. แผนการสอนระดับหน่วยย่อย หมายถึง แผนการสอนที่กำหนดเนื้อหาของแผนการสอนระดับหน่วยให้เล็กลง แต่ยังไม่เล็กที่สุดเพราะแต่ละหน่วยยังใช้สอนได้มากกว่า 1 ครั้ง

ค. แผนการสอนระดับบทเรียน หมายถึง แผนการสอน 1 แผนต่อการสอน 1 ครั้ง (ผุสดี กุฎอินทร์. 2530 : 920)

2. เรื่องแบบฝึก

แบบฝึกเป็นเครื่องมือหรือสื่อสำคัญอย่างหนึ่งที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะและความแตกฉานในบทเรียน (กรมวิชาการ. 2525 : 21 อ้างถึงใน สนิท สัตโยภาส. 2530 : 43) ในการสร้างแบบฝึกทางภาษาที่ดีนั้น ควรอาศัยหลักการต่าง ๆ ดังนี้

2.1 แบบฝึกควรสร้างขึ้นเพื่อที่จะสอนมิใช่เพื่อทดสอบว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง

2.2 แบบฝึกหนึ่งๆ ควรเกี่ยวกับโครงสร้างเฉพาะของสิ่งที่จะสอนเพียงอย่างเดียว

2.3 สิ่งสำคัญที่จะฝึกควรเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย ซึ่งอาจนำมาจากบทสนทนา การอ่าน หรือการพูดคุยกัน

2.4 ข้อความที่นำมาฝึกในแต่ละแบบฝึกหัดควรสั้นเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความยุ่งยากใจ

2.5 แต่ละแบบฝึกควรฝึกการออกเสียงให้มากที่สุดเพราะจะช่วยสร้างนิสัยการออกเสียงในภาษาได้ดี

2.6 แบบฝึกควรเป็นแบบที่กระตุ้นให้เกิดการตอบสนองที่พึงปรารถนาเท่านั้น

2.7 ในแบบฝึกที่เกี่ยวกับโครงสร้างของภาษาไม่ควรใช้ศัพท์มากเกินไป (Rivers อ้างถึงในสนิท สัตโยภาส. 2530 : 43)

3. เรื่องการจัดกิจกรรม

การจัดกิจกรรม เป็นหัวใจสำคัญที่จะส่งเสริมให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จและบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ อย่างไรก็ตาม ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนจะต้องศึกษาหลักสูตรเพื่อให้เข้าในในจุดมุ่งหมาย หลักการ และโครงสร้างของหลักสูตรอย่างชัดเจนเสียก่อนว่า หลักสูตรต้องการอะไร ต้องการให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมเช่นไร เมื่อผู้สอนทราบถึงเจตนารมณ์ของหลักสูตรอย่างดีแล้ว จึงจะสามารถจัดประสบการณ์และกิจกรรมให้สอดคล้องกับหลักสูตรได้ ถึงกระนั้นก็ตาม การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนยังขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆ หลายประการได้แก่

3.1 เนื้อหาสาระ บางวิชามีเนื้อหาสาระที่มีลักษณะเป็นกิจกรรมอยู่แล้ว เช่น วิชาพลศึกษา หัตถ์ศึกษา เป็นต้น

3.2 ความพร้อมของผู้เรียนที่จะประกอบกิจกรรมนั้นๆ

3.3 สภาพแวดล้อม เช่น ขนาดห้องเรียน

3.4 ความสะดวกในการซื้อและจัดหาสื่อการสอน

3.5 ห้องทดลองปฏิบัติการ

3.6 ความกระตือรือร้นความใจกว้างของผู้สอนที่จะจัดให้มีกิจกรรมในลักษณะต่างๆ

3.7 นโยบายของสถาบันการศึกษา (จินตนา สุขมาก. 2530 : 85 – 86)

4. เรื่องสื่อประสม

สื่อการสอนเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเรียนการสอนเพราะ สื่อการสอนจะเป็นตัวกลาง หรือพาหนะที่จะนำความรู้ของผู้ส่งสาร หรือครูไปสู่ผู้รับหรือนักเรียนได้เป็นอย่างดีและตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ทำให้ประหยัดเวลาและแรงงานของครูในการอธิบายเรื่องราวต่างๆ อีกทั้งทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำบทเรียนและนำไปปฏิบัติจริงได้ (พริ้งพงษ์ ไชยชาววงษ์. 2535 : 12) อย่างไรก็ดี ในแง่ของสื่อประสมนั้น หมายถึงการนำเอาสื่อการสอนหลายๆอย่างมาสัมพันธ์กันและ

มีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน ซึ่งสื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อเร้าความสนใจในขณะที่อีอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง ช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกันและได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น (Ericson อ้างถึงในชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523 : 115) ทั้งนี้ เกิดจากความคิดในด้านการเรียนการสอนที่ว่า สื่อแต่ละอย่างย่อมมีดีแต่ละอย่าง ไม่มีสื่อชนิดใดจะให้ผลดีอย่างสมบูรณ์ การเรียนการสอนย่อมต้องการพัฒนาพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน คือ ความรู้ ทักษะ และเจตคติ ดังนั้นจึงต้องอาศัย การบูรณาการจากสื่อที่สนับสนุนการเรียนการสอนให้เกิดผลดีทั้ง 3 ด้าน (ประหยัด จิระวรพงศ์. ม.ป.ป. 235)

ในเรื่องของสื่อประสม นักวิชาการท่านได้กล่าว เกี่ยวกับประเภทของสื่อประสม ไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 115) ได้จำแนกประเภทของสื่อประสมตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของสื่อและการใช้ ดังต่อไปนี้

1. จำแนกตามจุดมุ่งหมาย ได้แก่

1.1 สื่อประสมประเภท “ชุดอุปกรณ์” หรือ “Kit” หมายถึง สื่อประสมที่ใช้เพื่อจุดมุ่งหมายหลายอย่าง เป็นการนำสื่อหลายชนิดมารวมกัน แล้วใช้สอนได้หลายเรื่อง

1.2 สื่อประสมประเภท “ชุดการสอน” หรือ “Package” หมายถึง สื่อประสม ที่ใช้เพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง เป็นการนำสื่อหลายชนิดมารวมกัน แล้วใช้สอนเฉพาะอย่าง

2. จำแนกตามลักษณะของสื่อและการใช้ ได้แก่

2.1 การสอนโดยใช้สื่อประสม เป็นการสอนที่ใช้สื่อหลายอย่าง ทั้งที่เป็นวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

2.2 การเสนอสื่อประสม เป็นการเสนอสื่อประเภทฉาย เช่น สไลด์ ภาพยนตร์ ควบคู่กับสื่อประเภทเสียง

ประหยัด จิระวรพงศ์ (ม.ป.ป. : 236) ได้แบ่งประเภทของสื่อประสม ไว้ดังนี้ คือ

1. สื่อประสมแบบชุดอุปกรณ์ (Multi – Media Kits or Multi – Media Packages) ได้แก่ การรวบรวมวัสดุอุปกรณ์บางอย่างเพื่อการสอนในกิจกรรมอย่างหนึ่ง วัสดุอุปกรณ์เหล่านี้ ได้แก่ หนังสือ จุลสาร การทดสอบด้วยตนเอง สไลด์ ฟิล์มสตริป แทบเสียง และเอกสารการเรียน เป็นต้น ซึ่งจัดเป็นชุดไว้ล่วงหน้า

2. สื่อประเภทแบบการตอบสนอง (Multi – Media Presentation) ได้แก่ การนำสื่อหลายอย่างมาเสนอพร้อม ๆ กัน เช่น สไลด์ ภาพยนตร์ ภาพชุด ควบคู่กับการเปิดแถบเสียง

เนื่องจากความจำเป็นที่ต้องใช้สื่อในการเรียนการสอน และบทบาทของสื่อประสม ปัจจุบันการนำสื่อประสมมาใช้เพื่อการเรียนการสอนจึงพบเห็นได้โดยทั่วๆ ไป อย่างไรก็ตามในการพิจารณาเลือกหรือผลิตควรคำนึงถึงหลักเกณฑ์ ดังนี้

1. สื่อที่เลือกหรือผลิตต้องตอบสนองตามจุดมุ่งหมายได้อย่างแท้จริง

2. ในการผลิตสื่อประสมต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ให้ชัดเจนและควรเขียนเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

3. คู่มือการใช้สื่อประสมต้องมีคำอธิบาย คำแนะนำในการใช้อย่างชัดเจน

4. สื่อที่เลือกใช้จะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหา

5. ควรเลือกใช้สื่อหลายๆประเภททั้งภาพและเสียง ตลอดจนสื่อที่นักเรียนมีโอกาสสัมผัสได้ด้วยมือ

6. การใช้สื่อหลายๆ ชนิด ควรจะใช้สื่อแต่ละชนิดส่งเสริมซึ่งกันและกัน

7. สื่อที่ใช้ในชุดสื่อประสมจะต้องมีคุณค่าในตนเองเมื่อใช้อย่างอิสระ

8. เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในชุดสื่อประสมควรเป็นอุปกรณ์ที่หาได้ง่าย

9. สื่อในชุดสื่อประสมควรจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้กระทำ (สำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2531 : 4 – 5 อ้างถึงในพริ้งพงษ์ ไชยชาววงศ์. 2535 : 11)

2.3.4 การพัฒนาชุดฝึก

มงคล เอี่ยมสำอาง (2527 : 1-35) ได้กล่าวถึง แนวทางการสร้าง "ชุด" การสอน และ "ชุด" การฝึก ว่า คือ การพัฒนาระบบหนึ่งขึ้นมา นั่นคือ จัดมวลความสัมพันธ์ของกลุ่มกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหลายที่ใช้งานและเกิดผลการเรียนรู้ต่อผู้เรียน จนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งเป้าหมายไว้ได้ตามเกณฑ์ที่เป็นดัชนีแห่งคุณภาพของระบบที่ได้ตั้งไว้ โดยอาศัยแนวทางการควบคุมและส่งเสริมคุณภาพให้เกิดความเหมาะสมกลมกลืนของระบบการผลิตตามลำดับแห่งวิวัฒนาการของระบบด้วยมาตรการต่าง ๆ ดังนี้

ระยะที่ 1 การควบคุมความสัมพันธ์พื้นฐานของโครงสร้างระบบ (สื่อ) คือ กำหนดเรื่อง เนื้อหากว้างๆ และความคิดรวบยอดของเรื่องที่จะนำมาพัฒนาระบบ "ชุด" สื่อตลอดจนจุดประสงค์กว้าง ๆ ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนแล้ว ต่อไปก็ต้องกำหนดให้เฉพาะเจาะจงถึงระดับจุดประสงค์ที่สังเกตตรวจสอบได้จริง ๆ โดยคำนึงถึงกิจกรรมที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติจนเรียนได้ตามจุดประสงค์ คำนึงถึงสื่อที่จะกระตุ้นผู้เรียนให้ประกอบกิจกรรมตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ประกอบ

ระยะที่ 2 การควบคุมความกระชับและต่อเนื่องกันระหว่างเนื้อหาและกระบวนการ คือ ระยะที่เชื่อมโยงเนื้อหาที่จะนำเสนอและกระบวนการผลิตและใช้ระบบสื่อให้กลมกลืนเข้าด้วยกัน ในส่วนเนื้อหาและความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาตลอดจนสาระรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องควรมีการประสานติดต่อกับผู้ชำนาญเฉพาะทางให้มีส่วนในการพิจารณา และให้ข้อเสนอแนะอย่างจริงจัง เพื่อให้แน่ใจว่าความคิด และรายละเอียดที่จะปรากฏอยู่ในระบบสื่อนั้นไม่สร้างปัญหาความเข้าใจผิดหรือคลาดเคลื่อนขึ้นได้ในกระบวนการผลิตและใช้ระบบสื่อนั้นผู้ชำนาญด้านสื่อและระบบสื่อจะพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางการนำเสนอลำดับขั้นตอนการนำเสนอ เทคนิคต่างๆ

ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ตลอดจนการดำเนินรายการใช้สื่อหรือวัสดุทั้งหลายให้เกิดผลต่อผู้เรียนได้สอดคล้องกับเป้าหมายที่กำหนดไว้

ระยะที่ 3 การควบคุมและส่งเสริมการสร้างความสำนึกและ "ความหมาย" ร่วมภายในระบบ คือ ระยะที่ใช้ข้อมูล (มักเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ) จาก "ผู้เรียน" มาใช้ประโยชน์ในการควบคุมและส่งเสริมให้ระบบ (สื่อ) มีคุณภาพใช้ได้สมจริงมากขึ้น การสื่อความหมายผ่านระบบสื่อไปยังผู้เรียนแต่ละคนได้จริงตรงกับที่ตั้งใจไว้ โดยปกติแล้ว ระยะการควบคุมเกี่ยวกับความสำนึกและการสื่อความหมายส่วนนี้จะมีชื่อเรียกทั่วไปว่า "การทดสอบรายบุคคล" ซึ่งเป็นการสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณลักษณะต่างๆ ตรงกับ (หรือใกล้เคียง) กลุ่มผู้เรียนมาพิจารณาระบบ "ชุด" สื่อทีละคนแล้วสังเกตพฤติกรรม ตลอดจนความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ คำวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อนำไปพัฒนาคุณภาพของระบบสื่อต่อไป

ระยะที่ 4 การควบคุมและส่งเสริมผลงานร่วมของระบบสื่อ คือระยะการนำ "ชุด" สื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียน และดูผลที่เกิดขึ้นจริง บันทึกข้อมูลต่างๆไว้ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขต่อไปอีก ในระยะนี้ข้อมูลเชิงคุณภาพยังคงมีประโยชน์ช่วยให้หาจุดที่ควรปรับปรุงแก้ไขได้ อย่างไรก็ตาม ในขั้นนี้ก็สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลเชิงปริมาณได้ การควบคุมและส่งเสริมผลงานร่วมของระบบ "ชุด" สื่อ ถ้าจะให้ละเอียดจริงๆ อาจวิเคราะห์ตรวจสอบโดยแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนแล้วจึงพิจารณาเปรียบเทียบเป็นรายจุดประสงค์ให้เห็นจุดที่ควรปรับปรุงแก้ไขต่อไป แต่ถ้ากลุ่มผู้เรียนไม่โตนัก การแบ่งซอยออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ต่อไปอีกอาจไม่เกิดประโยชน์ และในระยะแรกเริ่มการพัฒนาระบบเช่นนี้ เพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดเสียก่อน การใช้ผลการเขียนของกลุ่มใหญ่ทั้งหมดมาวิเคราะห์พิจารณานั้นก็อาจทำให้เห็นแนวทางไว้เป็นตัวแบบขั้นต้นเพื่อดำเนินต่อไปได้แนวหนึ่ง

ระยะที่ 5 การแสดงคุณภาพของระบบสื่อ คือ หลังจากทดสอบทดลองและแก้ไขปรับปรุงมาจนได้เห็นผลของระยะที่ 4 แล้ว เมื่อพบว่า จุดประสงค์ข้อใดที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนยังต่ำหรือคะแนนของผู้เรียนยังกระจัดกระจายอยู่มากๆ ก็ควรดำเนินการปรับปรุงแก้ไข หลังจากการพิจารณาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขแล้วอาจต้องทดสอบระบบรวมซ้ำให้แน่ใจอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงนำระบบไปใช้ในสถานการณ์จริงและเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดอีกครั้ง

2.4 การออกแบบและสร้างชุดฝึก

วัลลภ จันทร์ตระกูล (2532 : 87-88) ได้เสนอแนวทางในการสร้างชุดทดลองและอุปกรณ์ช่วยสอนไว้เป็นลำดับขั้นดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการนำชุดทดลองไปใช้ในการสอน

จากการตัดสินใจในการที่จะใช้ชุดทดลองสำหรับการสอนในหัวข้อเรื่องใด หรือเนื้อหาเรื่องใดแล้ว จะทำให้ทราบว่าชุดทดลองจะนำไปใช้กับนักศึกษากลุ่มใดแล้วก็ควรจะทราบ วัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้นด้วย ข้อมูลดังกล่าวจะนำมาใช้เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งในการดำเนินงานพัฒนาออกแบบสร้างชุดทดลอง โดยกำหนดจุดประสงค์ของอุปกรณ์ เพื่อกำหนดคุณลักษณะของอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน ในขั้นตอนนี้อาจกล่าวได้ว่า เป็นขั้นตอนที่จะศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้การออกแบบชุดทดลองเกิดความเป็นจริงสำเร็จผลตามเป้าหมาย ควรศึกษาสภาพในการเรียนการสอน ศึกษาข้อมูลด้านวิชาการในเรื่องนั้น ๆ หรือถ้าหากเรื่องนั้นได้มีการพัฒนาแล้วโดยผู้อื่นก็ควรที่จะศึกษารายละเอียดด้วย เมื่อศึกษารายละเอียดต่าง ๆ แล้วจึงนำมาเขียนจุดประสงค์ของอุปกรณ์ในลักษณะคำบรรยายแต่ไม่ระบุรูปร่างทางเทคนิคเฉพาะเจาะจงข้อมูลต่าง ๆ อาจกล่าวได้ว่าเป็นขอบเขตคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่จะออกแบบสร้าง อาจกำหนดเป็นข้อ ๆ ได้ และตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง จนกระทั่งได้ผลครอบคลุมตามเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์

คำบรรยายลักษณะอุปกรณ์ ที่กำหนดขึ้นในขั้นตอนที่ 1 จะนำมาดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 โดยวิเคราะห์คำบรรยายเพื่อหาพื้นฐาน (Basic Term) จากคำพื้นฐาน ทำให้ทราบหน้าที่ (Term Element) ของอุปกรณ์ อย่างไรก็ตามเฉพาะคำพื้นฐานอาจไม่ได้รายการหน้าที่ครอบคลุมลักษณะอุปกรณ์ จึงต้องมาวิเคราะห์ค่าประกอบสัมพันธ์ (Relation Term)

สรุปได้ว่า ในขั้นตอนที่ 2 นี้ จะทำให้ได้หน้าที่ของอุปกรณ์ และสามารถกำหนดตัวรายการอุปกรณ์หน้าที่เป็นกลางทั่วไป โดยไม่ระบุเฉพาะเจาะจงว่าจะต้องใช้ชิ้นส่วนอุปกรณ์แบบไดรูปร่างแบบได

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่ทำให้อุปกรณ์นั้นทำงานได้ตามหน้าที่

ในขั้นตอนนี้ เป็นการคิดค้นสิ่งที่จะทำให้อุปกรณ์นั้นทำงานได้ตามหน้าที่ ๆ กำหนด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะอยู่ในรูปของวัสดุ พลังงาน และสัญญาณ วิทยาการที่สำคัญเกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้ คือ วิชาฟิสิกส์ ได้แก่ ด้าน กลไก เคมี ไฟฟ้า แสงเสียง และความร้อน เป็นต้นสิ่งที่กำหนดอาจเป็นคำเขียนสั้น ๆ หรือภาพสเก็ตง่าย ๆ เพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบอุปกรณ์ จะต้องพยายามเขียนกำหนดให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ สำหรับเป็นทางเลือกต่าง ๆ ที่จะทำการตัดสินใจเลือกในลำดับต่อไป แนวทางที่จะได้ทางเลือก คือ การศึกษาพิจารณาในลักษณะรูปทรงต่าง ๆ และลักษณะของการเคลื่อนไหวของส่วนประกอบนั้น ๆ อาจต้องมีการระดมสมองร่วมกับนักศึกษา รวมทั้งข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่แม้กระทั่งผลงานผู้อื่น ชิ้นส่วนที่คิดค้นขึ้น ควรจะต้องพิจารณาเงื่อนไขบางประการ เช่นการใช้ชิ้นส่วนสำเร็จ ความยากง่ายในการผลลิต และค่าใช้จ่าย เป็นต้น นอกจากนั้นควรใช้ชิ้นส่วยประกอบบางชิ้นทำหน้าที่ได้หลายหน้าที่ สิ่งสำคัญในจุดนี้ คือ พยายามใช้ชิ้นส่วน หรืออุปกรณ์บางอย่างเท่ามีอยู่แล้วให้มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนของอุปกรณ์

ขั้นตอนนี้มีเป้าหมายที่สำคัญ คือ ต้องการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากทางเลือกหลาย ๆ ทาง โดยการวิเคราะห์ และตัดสินใจเลือก ซึ่งอาจมีวิธีการแตกต่างกันไป การตัดสินใจเลือกมีสิ่งสำคัญ คือ แนวทางในการตัดสินใจเลือกเกณฑ์ โดยทั่วไปเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่เรื่องของขนาดรูปร่าง ประสิทธิภาพในการทำงาน การบำรุงรักษา ความคงทน ราคา เป็นต้น ส่วนน้ำหนักของเกณฑ์จะแตกต่างไปตามความสำคัญ หรือจะเน้นหนักในเรื่องใด เช่น เน้นหนักทางด้านเทคนิค หรือทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น การตัดสินใจจะต้องมีความเที่ยงตรงหน้าเชื่อถือ ในการตัดสินใจเลือกจึงควรประกอบด้วยบุคคลหลายฝ่าย เช่น ฝ่ายออกแบบ ฝ่ายผลิต ฝ่ายจัดการเป็นต้น การพัฒนาอุปกรณ์ซึ่งมีอุปกรณ์ต่าง ๆ จำนวนมาก อาจต้องตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนแต่ละชิ้น ขั้นตอนที่ต้องนำมาวิเคราะห์ความเข้ากันได้ หรือการประกอบกันได้ของชิ้นส่วน ประกอบต่าง ๆ ที่ได้เลือกแล้วจึงทำการตัดสินใจเลือกชุดประกอบแต่ละชุด

ขั้นตอนที่ 5 การสร้างต้นแบบและตรวจสอบ

จากผลการตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบ ในขั้นตอนที่ 4 จะต้องนำมาสเก็ตเป็นภาพประกอบคร่าว ๆ หรือสเก็ตเป็นแบบง่าย ๆ ก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างเป็นต้นแบบ บางครั้งขั้นตอนนี้อาจจะต้องทำการทดลอง หรือทดสอบกลไกหน้าที่ของอุปกรณ์บางอย่างเพื่อให้การสร้างต้นแบบประสบความสำเร็จ อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถทำงานได้ตามต้องการ

ขั้นตอนที่ 6 การเขียนแบบ

ในกรณีที่ออกแบบสร้างเพียงชิ้นเดียว งานเขียนแบบก็ไม่จำเป็น แต่ถ้าหากจะทำการผลิตหรือต้องการเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการดำเนินการต่อไป งานเขียนแบบนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง แบบงานจะเป็นข้อมูลในการดำเนินงานผลิต ดังนั้นแบบงานจะต้องมีแบบชิ้นแยกแบบชิ้นเดียวที่มีข้อมูลอย่างครบถ้วนสำหรับช่วงที่ทำการผลิตได้ งานเขียนแบบจะต้องกำหนดเลขหมายแบบซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ แบบรวม แบบประกอบกลุ่มหลัก แบบประกอบกลุ่มย่อย และแบบชิ้นเดียว ระบบการเขียนแบบมีความสำคัญต่อการกำหนดราคา การวางแผนการผลิต และการเป็นข้อมูลทางด้านชิ้นส่วน และวัสดุของหน่วยงาน

ขั้นตอนที่ 7 การเตรียมเอกสารประกอบ

อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไปควรจะต้องเตรียมเอกสารประกอบในการทดลอง เช่น ตำรา ใบงาน แบบทดสอบ เพื่อให้ผู้ใช้จะได้ทำการทดลองใช้งานได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้างอุปกรณ์ชิ้นนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อใช้ในการเรียนการสอนจะต้องเตรียมเอกสารประกอบสำหรับใช้ในกาเรียนการสอนด้วย

2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อ

2.5.1 ความหมายของการประสิทธิภาพของสื่อ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2520 : 44-143) ได้ให้ความหมายของการหาประสิทธิภาพสื่อการสอนไว้ดังนี้ การหาประสิทธิภาพสื่อการสอน เป็นการตรวจสอบพัฒนาการ เพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนคือ การนำสื่อการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) ไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้จริง (Trial Run) จากนั้นจึงนำผลที่ได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องทั้งหมดนำไปใช้งานจริง

2.5.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพสื่อการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่ผู้ผลิตสื่อการสอนพึงพอใจ ว่าหากสื่อการสอนถึงระดับนั้นแล้ว สื่อการสอนก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนผู้เรียนและคุ้มแก่การผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การหาประสิทธิภาพกระทำโดการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดประสิทธิภาพเป็น E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วน E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2.5.2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) เป็นการประเมินผลต่อเนื่องที่ประกอบด้วยพฤติกรรมหาย ๆ อย่าง โดยเฉพาะพฤติกรรมที่เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่มหรือผลงานของกลุ่มและรายบุคคล ได้แก่ งานที่รับมอบหมายหรือกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนด

2.5.2.2 ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) เป็นการประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและสอบจบบทเรียน ประสิทธิภาพของสื่อการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดว่าผู้เรียน จะเปลี่ยนพฤติกรรมจนเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดการเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบของผู้เรียนทั้งหมด นั้นคือ E_1 : E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ : ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

สรุป การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่ผู้ผลิตสื่อการสอนพึงพอใจ ซึ่งประเมินได้จากพฤติกรรมต่อเนื่องและพฤติกรรมสุดท้าย

2.5.3 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อการสอนขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้ว สามารถนำไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนการหาแบบต่าง ๆ ดังนี้

2.5.3.1 ขั้นตอนการหาแบบ 1:1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 1 – 3 คน โดยเป็นการทดลองกับผู้เรียนอ่อนเสียก่อนแล้วปรับไปใช้กับผู้เรียนปานกลางและผู้เรียนเก่ง ตามลำดับ เป็นการคำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุงให้ดีขึ้นก่อนนำไปทดลองในขั้นตอนต่อไปในขั้นนี้ E_1 : E_2 ควรมีคะแนนอยู่ประมาณ 80 : 80

2.5.3.2 ขั้นตอนการหาแบบ 1:10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองกับผู้เรียนประมาณ 6 – 10 คน โดยจะมีผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อนคละกันภายในกลุ่ม คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ในขั้นนี้ E_1 : E_2 ควรมีคะแนนอยู่ประมาณ 80 : 80

2.5.3.3 ขั้นตอนการหาแบบ 1:100 (แบบภาคสนาม) เป็นการทดลองขั้นสุดท้าย โดยทดลองกับผู้เรียนประมาณ 40 – 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่จะต้องเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ กรณีที่ประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่สร้างขึ้นมาไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากสภาพตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ อาจอนุโลมให้ระดับความผิดพลาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ประมาณ 2.5 – 5 เปอร์เซ็นต์ หากแตกต่างกันมาก ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพสื่อการสอนใหม่ โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์ความจำที่ต้องหาประสิทธิภาพ

2.5.4 ความจำเป็นในการหาประสิทธิภาพ

ชุดการฝึกอบรมหรือการสอนใด ๆ ก็ตาม เมื่อสร้างขึ้นมาแล้วจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปหาประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการประกันว่ามีคุณภาพจริง ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2520 : 134) ได้ให้เหตุผลถึงความจำเป็นที่ต้องมีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนหรือสื่อการสอนที่สร้างขึ้น ดังนี้

1. เพื่อเป็นการประกันคุณภาพของบทเรียนหรือชุดการสอน ว่าอยู่ในขั้นสูงและเหมาะที่จะลงทุนผลิตเป็นจำนวนมาก

2. ช่วยทำให้ผู้นำบทเรียนหรือสื่อการสอนไปใช้ เกิดความมั่นใจว่าบทเรียนหรือสื่อการสอนนั้น มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จริง

3. ช่วยให้ผู้ผลิตมั่นใจว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในบทเรียนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ เป็นผลให้ผู้ผลิตประหยัดแรงงาน เวลา และงบประมาณ ในการเตรียมต้นฉบับ

บุญมี พันธุ์ไทย (2542 : 108) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพของสื่อที่ผลิตขึ้นมา มีแนวคิดเพื่อต้องการให้สื่อที่ผลิตมีคุณภาพก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ ซึ่งเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอนว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์และตรงตามความต้องการของการใช้ โดยนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัย ที่มีผู้เคยทำการวิจัยในลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้ และได้นำผลมาประกอบการวิจัยดังต่อไปนี้

ประสิทธ์ โตอ่อน (2526 : 51-52) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ จากชุดการเรียนด้วยตนเองที่ให้ผลป้อนกลับแบบปกติ แบบให้เหตุผลและแบบให้เหตุผลและสรุป วิชากลุ่มเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 105 คน พบว่านักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองที่ให้ผลป้อนกลับแบบให้เหตุผลและสรุปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองที่ให้ผลป้อนกลับแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนนักเรียนที่เรียนจากชุดเรียนด้วยตนเอง ที่ให้ผลป้อนกลับแบบให้เหตุผล และแบบให้เหตุและสรุปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

วีระพันธ์ ติยัพเสน (2538 : 1) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม เรื่อง การวัดโดยระบบนิวเมติก หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีชั้นสูง สาขาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชงคล พุทธศักราช 2532 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.57/80.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

สมเจตน์ ม่วงเกษม (2540 : 1) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การหาและประสิทธิภาพการสอน วิชาอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาไฟฟ้ากำลัง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.85/82.05 :ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

อานุ อยู่สมบูรณ์ (2540 : 1) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชา ทฤษฎีวัสดุกึ่งตัวนำ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2531 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพ 83.20/81.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

จรินทร์ จุลวานิช (2541 : 1) ไดทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาไฟฟ้ากระแสตรง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2535 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.021/84.067 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

สุรพล ตันติเวชกุล (2541 : 1) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาไมโครเวฟ เทคโนโลยี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.84/81.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

นูรอ บาซอ. (2550 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 พุทธศักราช 2550 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.98/80.87 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า ชุดการสอนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ที่มีประโยชน์และคุณค่าสูง สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเอาหลักการต่างๆ จากเอกสารงานวิจัยเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมุ่งศึกษาและสร้างชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยดำเนินการดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร จำนวน 120 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ลักษณะของเครื่องมือ

3.2.1 ชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.2.1 ชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ดำเนินการตามรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี หลักการของการสร้างชุดฝึก จากเอกสาร ตำราและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาเอกสารหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 รหัสวิชา 21042404 เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ศึกษาเนื้อหาวิชาอย่างละเอียดเพื่อกำหนดหมวดของเนื้อหา

3. แบ่งเนื้อหางานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน แบ่งหน่วยการสอน ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดตั้งได้แขวนได้ 3 คาบ

ตอนที่ 2 งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดติดผนัง 9 คาบ

4. วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ 3.1 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตอนที่	เรื่อง	จุดประสงค์
1	การต่อวงจรทางกล	นักศึกษาอธิบายการต่อวงจรทางกลได้ นักศึกษาปฏิบัติ ต่อวงจรทางกลได้ถูกต้อง
2	การต่อวงจรทางไฟฟ้า	นักศึกษาอธิบายการต่อวงจรทางไฟฟ้าได้ นักศึกษาปฏิบัติ ต่อวงจรทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง
3	การเช็ครั่ว	นักศึกษาอธิบายการเช็ครั่วได้ นักศึกษาปฏิบัติ เช็ครั่วได้ถูกต้อง
4	การทำสูญญากาศ	นักศึกษาอธิบายการทำสูญญากาศ นักศึกษาปฏิบัติการทำสูญญากาศ ได้ถูกต้อง
5	การเติมสารทำความเย็น	นักศึกษาอธิบายการเติมสารทำความเย็นได้ นักศึกษาปฏิบัติ การเติมสารทำความเย็น ได้ถูกต้อง

5. สร้างชุดฝึก โครงสร้างของชุดฝึกประกอบด้วย

5.1 คู่มือครู สำหรับครูผู้ใช้ชุดฝึก

- คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดฝึก
- สิ่งที่ครูจะต้องเตรียมก่อนสอน
- บทบาทของนักเรียนจะเสนอแนะว่า นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมการเรียนอย่างไร
- แผนการสอน

5.2 คำสั่งหรือการมอบหมายงานเพื่อกำหนดแนวทางของการเรียน

5.3 เนื้อหาสาระของบทเรียน และการจัดสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน

5.4 การประเมินผล

6. นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อเพื่อตรวจสอบ

7. นำชุดฝึก เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนไปทดลองใช้กับนักเรียน ปวช. 2 จำนวน 3 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน (เก่ง ปานกลาง อ่อน) เพื่อทำการตรวจสอบข้อบกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไข

8. นำชุดฝึก เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนไปทดลองใช้กับนักเรียน ปวช. 2 จำนวน 9 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน (เก่ง ปานกลาง อ่อน) เพื่อทำการตรวจสอบข้อบกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไข

9. นำชุดฝึก เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน ปวช. 2 จำนวน 30 คน เมื่อเรียนเสร็จแล้วให้ทำแบบทดสอบนำข้อมูลไปหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึก เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ดังนี้

1. ศึกษาเทคนิคการวัดผล เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ จากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2. วิเคราะห์เนื้อหาตามหลักสูตร และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อและออกเกินไว้ 41 ข้อรวมเป็นแบบทดสอบ จำนวน 71 ข้อโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกวา 1 ตัวเลือก ได้ 0 คะแนน โดยการสร้างให้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงของข้อสอบเป็นรายข้อ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาตรวจสอบ เสร็จแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุง โดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 249)

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เกณฑ์การให้คะแนน

+1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

-1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ซึ่งผลค่า IOC รายข้อมีค่าอยู่ในช่วง 0.5-1.0

5. นำข้อสอบที่ได้มาทดสอบกับนักเรียนที่ได้เรียนวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 30 คน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรดังนี้ (ภัทรา นิคมานนท์. 2538 : 140)

ค่าความยากง่าย

$$P = \frac{H + L}{N}$$

ค่าอำนาจจำแนก

$$R = \frac{H + L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยาก

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

H แทน จำนวนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

L แทน จำนวนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความยากง่ายของข้อสอบเท่ากับ 0.69 ขอบเขตค่าความยากง่ายแบบทดสอบที่ยอมรับได้คือระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.41ซึ่งค่าอำนาจจำแนกที่ยอมรับได้คือ 0.20 ขึ้นไป

6. นำข้อสอบที่คัดเลือกแล้วไปหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR–20 (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2547 : 247)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อคำถาม

P แทน สัดส่วนของคนทำถูกแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดแต่ละข้อ (q = 1-p)

S^2_t แทน คะแนนความแปรปรวนของสอบทั้งฉบับ

ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับที่ได้เท่ากับ 0.77

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์จำนวน 30 ข้อไปใช้จริง

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึก

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนโดยออกแบบไว้ 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านการผลิตสื่อ ตามลำดับ

1. กำหนดหัวข้อที่ประเมิน ทั้งทางด้านเนื้อหา และการผลิตสื่อของชุดฝึกและประเมินในแต่ละด้าน ซึ่งการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (Scale) โดยกำหนดความคิดเห็น 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	คุณภาพชุดฝึกอยู่ในระดับดีมาก
4	หมายถึง	คุณภาพชุดฝึกอยู่ในระดับดี
3	หมายถึง	คุณภาพชุดฝึกอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	คุณภาพชุดฝึกอยู่ในระดับพอใช้
1	หมายถึง	คุณภาพชุดฝึกอยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยมีเกณฑ์การแปลความหมาย ของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

4.50 - 5.00	หมายถึง	ดีมาก
3.50 – 4.49	หมายถึง	ดี
2.50 – 3.49	หมายถึง	ปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง พอใช้

1.00 – 1.49 หมายถึง ควรปรับปรุง

2. นำแบบประเมินชุดฝึกทั้ง 2 แบบที่ได้ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

3. นำแบบประเมินสื่อการสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ จำนวน 3 คน ทำการประเมิน

ในการประเมินนั้นต้องได้ผลในระดับดีขึ้นไป ($\overline{X}$) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 3.2 - 3.4

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการประเมินชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	3.75	0.17	ดี
2. รูปภาพและภาษา	3.58	0.14	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	3.66	0.07	ดี

จากตารางที่ 3.2 พบว่า ค่าเฉลี่ยในการประเมินคุณภาพของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ด้านเนื้อหา ในภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 3.66) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า ทุกรายการอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.66 แสดงว่าชุดฝึกอยู่ในระดับดีสามารถใช้ในการสอนได้

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการประเมินชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	$\overline{X}$	SD	ความหมาย
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.06	0.30	ดี
2. รูปภาพและภาษา	3.77	0.25	ดี
3. ด้านอื่น ๆ (การใช้งานและงบประมาณ)	3.83	0.14	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	3.88	0.22	ดี

จากตารางที่ 3.3 พบว่า คุณภาพของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่อง

งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ด้านการผลิตสื่อ ในภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 3.88) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่าทุกรายการอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.77 – 4.06 แสดงว่าชุดฝึกอยู่ในระดับดีสามารถใช้ในการสอนได้

ตารางที่ 3.4 แสดงผลการประเมินชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในภาพรวม

รายการประเมิน	$\overline{X}$	SD	ความหมาย
1. เนื้อหา	3.83	0.07	ดี
2. การสื่อผลิตสื่อ	3.88	0.22	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	3.85	0.14	ดี

จากตารางที่ 3.4 พบว่า คุณภาพของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ในภาพรวมทั้งด้านเนื้อหาและการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 3.85) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.83 – 3.88 แสดงว่าชุดฝึกอยู่ในระดับดีสามารถใช้ในการสอนได้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อสร้างชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ได้ดำเนินการทดลองตั้งแต่วันที่ 1 - 30 พฤศจิกายน 2550 รวมเป็นเวลา 12 คาบ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการทดลองดังนี้

3.3.1 ติดต่อหน่วยงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือส่งให้ผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อเป็นการขออนุญาตทำวิจัยในสถานศึกษาโดยขอทดลองเครื่องมือวิจัยและขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 เมื่อได้รับการอนุมัติจากผู้อำนวยการโรงเรียนแล้ว ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มาดำเนินการทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.3.3 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนด้วยฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.3.4 ให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ดำเนินกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียน (Pre Test) ก่อน

3.3.5 เมื่อเสร็จสิ้นการทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียน (Pre Test) แล้วนำ

นักเรียนเข้าสู่การเรียนเนื้อหาบทเรียนแต่ละหน่วย และทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละหน่วย จนครบทั้งหมด 4 หน่วย

3.3.6 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนเนื้อหาบทเรียนครบทุกหน่วย และทำแบบทดสอบระหว่างเรียนครบทุกหน่วยแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนบทเรียนทุกหน่วยการเรียน (Post Test)

3.3.7 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ การหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (E_1 : E_2) และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน (t-test Dependent Group)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.4.1 วิเคราะห์คุณภาพของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.4.1.1 ค่าเฉลี่ย (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 164)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

3.4.1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 179)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(X-\overline{X})^2}{n(n-1)}}$$

S.D แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนข้อมูล

X แทน คะแนน

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยคะแนนทั้งหมด

3.4.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่อง

งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80 : 80 โดยใช้สูตร $E_1 : E_2$ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2534 : 491)

$$E_2 = \frac{\sum F/n}{B} x100 \qquad E_1 = \frac{\sum X/n}{A} x100$$

E_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ

E_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum F$ แทน ผลรวมคะแนนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

n แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

3.4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร t-test (Dependent Group) ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 104-105)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}}$$

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนของผู้ทำข้อสอบ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ คือ

4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

4.2 ผลการการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึก วิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มีผลการทดลองดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	30	24.07	80.23
คะแนนทดสอบหลังเรียน (E_2)	30	25.70	85.67

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนทดสอบระหว่างเรียน คะแนนเต็มทั้งหมด 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 24.07 คิดเป็นร้อยละ 80.23 และคะแนนทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็มทั้งหมด 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 25.70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.67 แสดงว่าชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.23 : 85.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80 : 80 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึก

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มีผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก

กลุ่มทดลอง	n	$\overline{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	20.13	1.96	
หลังเรียน	30	25.73	1.72	19.58*

*มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($\alpha = .05$, df = 29, t = 1.699)

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของแบบทดสอบก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 20.13 คะแนน และคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 25.73 คะแนน นำมาหาค่าสถิติโดยใช้ t-test (Dependent Group) ได้เท่ากับ 19.58 แสดงว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การสร้างชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

5.1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการเรียนด้วยชุดฝึกวิชาวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

5.1.2.1 ชุดฝึกวิชาวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80:80

5.1.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิชาวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากร

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร จำนวน 120 คน

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ของวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร จำนวน 30 คน

ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม เรียนเก่ง ปานกลาง อ่อนโดยดูจากผลการเรียนของนักเรียนเทอมที่ผ่านๆมา

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4.1 ชุดฝึกวิชาวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีค่าความเที่ยง 0.93

5.1.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

5.1.4.3 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกวิชาวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

5.1.5.1 จัดเตรียมความพร้อม และติดตั้งชุดฝึกวิชาวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ที่วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

5.1.5.2 แนะนำวิธีการเรียนให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

5.1.5.3 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

5.1.5.4 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เรียนด้วยชุดฝึกวิชาวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ใช้เวลา 12 คาบ

5.1.5.5 นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึก และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึก

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.6.1 หาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ใช้สูตร $E_1 : E_2$

5.1.6.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

5.1.7.1 ประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.23 : 85.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80:80

5.1.7.2 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

5.2 อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ มีผลการศึกษาเป็นประเด็นที่ควรนำมาอภิปรายดังนี้

5.2.1 การพัฒนาชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ $E_1 : E_2 =$ 80.23:85.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80:80 และสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการในการพัฒนาชุดฝึกนี้ ได้ดำเนินการอย่างมีระบบตามวิธีการ และขั้นตอนการสร้างและการพัฒนา โดยยึดแนวคิดของ ADDIE Model มาเป็นหลักกำหนดของเนื้อหาชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ โดยการใช้ชุดฝึกนี้มากำหนดเป็นเนื้อหาหลักและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งประกอบด้วย กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ กำหนดหน่วยการสอน กำหนดหัวเรื่อง กำหนดมโนทัศน์และหลักการ กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนให้สอดคล้องกับความคิดรวบยอด หลังจากที่ได้สร้างชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศได้มีการตรวจสอบเนื้อหาประสิทธิภาพ โดยนำไปเสนอผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคเพื่อประเมินความเหมาะสมในเรื่องลักษณะโดยทั่วไปของชุดฝึก ความเหมาะสมในการนำไปใช้ และได้มีการดำเนินการทดลองใช้จำนวน 3 ครั้ง ตั้งแต่ทดลองกับนักเรียน 3 คน ครั้งที่ 2 จำนวน 9 คน และครั้งที่ 3 จำนวน 30 คน ได้มีการปรับปรุงชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องการติดตั้งเครื่องปรับ อากาศให้สมบูรณ์ในทุกขั้นตอน จึงเป็นผลทำให้ชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถนำไปใช้เป็นสื่อการสอนสำหรับนักเรียนที่เรียนวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศได้ทั่วไป ของสถาบันอาชีวศึกษาของรัฐบาลและเอกชนหรือหลักสูตรระยะสั้นที่สอนให้กับผู้สนใจในชุมชนต่างๆ แม้แต่ผู้ต้องขังในเรือนจำ

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศเรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ หลังเรียนด้วยชุดฝึกสูงกว่าก่อนเรียนด้วยชุดฝึกที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียน

มีความรู้เพิ่มขึ้นจริงหลังจากที่ได้เรียนด้วยชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศเรื่อง การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ การสร้างชุดฝึกได้ออกแบบชุดฝึกให้มีความกะทัดรัด สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย การออกแบบสัญลักษณ์ของวงจร เข้าใจง่าย การวางตำแหน่งต่าง ๆ ของอุปกรณ์ได้เหมาะสมและใบงานที่สร้างก็มีความสอดคล้องกับชุดฝึก การใช้สีของชุดฝึกใช้สีที่โดดเด่น จึงเป็นผลทำให้นักเรียนมีความสนใจเรียนมากขึ้น ประกอบกับนักเรียนได้มีการทำแบบทดสอบท้ายบทและมีการประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน

ดังนั้นชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศเรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนที่เรียนเนื้อหาวิชานี้หรือผู้ที่สนใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 จากผลการวิจัยที่ได้จากชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีประสิทธิภาพ 80.25:85.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80:80 จึงสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติ ผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง จึงควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนพัฒนาชุดฝึกขึ้นมาใช้เองในสถานศึกษา ซึ่งจะก่อประโยชน์หลายประการคือ เป็นการประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อชุดฝึก และเป็นการส่งเสริมให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นมาใช้เอง

5.3.1.2 ชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน มิได้เป็นสื่อเพื่อใช้สอนแทนครู ฉะนั้นในการใช้ชุดฝึกครูผู้สอนควรมีการสาธิตและให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ก่อนการปฏิบัติในใบงาน ช่วยให้นักเรียนปฏิบัติตามใบงานได้อย่างถูกต้องอันเป็นผลไปถึงความตั้งใจในการทดลองชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับ อากาศแบบแยกส่วน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน มิได้เป็นสื่อเพื่อใช้สอนแทนครู ฉะนั้นในการใช้ชุดฝึกควรอยู่ภายใต้การดูและคำแนะนำจากครู-อาจารย์

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการพัฒนาชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ ให้มีความกะทัดรัด สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย และออกแบบรูปร่าง การเล่นสี เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาเทคโนโลยีใหม่ ๆ แล้วนำมาผสมผสานกับชุดฝึก ทำให้ชุดฝึกมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5.3.2.3 ควรมีการวิจัยสร้างชุดฝึกวิชาอื่น ๆ ที่เป็นวิชาปฏิบัติ

5.3.2.4 การออกแบบระบบ กลไกต่างๆของชุดฝึกควรนำวัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพราคาประหยัดมาใช้ในการสร้าง

5.3.2.5 การใช้โปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดฝึก ควรที่จะมีการพัฒนา

บรรณานุกรม

กรมวิชา กระทรวงศึกษาการ. 2545. **การจัดการสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ** : โรงพิมพ์คุรุสภาพลาดพร้าว.

จรินทร์ จุลวานิช. 2541. **"การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

จินตนา สุขมาก. 2530. **หลักการสอน.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2534. **ชุดการสอนระดับประถมศึกษา.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2520. **ระเบียบการสอน.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธำรง บัวศรี. 2542. **ทฤษฎีหลักสูตรการออกแบบและการพัฒนา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

นูรอ บาซอ. 2550. **"การพัฒนาชุดการสอนวิชาชีววิทยา เรื่องการลำเลียงสารในร่างกายสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บุญชม ศรีสะอาด. 2537. **การพัฒนาการสอน.** กรุงเทพฯ : สุรีวิริยาสาสน์.

บุญมี พันธุ์ไทย. 2526. **"การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.** ศูนย์ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประสิทธิ์ โตอ่อน. 2526. **"การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้วิชากลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมปีที่ 5 ที่เกิดจากการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่ให้ผลย้อนกลับแบบต่าง ๆ."** ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ประหยัด จิระวงพงศ์. ม.ป.ป. 2535. 2530. **หลักการและทฤษฎีเทคโนโลยีทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อมรการพิมพ์.

พิชิต ฤทธิอรัญ. 2547. **หลักการวัดและประเมินผล.** กรุงเทพฯ : เฮงส์ ออป เอย์มันท์ จำกัด

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. 2541. **วิธีการสอนภาคปฏิบัติ.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ภัทรา นิคมมานนท์. 2538. **ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวิจัย.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาทดสอบและวิจัย คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.

มงคล เอี่ยมสำอางค์. 2531. **รูปแบบการเรียนการสอนในสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น.** วารสารการศึกษาแห่งชาติ.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. **การทำวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ที.พี.พริ้นท์.

ล้วน สายยศ และคณะ. 2543. **เทคนิคการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุริยสาสน์.

วีระพันธ์ ติยัพเสน. 2538. **"การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2532. **สื่อการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สนิท สัตโยภาส. 2530. **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้สู่การพัฒนา.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บรรณกิจเทรดดิ้ง.

สมเจตน์ ม่วงเกษม. 2540. **"การหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สามนต์ พ่วงเกษม. 2540. **การหาและการประเมิน.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อมรินทร์พริ้นติ้ง.

สุจิตรา เผื่อนอารีย์. 2532. **"ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเองและรูปแบบย้อนกลับในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปะที่ 1."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนันทา สุนทรประเสริฐ. 2545. **การผลิตชุดการสอน.** ชัยนาถ : โรงพิมพ์ชัยนาถโมเดิร์นโฮม.

สุรพล ตันติเวชกุล. 2541. **"การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาไมโครเวฟเทคโนโลยี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชั้นสูง."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สันทัด ภิบาลสุข. 2524. **"คอมพิวเตอร์."** วารสารศูนย์การศึกษาต่อเนื่อง. 2(4) : 1-4.

สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา. 2545. **รายงานการประชุมปฏิบัติการต้นแบบการพัฒนานักเรียนนักศึกษาอาชีวะให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์.** วารสาร Vocationa Magazine.

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2531. **พัฒนาการเด็กนักเรียน.** องค์การยูนิเซฟ.

อานุ อยู่สมบูรณ์. 2540. **"สร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาทฤษฎีวัสดุ กึ่งตัวนำ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หนังสือราชการ

คำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ 326/2548

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ

เค้าโครงวิทยานิพนธ์ ของ ว่าที่ ร้อยเอก บุญน้อม ปันชัยสงค์

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ ว่าที่ ร้อยเอก บุญน้อม ปันชัยสงค์ รหัสประจำตัว 46069624 เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. **คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์**

รศ.ดร.สมพร	ไชยะ	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ดร.ผดุงชัย	ภู่พัฒน์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. **คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์**

ผศ.ดร.เลิศลักษณ์	กลิ่นหอม	ประธานกรรมการ
รศ.ดร.สมพร	ไชยะ	กรรมการ
ดร.ผดุงชัย	ภู่พัฒน์	กรรมการ
ผศ.ดร.อำนาจ	ตั้งเจริญชัย	กรรมการ
ดร.ทิวัตถ์	มณีโชติ	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2548

(รองศาสตราจารย์ รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดี

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

.....

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

ว่าที่ร้อยเอกบุญน้อม ปันชัยสงค์ รหัสประจำตัว 46069624 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ (DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL PACKAGE ON AIR CONDITION)" โดยมี รศ.ดร.สมพร ไชยะ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2548

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ.2548

(รศ.ดร.อิทธิพล แจ้งชัด)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ศธ 0524.04/ 2017

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

12 พฤษภาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบทดสอบเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมเกียรติ เหลืองสุขเจริญ / อาจารย์สายรวม จันทรา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบเพื่อการวิจัย

ด้วย ว่าที่ร้อยเอกบุญน้อม ปันชัยสงค์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ" โดยมี รศ.ดร.สมพร ไชยะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบทดสอบดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของว่าที่ร้อยเอกบุญน้อม ปันชัยสงค์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

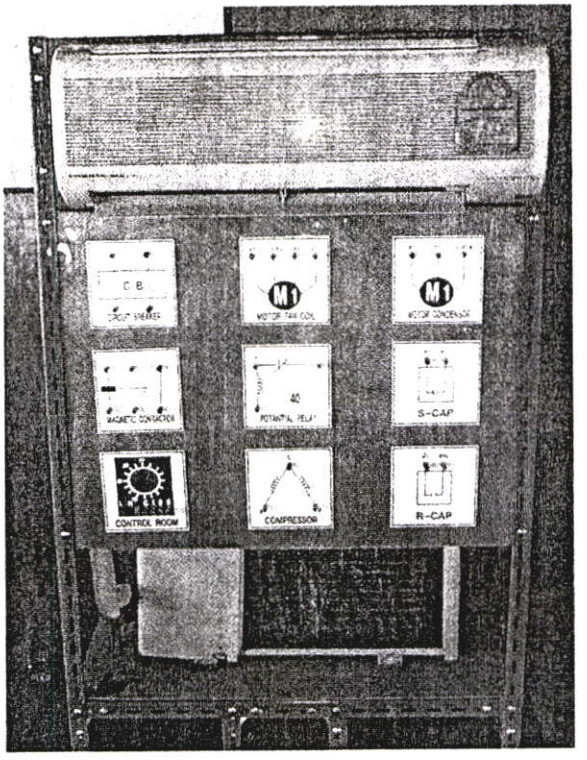
ขอแสดงความนับถือ

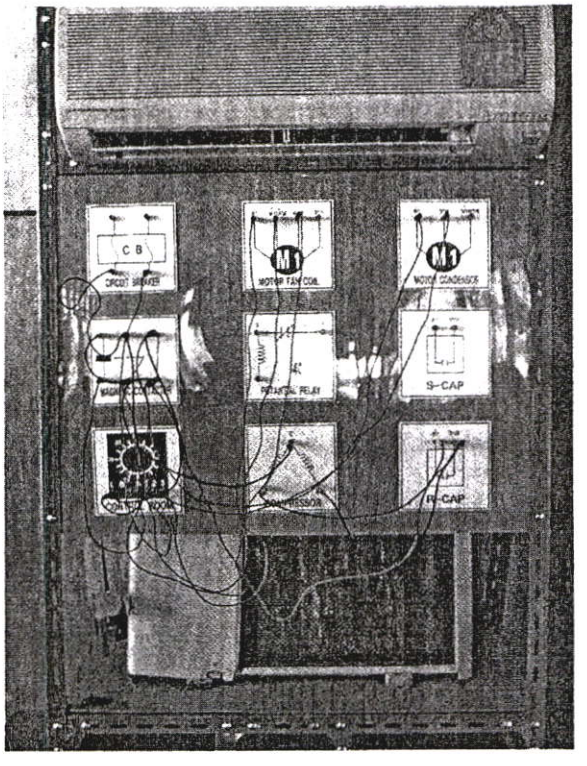
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

ภาคผนวก ข

- รูปภาพชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ
- ใบงาน
- คำถามท้ายการปฏิบัติงาน





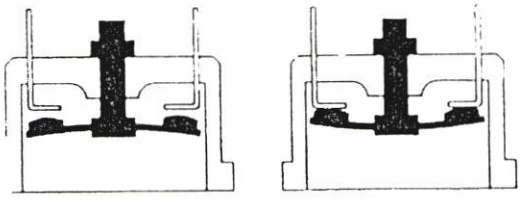
ชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

วงจรไฟฟ้าและวงจรทางกลของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

อุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

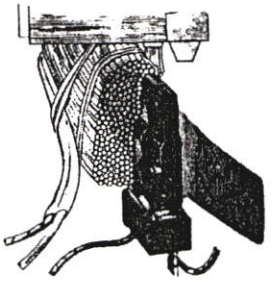
1. โอเวอร์โหลด (Overload) ทำหน้าที่ ตัดวงจรถ้าหากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดในมอเตอร์มากเกินพิกัด หรือเมื่อขดลวดร้อนมาก ก่อนที่ขดลวดของมอเตอร์จะไหม้ แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบติดตั้งภายนอก (External Overload) และแบบ ติดตั้งภายใน (Internal Overload)

1.1 แบบติดตั้งภายนอก จะติดตั้งไว้ภายนอกคอมเพรสเซอร์ โดยจะติดตั้งไว้ที่ตัวถังของคอมเพรสเซอร์ เมื่อเกิดความร้อนหรือกระแสเกิน โอเวอร์โหลดจะตัดวงจรมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ออกก่อนที่จะได้รับความเสียหาย



ตัด ต่อ

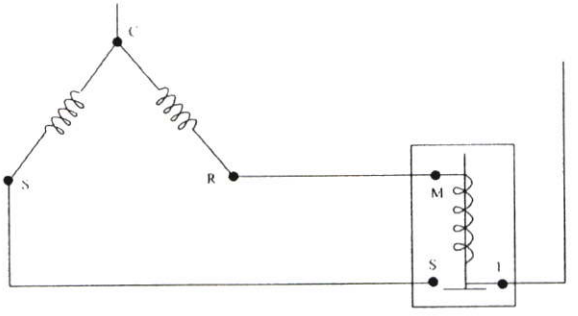
1.2 แบบติดตั้งภายใน จะติดตั้งไว้ภายในคอมเพรสเซอร์ โดยจะติดตั้งไว้ภายในขดลวดของมอเตอร์ ถ้าหากขดลวดร้อนมากผิดปกติจะตัดวงจรทันที สำหรับโอเวอร์โหลดที่ใช้กับคอมเพรสเซอร์แบบปิด (Hermetic Compressor) จะมีทั้งแบบติดตั้งภายนอกและแบบติดตั้งภายใน ขึ้นอยู่กับคอมเพรสเซอร์แต่ละรุ่น



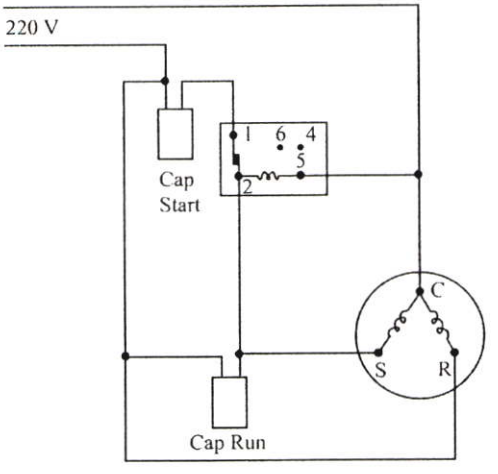
การติดตั้งโอเวอร์โหลดแบบติดตั้งภายใน

2. รีเลย์ (Relay) ทำหน้าที่ตัดวงจรขดลวดสตาร์ทออกจากวงจร เมื่อมอเตอร์หมุนได้แล้ว เพราะถ้าหากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ขดลวดสตาร์ทนานเกินไป ขดลวดสตาร์ทจะร้อนมาก ชนิดของรีเลย์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ชนิดใช้กระแสไฟฟ้า และชนิดใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมการทำงานของรีเลย์

2.1 รีเลย์ชนิดใช้กระแสไฟฟ้า โดยทั่วไปนิยมเรียกว่าเคอร์เรนต์รีเลย์ (Current Relay) ประกอบด้วยชุดหน้าทองขาว หรือหน้าสัมผัส จะต่ออนุกรมกับขดลวดสตาร์ท ทำหน้าที่ เป็นตัวตัดหรือต่อไฟเข้าขดลวดสตาร์ท สำหรับชุดขดลวดที่สร้างอำนาจแม่เหล็กเพื่อดูดให้หน้าทองขาว ตัดหรือต่อวงจร จะต่ออนุกรมกับขดลวดรัน

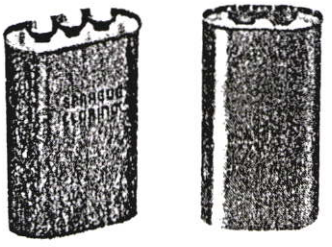


2.2 รีเลย์ชนิดใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า โดยทั่วไปนิยมเรียกว่า โพเทนเชียลรีเลย์ (Potential Relay) หรือ โวลท์เตจรีเลย์ (Voltage Relay) จะใช้กับเครื่องปรับอากาศและตู้เย็นเชิงพาณิชย์ ขนาด 1 - 5 แรงม้าขึ้นไป หรือใช้กับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ต้องการแรงบิดเริ่มหมุนสูง และตอนรันก็สูงด้วย



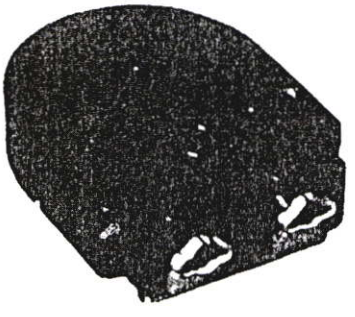
3. คาปาซิเตอร์ (Capacitor) โดยทั่วไปมักจะเรียกกันหลายชื่อ อาทิเช่น ตัวเก็บประจุ หรือ ซี หรือคาปา หรือแคป เป็นต้น ค่าความจุมีหน่ายเป็นไมโครฟารัด (Micro Farad ; mF หรือ MFD) ที่ใช้ในงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศมี 2 ชนิด คือ คาปาซิเตอร์รันและคาปาซิเตอร์สตาร์ท

3.1 คาปาซิเตอร์รัน (Capacitor Run) นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า แคปรัน (Cap Run) แคปรันจะต่ออยู่กับวงจรตลอดเวลาที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานโดยไม่มีรีเลย์ตัดวงจร (ต่ออนุกรมกับขดลวดสตาร์ท) มีค่าความจุน้อยกว่า แคปสตาร์ท ทำหน้าที่ปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์เพื่อให้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ มีค่าลดลง



3.2 คาปาซิเตอร์สตาร์ท (Capacitor Start) นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า แคปสตาร์ท (Cap Start) แคปสตาร์ทจะออกแบบให้ ทำงานในช่วงเวลาสั้น ๆ 2 - 3 วินาที ดังนั้น จึงช่วยในการเริ่มหมุนของมอเตอร์ และเมื่อมอเตอร์ หมุนไปแล้ว จะถูกตัดออกจากวงจรโดยใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์

ยังมีรีเลย์อีกชนิดหนึ่งซึ่งเป็น Solid State Starting Device เรียกว่า PTC รีเลย์ (Positive Temperature Coefficient) คือ รีเลย์ที่ควบคุมกระแสเข้าไปยังขดสตาร์ท นั่นคือ ตัว PTC จะต่ออนุกรมกับขดลวดสตาร์ท ตัว PTC ทำด้วยเซรามิคชนิดหนึ่ง มีคุณสมบัติเมื่อถูกความร้อน จะทำให้มีความต้านทานต่อกระแสสูงขึ้น ฉะนั้นขณะเริ่มทำงานตัว PTC อุณหภูมิจะสูงขึ้นทำให้ร้อนขึ้น ความต้านทานจะเริ่มสูงขึ้นตามอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุดหนึ่งตามที่ออกแบบไว้ กระแสที่จ่ายให้ขดสตาร์ทจะมีค่าน้อยมากหรือไม่สามารถให้กระแสผ่านได้เลย เป็นการตัดไฟที่เข้า ขดสตาร์ทนั่นเอง แต่มีข้อจำกัด คือ ในหนึ่งรอบการทำงานจะต้องรอให้เย็นลงก่อน โดยใช้เวลาประมาณ 3 - 10 นาที ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิรอบตัว



การตรวจวัดคาปาซิเตอร์ ก่อนอื่นต้องทำการดิสชาร์จ (Discharge) หรือ คายประจุออกก่อน การตรวจวัดด้วยมัลติมิเตอร์ มีวิธีการง่าย ๆ ดังนี้

1. ปรับสวิตช์เลือกย่านวัดไปที่ตำแหน่ง R X 10 K

2. นำสายวัดของมัลติมิเตอร์ วัดระหว่างขั้วทั้งสองของคาปาซิเตอร์ จากนั้นสังเกตการบ่ายเบนของเข็มชี้ ดังนี้

2.1 ถ้าเข็มชี้สวิงขึ้นไปทางขวามือประมาณกึ่งกลางสเกล แล้วค่อย ๆ ลดลงมาที่ ตำแหน่งเดิม แสดงว่าคาปาซิเตอร์มีสภาพปกติดี สามารถใช้งานได้

2.2 ถ้าเข็มชี้สวิงขึ้นแล้วค้างที่ 0 โอห์ม แสดงว่าคาปาซิเตอร์ช็อต (Short)

2.3 ถ้าเข็มชี้ไม่กระดิกหรือไม่บ่ายเบน แสดงว่าคาปาซิเตอร์ขาด (Open)

2.4 ตรวจสอบแต่ละขั้วกับตัวถัง ถ้าโอห์มมิเตอร์ทำงาน แสดงว่าคาปาซิเตอร์ลงกราวด์ ต้องเปลี่ยนตัวใหม่

การทดสอบหาค่าความจุของคาปาซิเตอร์ การเปลี่ยนคาปาซิเตอร์แต่ละครั้ง ค่า MFD ต้องไม่มากเกิน + 5 MFD แต่ค่า MFD ต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดจากโรงงาน ก่อนอื่นต้องทดสอบว่าคาปาซิเตอร์ตัวนั้นลงกราวด์หรือลัดวงจรหรือไม่ เพราะอาจ ทำให้เกิดการระเบิดได้ วิธีการหาค่า MFD ของคาปาซิเตอร์ มีดังนี้

1. คายประจุคาปาซิเตอร์ ด้วยความต้านทาน 20 kW

2. ตรวจสอบคาปาซิเตอร์ว่าขาด ช็อต และลงกราวด์หรือไม่

3. ต่อสายไฟเข้าคาปาซิเตอร์ ผ่านสวิตช์

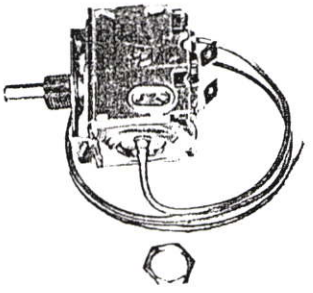
4. ใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสและโวลท์มิเตอร์วัดแรงเคลื่อน จากนั้นเปิดสวิตช์และ อ่านค่าทันที โดยพยายามใช้เวลาสั้นที่สุด เมื่อเสร็จแล้วให้รีบปิดสวิตช์

5. นำค่าที่อ่านได้ แทนค่าตามสูตร (3183 × Amps) / Volt = MFD

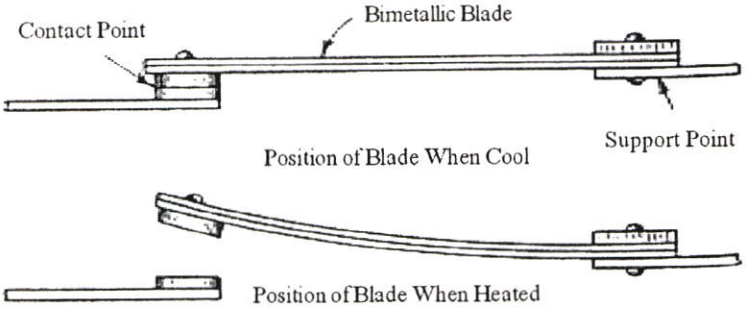
4. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control Device) หรือเรียกว่าเทอร์โมสตัท (Thermostat) ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของระบบ เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ ให้เป็นไปโดยอัตโนมัติ จึงถูกต่อแบบอนุกรมกับมอเตอร์ คอมเพรสเซอร์ เพื่อควบคุมระยะเวลาการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ โดยอาศัยอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป (เย็นมาก - เย็นน้อย) เป็นตัวแปรในการทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานหรือหยุด ดังนั้น กระเปาะของเหลวที่เป็นตัวรับอุณหภูมิจะต้องวางแนบกับอีแวปปอเรเตอร์ โดยทั่วไปมี 3 แบบ คือ

- แบบกระเปาะ
- แบบไบเมทอล
- แบบอิเล็กทรอนิกส์

4.1 แบบกระเปาะ (Bulb Bellow Type) โครงสร้างของเทอร์โมสตัท แบบนี้ ประกอบด้วย กระเปาะของเหลว ท่อขนาดเล็ก เบลโลและหน้าสัมผัส หลักการทำงานจะอาศัยการขยายและหดตัวของเหลว กล่าวคือ เมื่อของเหลวที่บรรจุไว้ในกระเปาะได้รับความร้อนจะขยายตัว ของเหลวที่อยู่ภายในกระเปาะจะถูกดันไปตามท่อขนาดเล็ก เมื่อกระทบกับเบลโลจะยืดตัวออก จนทำให้หน้าสัมผัสต่อถึงกันได้



4.2 แบบไบเมทอล (Bimetallic Type) จะทำงานตามหลักการของไบเมทอล คือ จะใช้โลหะสองชนิดที่มีสัมประสิทธิ์ การขยายตัว ไม่เท่ากันมาประกบติดกัน เมื่อได้รับความเย็นหรือความร้อน จะเกิดการโก่งงอของโลหะแต่ละชนิดที่ไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดการเปิด - ปิดหน้าสัมผัสได้



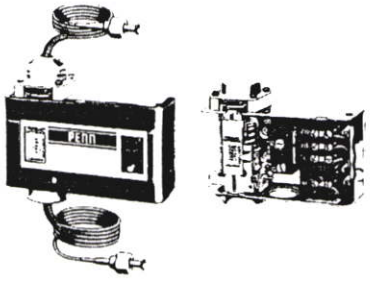
5. อุปกรณ์ควบคุมความดัน (Pressure Control Device) ทำหน้าที่ควบคุมความดันของระบบให้อยู่ในขั้นที่ปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อ คอมเพรสเซอร์ ในเครื่องทำความเย็นขนาดเล็กจะไม่นิยมติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความดัน

5.1 ไฮเพรสเชอร์คอนโทรล (High Pressure Control ; HPC) จะทำการตัดวงจรไฟฟ้าที่จะเข้าไปยังคอมเพรสเซอร์ทันที ถ้าหากว่าความดันในระบบด้านความดันสูง มีค่าสูงกว่าปกติ ดังนั้น ไฮเพรสเชอร์คอนโทรล จึงถูกติดตั้งไว้ที่ท่อทางอัด (Discharge Line)

5.2 โลเพรสเชอร์คอนโทรล (Low Pressure Control ; LPC) จะทำการตัดวงจรไฟฟ้าทันที ถ้าหากว่าความดันในระบบ ด้านความดันต่ำมีค่าผิดปกติ ดังนั้น จึงถูกต่อเข้ากับท่อทางดูด (Suction Line)

5.3 ดูอัลเพรสเชอร์คอนโทรล (Dual Pressure Control) เป็นอุปกรณ์ควบคุมความดันที่มีทั้งไฮเพรสเชอร์คอนโทรล และโลเพรสเชอร์คอนโทรลรวมไว้ในเครื่องเดียว และใช้หน้าสัมผัสอันเดียวกัน แต่อุปกรณ์ถ่ายทอดสัญญาณ คือ เบลโลจะแยกเป็นอิสระจากกัน

ออยล์เพรสเชอร์คอนโทรล (Oil Pressure Control) เป็นอุปกรณ์ป้องกันคอมเพรสเชอร์ไม่ให้เกิดความเสียหาย อันเนื่องมาจากน้ำมันหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์มีปริมาณลดน้อยลง หรือต่ำกว่าปกติ ส่วนมากจะติดตั้งเข้ากับระบบเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่



6. สวิตช์ควบคุม ที่ใช้ในงานเครื่องเย็นและปรับอากาศ มีหลายลักษณะตามหน้าที่ การใช้งาน

6.1 สวิตช์ประตูตู้เย็น ใช้ตัดต่อวงจรหลอดไฟฟ้าแสงสว่างในตู้เย็น

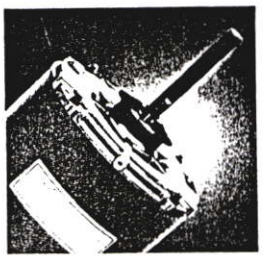
6.2 สวิตช์แบบปุ่มกด ส่วนใหญ่จะใช้กับเครื่องปรับอากาศ

6.3 สวิตช์แบบหมุน การเปลี่ยนตำแหน่งเพื่อการตัดต่อวงจร จะใช้วิธีการบิดหมุน ได้แก่ สวิตช์ควบคุมความเร็วของมอเตอร์พัดลม

6.4 สวิตช์ตั้งเวลา ใช้เป็นอุปกรณ์ตั้งเวลา เรียกอีกอย่างว่าไทเมอร์ (Timer) ภายในประกอบด้วยมอเตอร์ขนาดเล็ก และเฟืองทดรอบ เช่น ใช้สวิตช์นี้เป็นตัวตัดต่อวงจรเพื่อให้เกิดการทำละลายน้ำแข็ง (Defrost)

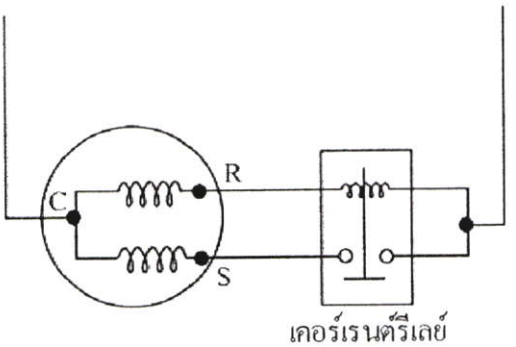
6.5 แม็กเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) เรียกอีกอย่างว่า สวิตช์แม่เหล็กไฟฟ้า นิยมใช้เป็น เมนสวิตช์เพื่อการตัดต่อในวงจรกำลัง (Power Circuit) ของเครื่องปรับอากาศที่กินกระแสสูง ๆ หรือ ระบบที่ใช้ไฟ 3 เฟส เป็นต้น

7. มอเตอร์พัดลม ที่ใช้ในงานเครื่องเย็นและปรับอากาศ มีทั้งชนิดที่ใช้กับไฟเฟสเดียว (Single Phase) และชนิดที่ใช้กับไฟสามเฟส (Three Phase) ในเครื่องปรับอากาศชนิดติดหน้าต่างจะใช้พัดลมเพียงตัวเดียว แต่จะมีแกนติดตั้งใบพัดจำนวน 2 ใบพัด คือ ใบพัดลอมคอยล์ร้อน ซึ่งเป็นใบพัดแบบธรรมดา (Propeller Fan) และใบพัดลมคอยล์เย็น ซึ่งเป็นใบพัดแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง สำหรับในเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน จะใช้พัดลม 2 ตัว คือ พัดลมคอยล์ร้อนเป็นใบพัดแบบธรรมดา จะติดตั้งไว้ภายนอกห้อง และพัดลมคอยล์เย็นจะติดตั้งไว้ภายในห้อง

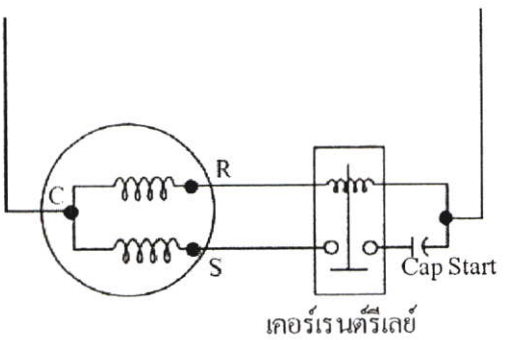


8. มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ที่ใช้กันทั่วไปจะเป็นแบบปิด (Hermetic Compressor) ชนิดอินดักชั่นมอเตอร์ (Induction Motor) ภายในจะมีขดลวด 2 ชุด คือ ขดลวดสตาร์ท (Starting Winding) และขดลวดรัน (Running Winding) อุปกรณ์ที่นำมาต่อร่วมในวงจร คือ แคปรัน และแคปสตาร์ท โดยจะทำให้เกิดแรงบิดเริ่มหมุนต่างกัน ดังนี้

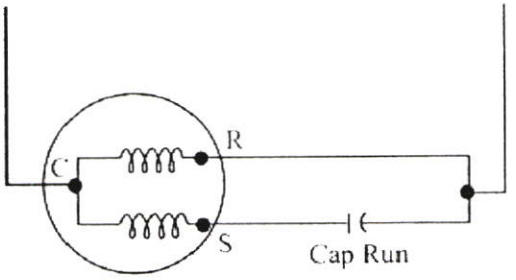
8.1 แบบ RSIR (Resistance Start Induction Run) ขดลวดสตาร์ทและขดลวดรันจะถูกต่อโดยตรงกับแรงเคลื่อนไฟฟ้า เมื่อหมุน ได้แล้ว ขดลวดสตาร์ทจะถูกตัดออกจากวงจร โดยใช้หน้าสัมผัสของเคอร์เรนต์รีเลย



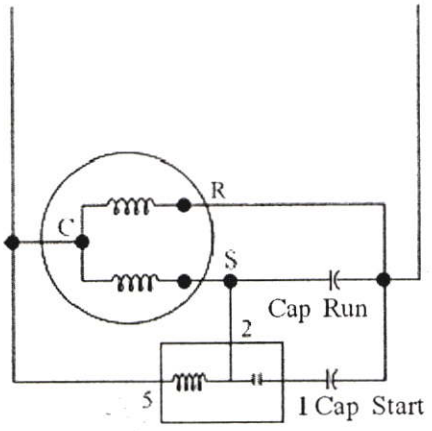
8.2 แบบ CSIR (Capacitor Start Induction Run) จะต่อแคปสตาร์ทอนุกรมกับขดลวด สตาร์ท ทำให้แรงบิดเริ่มหมุนดีกว่าแบบ RSIR



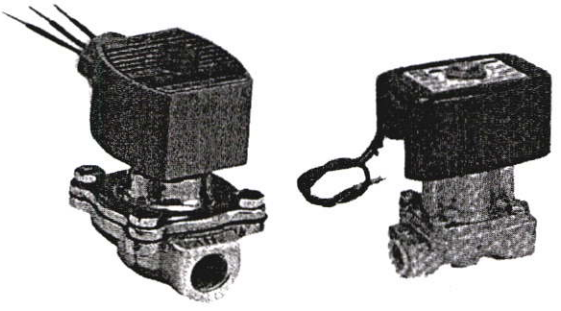
8.3 แบบ PSC (Permanent Split Capacitor) จะต่อแคปรันอนุกรมกับขดลวดสตาร์ท เป็นการต่อแบบถาวรทำให้กินกระแสมากขึ้นเล็กน้อย แต่แรงบิดจะสูงกว่าทั้งสองแบบที่กล่าวมาแล้ว



8.4 แบบ CSR (Capacitor Start and Run) คล้ายกับแบบ PSC แต่เพิ่มแคปสตาร์ท และโพเทนเชียลรีเลย์ ทำให้แรงบิดเริ่มหมุนดีกว่า แต่การทำงานในช่วงปกติ (ช่วงรัน) จะเหมือนกับแบบ PSC



9. โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) โดยทั่วไปอาจจะเรียกชื่อต่างกัน เช่น วาล์วแม่เหล็ก ไฟฟ้า ลิ้นควบคุมด้วยไฟฟ้า จะใช้ในวงจรตู้เย็นหรือตู้แช่ที่ละลายน้ำแข็งด้วยแก๊สร้อนจากคอนเดนเซอร์ โดยการติดตั้งโซลีนอยด์วาล์วควบคุมการปิดเปิดทางผ่านของแก๊สร้อน ที่จะเข้าไปละลายน้ำแข็งในอีแวปปอเรเตอร์



วงจรทางกลของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

วงจรทางกล หรือวงจรน้ำยาของเครื่องทำความเย็น และปรับอากาศจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ ดังนี้

วงจรไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

วงจรไฟฟ้าของ ตู้เย็น ตู้แช่ เครื่องทำน้ำเย็น ตู้น้ำเย็น เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง และเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อุปกรณ์ควบคุมที่สำคัญ ได้แก่ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ เคอร์เรนต์รีเลย์ โพเทนเชียลรีเลย์ โอเวอร์โหลด เทอร์โมสตัท คาปาซิเตอร์รัน คาปาซิเตอร์สตาร์ท สวิตช์ควบคุม มอเตอร์พัดลม ลวดความร้อนหรือฮีทเตอร์ (Heater) หลอดไฟฟ้าในตู้เย็น แม็กเนติกคอนแทคเตอร์ สวิตช์ตั้งเวลา สำหรับเครื่องทำความเย็นที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะนิยมติดตั้งอุปกรณ์ ป้องกันเพิ่มเติม อาทิเช่น ไฮเพรสเซอร์คอนโทรล โลเพรสเซอร์คอนโทรล ดูอัลเพรสเซอร์คอนโทรล ออยล์เพรสเซอร์คอนโทรล เป็นต้น

การตรวจสอบคอมเพรสเซอร์แบบปิด

1. ตรวจสอบการหมุนของมอเตอร์ ถ้าคอมเพรสเซอร์ออกตัวไม่ดี ให้ตรวจสอบแรงเคลื่อนตกคร่อมระหว่างขั้ว C กับขั้ว R แต่ถ้าแรงเคลื่อนปกติ ให้ตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ชุดช่วยสตาร์ท คาปาซิเตอร์รัน เป็นต้น

2. ตรวจสอบการปั๊มของคอมเพรสเซอร์ ให้ติดตั้งเกจวัดความดันทั้งด้านความดันต่ำ และด้านความดันสูงภายหลังจากที่เดินเครื่องแล้ว ความดันจะต้องแตกต่างกันประมาณ 150 - 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แล้วแต่ชนิดของเครื่องทำความเย็น

3. ตรวจสอบที่ขดลวดมอเตอร์

- ตัดระบบไฟฟ้าที่จ่ายคอมเพรสเซอร์ออก จากนั้นถอดสายไฟออกจากขั้วคอม เพรสเซอร์
- ใช้โอห์มมิเตอร์วัดระหว่างขั้วของคอมเพรสเซอร์ทุกขั้วกับตัวถัง ถ้ามีการรั่วเกิดขึ้นต้องเปลี่ยนคอมเพรสเซอร์ตัวใหม่ ถ้าหากไม่รั่วให้ตรวจในข้อต่อไป
- วัดความต้านทานระหว่างขั้วของคอมเพรสเซอร์ จะต้องได้ค่าตามที่ผู้ผลิตกำหนด

การตรวจสอบหาขั้วหลักของคอมเพรสเซอร์

โดยทั่วไปผู้ผลิตจะออกแบบให้ขั้วคอมม่อน (Common ; C) อยู่ด้านบน ขั้วรัน (Run ; R) อยู่ทางขวามือ และขั้วสตาร์ท (Start ; S) อยู่ทางซ้ายมือ แต่ถ้าหากไม่มีสัญลักษณ์บอกถึงขั้วหลักของคอมเพรสเซอร์ ก็สามารถหาได้โดยการวัดค่าความต้านทานของขดลวดมอเตอร์ ดังนี้

1. ตัดไฟจากแหล่งจ่ายที่เข้าคอมเพรสเซอร์
2. ถอดสายไฟต่าง ๆ ออกจากหลักของคอมเพรสเซอร์
3. ใช้โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) ตั้ง R x 1 วัดเข้ากับขั้วหลักทีละคู่ คู่ที่วัดได้ค่าสูงสุดคือ ค่าของขั้ว R - S เพราะฉะนั้นขั้วที่เหลือจะเป็นขั้ว C

4. เมื่อทราบขั้ว C แล้ว ต่อไป คือ จะต้องหาว่าขั้วไหนเป็นขั้ว S และ R วิธีการ คือ ใช้ขั้ว C เป็นหลัก แล้วจึงเอาสายวัดโอห์มมิเตอร์อีกข้างหนึ่งจับขั้วหลักอันที่ยังไม่รู้ ถ้าหากผลออกมาได้ค่า ความต้านทานต่ำสุดจะเป็นขั้ว R เพราะฉะนั้นขั้วที่เหลือจะเป็นขั้ว S

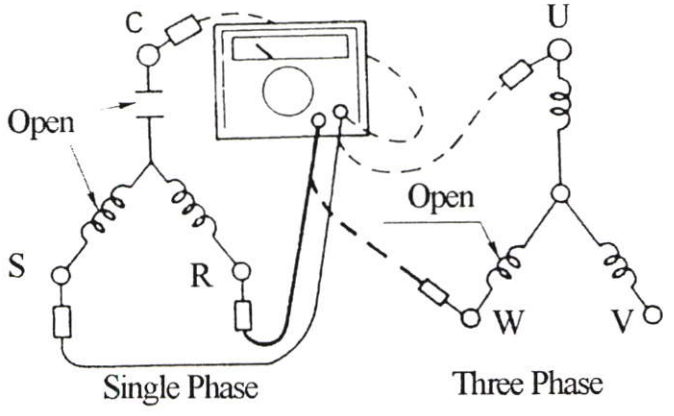
การตรวจสอบขดลวดและการเปิดวงจรของอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ระบบไฟฟ้า 1 เฟส (single Phase)

1. ใช้โอห์มมิเตอร์ตั้ง R x 1 วัดที่ขั้ว R - S ถ้าเข็มของโอห์มมิเตอร์ไม่กระดิก แสดงว่าขดลวด มอเตอร์ขาดแน่นอน

2. ตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ (Overload) ชนิดที่โอเวอร์โหลดติดตั้งไว้ภายในคอมเพรสเซอร์ ให้ใช้โอห์มมิเตอร์วัดที่ขั้ว C-S ถ้าเข็มของโอห์มมิเตอร์ไม่กระดิก แสดงว่าโอเวอร์โหลดเปิดวงจรตลอดเวลา (Open) จะต้องเปลี่ยนใหม่ แต่ถ้าเป็นโอเวอร์โหลดชนิดติดตั้ง ภายนอกจะต่ออนุกรมกับขั้วคอมม่อน (C) ในสภาวะปกติ หน้าสัมผัสจะต้องต่อถึงกัน

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส (Three Phase)

ใช้โอห์มมิเตอร์ตั้ง R x 1 k วัดที่ขั้ว L1 - L2, L1 - L3 และ L2 - L3 ถ้าเข็มของโอห์มมิเตอร์ไม่กระดิก แสดงว่าขดลวดของมอเตอร์ขาด (Open)



งานท่อและเชื่อมประสานท่อ

ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส

1. ต้องสวมแว่นตาเชื่อมทุกครั้งที่ทำการเชื่อม
2. อย่าเชื่อมใกล้ถังแก๊ส
3. ไม่ควรเชื่อมบนพื้นซีเมนต์
4. บริเวณที่ทำการเชื่อมต้องมีอากาศถ่ายเทอย่างพอเพียง
5. ห้ามกลิ้งถังออกซิเจน หรือถังอะเซทิลีนราบไปกับพื้น
6. การเปิดใช้แก๊สออกซิเจน ควรเปิดวาล์วให้สุดเกลียว และเมื่อเลิกใช้งานจะต้องปิดวาล์วทุกครั้ง
7. ไม่ควรใช้ประแจเลื่อนหรือคีมล็อกเปิดถังแก๊สอะเซทิลีน
8. ควรเปิดวาล์วถังแก๊สอะเซทิลีนประมาณ 1/4 - 1 รอบ พร้อมทั้งปล่อยประแจคาไว้
9. เมื่อเลิกใช้งานให้คลายสกรูปรับความดันในลักษณะปิดทุกครั้ง
10. ห้ามใช้ออกซิเจนหรืออะเซทิลีน ทดสอบหรือตรวจรอยรั่ว

การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิเจน - อะเซทิลีน

แก๊สออกซิเจน (O2) กับอะเซทิลีน (C2 H2) เมื่อรวมตัวกันและเกิดการเผาไหม้ จะให้ค่าความร้อนสูงกว่าแก๊สชนิดอื่น และราคาไม่แพง จึงเป็นที่นิยมใช้ทั่วไป

แก๊สออกซิเจน คุณสมบัติที่ สำคัญของแก๊สออกซิเจน คือ ช่วยให้ไฟติดแต่ไม่ติดไฟ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น (ในสภาพที่เป็นแก๊ส)

แก๊สจะเซทิลีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เมื่อรวมตัวกับออกซิเจนจะเกิดการสันดาป อย่างรวดเร็ว ให้เปลวไฟที่มีความร้อนสูง คุณสมบัติที่สำคัญ คือ ติดไฟได้ เบากว่าอากาศ ไม่มีสี แต่มีกลิ่นฉุน สามารถละลายในของเหลวได้ และอาจระเบิดได้ถ้าความดันหรืออุณหภูมิสูงถึงจุดวิกฤต

เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเชื่อมท่อน้ำยา

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อมท่อน้ำยาสารทำความเย็น จะเหมือน กับงานเชื่อมแก๊สทั่วไป ประกอบด้วย

1. ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Cylinder)
2. ถังบรรจุแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder)
3. มาตรวัดความดันออกซิเจน และอะเซทิลีน (Oxygen and Acetylene Regulator) จะบอกความดันที่มีอยู่ภายในถัง และควบคุมความดันที่จะนำออกมาใช้งานให้มีอัตราการไหลอย่างสม่ำเสมอ ถึงแม้ว่าความดันภายในถังจะเปลี่ยนไปก็ตาม แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

3.1 เกจวัดความดันสูง ทำหน้าที่วัดความดันภายในถัง

3.2 เกจวัดความดันต่ำ ทำหน้าที่วัดความดันของแก๊สที่จะนำไปใช้งาน

4. สายเชื่อม (Welding Hose) มีลักษณะเป็นท่อยางมี 2 แบบ คือ สายเดี่ยวและสายคู่

5. ข้อต่อ (Fitting) ใช้สวมเข้ากับสายเชื่อม จากนั้นจึงยึดให้แน่นด้วยแคล้มป์ รัดท่อยาง

6. ทอร์ชเชื่อมและหัวทิพเชื่อม (Welding Torch and Welding Tip) ทอร์ชเชื่อม หรือกระบอกเชื่อม เป็นส่วนที่ใช้ผสมรวมระหว่างแก๊สออกซิเจนกับอะเซทิลีน โดยสามารถควบคุมอัตราการไหลของแก๊สทั้งสองชนิดได้ตามต้องการ ก่อนที่จะส่งออกไปยังหัวทิพเชื่อม

7. แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Welding Goggle) ใช้สวมเพื่อป้องกันสะเก็ดไฟเชื่อม และถนอมสายตาของผู้ปฏิบัติงานเชื่อม มี 2 แบบ คือ แบบเลนส์คู่ และแบบเลนส์เดี่ยว

8. อุปกรณ์จุดเปลวไฟ (Spark Lighter) ขณะจุดเปลวไฟควรให้ปลายหัวทิพเชื่อมห่างประมาณ 1 นิ้ว

9. อุปกรณ์ทำความสะอาดหัวทิพเชื่อม (Tip Cleaner) ถ้าหากปลายหัวทิพเชื่อมสกปรกหรืออุดตัน เปลวไฟจะเอียงหรือแตกออก จึงต้องทำความสะอาดรูของหัวทิพเชื่อม

10. วาล์วป้องกันแก๊สและไฟย้อนกลับ (Reverse Flow Check Valves)

11. ประแจ (Wrench) ควรใช้ประแจเปิดถังโดยเฉพาะเท่านั้น ไม่ควรใช้ประแจเลื่อน

12. ลวดเชื่อมแก๊ส (Filler Rod) ลวดเชื่อมที่ใช้ในงานเครื่องเย็นและปรับอากาศ มี 2 ชนิด คือ

12.1 ลวดเชื่อมเงิน

12.2 ลวดเชื่อมทองเหลือง

ชนิดของเปลวไฟเชื่อมแก๊ส (Welding Flame)

เปลวไฟที่ได้จากการสันดาป หรือการเผาไหม้ระหว่างแก๊สออกซิเจน กับแก๊สอะเซทิลีน แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. เปลวคาร์บูไรซิง (Carburizing Flame) เรียกอีกอย่างว่าเปลวลด (Reducing Flame) โดยมีปริมาณของแก๊สอะเซทิลีนมากกว่าออกซิเจน ลักษณะเปลวไฟมี 3 ชั้น คือ ชั้นนอกสุดเป็นรูปกรวยแหลมยาวสีส้ม ชั้นกลางเป็นแก๊สคาร์บอนมอนออกไซด์ และไฮโดรเจน ชั้นในสุดมองเห็นไม่ชัดและไม่สดใส เปลวนี้ให้ความร้อนประมาณ 2,800 °C

2. เปลวนิวทรัล (Neutral Flame) เรียกอีกอย่างว่าเปลวกลาง เกิดจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สอะเซทิลีนกับออกซิเจนในอัตราส่วน 1 : 1 ลักษณะเปลวไฟมี 2 ชั้น คือ ชั้นนอกเป็น รูปกรวยแหลมยาวไม่มีเขม่า ชั้นในเป็นรูปกรวยปลายมนมีสีขาวนวลสุกใส เปลวนี้ให้ความร้อนประมาณ 3,200 °C เหมาะสำหรับงานเชื่อมทั่วไปรวมทั้งงานเชื่อมท่อน้ำยาระบบเครื่องทำความเย็น และปรับอากาศ เนื่องจากเป็นเปลวที่มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

3. เปลวออกซิไดซิง (Oxidizing Flame) เรียกอีกอย่างว่าเปลวเพิ่ม โดยมีปริมาณของแก๊สออกซิเจนมากกว่าอะเซทิลีน ลักษณะเปลวไฟมี 2 ชั้น คือ ชั้นนอกเป็นรูปกรวยแหลมยาว มีสีฟ้าอ่อน และมีเสียงดัง ชั้นในเป็นเปลวเล็กหดสั้น เปลวนี้ให้ความร้อนประมาณ 3,400 °C

วิธีการจุดไฟเชื่อมแก๊สและปรับเปลวไฟ

1. ปรับความดันใช้งานของแก๊สออกซิเจนประมาณ 25 ปอนด์ / ตารางนิ้ว และอะเซทิลีนประมาณ 15 ปอนด์ / ตารางนิ้ว

2. เปิดวาล์วออกซิเจน (สีน้ำเงิน) ที่กระบอกเชื่อมประมาณ 1/6 รอบ จากนั้นเปิดวาล์วอะเซทิลีน (สีแดง) ให้มากกว่าเล็กน้อย เพื่อป้องกันการเกิดเขม่า

3. ใช้หลังมือทดสอบความดันแก๊สที่ปลายหัวเชื่อม จะรู้สึกว่ามีแก๊สพุ่งออกมา จากนั้นจึงใช้อุปกรณ์จุดเปลวไฟจนไฟติด

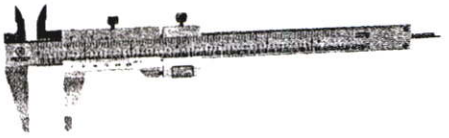
4. ค่อย ๆ เปิดวาล์วออกซิเจนเพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อย ๆ จนเปลวชั้นในเป็นแสงขาวนวลสุกใส เสียงเงียบ จะได้เปลวนิวทรัล หรือเปลวกลาง

5. ต้องปรับเปลวไฟให้เป็นเปลวนิวทรัลตลอดเวลา

6. ห้ามใช้เปลวไฟชั้นในสัมผัสกับผิวงานและลวดเชื่อม

งานวัดขนาดท่อทองแดง

การวัดขนาดท่อทองแดง จะวัดขนาดของท่อตามเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (Outside Diameter ; OD) มีหลายขนาด เช่น 3/16, 1/4, 5/16, 3/8, 7/16, 1/2, 9/16, 5/8 และ 3/4 นิ้ว เนื่องจากขนาดความโตของท่อมีขนาดใกล้เคียงกัน เครื่องมือที่ใช้วัดจึงต้องมีความละเอียดสูง ได้แก่ เวอร์เนีย และไมโครมิเตอร์

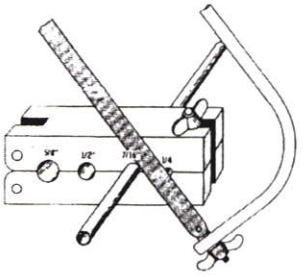


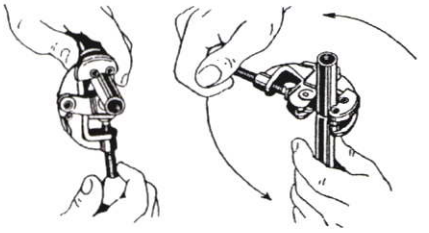
งานตัดท่อทองแดง การตัดท่อทองแดง ทำได้ 3 วิธี คือ

1. ใช้เลื่อยตัดเหล็ก วิธีการตัดจะเหมือนกับการตัดโลหะทั่ว ๆ ไป ทำให้มีเศษโลหะที่เรียกว่า ขี้เลื่อยเกิดขึ้นจำนวนมาก จึงไม่นิยมตัดแบบนี้

2. ใช้ตะไบสามเหลี่ยม ส่วนใหญ่จะใช้ตัดเฉพาะท่อขนาดเล็ก วิธีการ คือ ใช้ตะไบถูไปมารอบ ๆ ท่อ แต่อย่าให้ลึกถึงผิวด้านใน จากนั้นบิดให้ท่อหักขาดออก

3. ใช้คัทเตอร์ตัดท่อ เป็นวิธีที่นิยมใช้ทั่วไป เนื่องจากทำได้ง่าย และไม่มีเศษขี้เลื่อย





งานขยายท่อทองแดง เมื่อต้องการนำท่อสองท่อน ขนาดเดียวกันมาต่อเข้าด้วยกัน จะใช้วิธีการขยายท่อ ท่อนหนึ่ง ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเล็กน้อย จากนั้นจึงนำมาสวมเข้ากับท่ออีกท่อนหนึ่ง วิธีการขยายท่อมีขั้นตอน ดังนี้

1. คว้านปลายท่อให้เรียบร้อย

2. นำท่อที่ต้องการขยายใส่เข้าไปในรูของตัวจับท่อ ขนาดของท่อและรูต้องเท่ากัน วัดระยะความสูงของปลายท่อ เท่ากับความหนาของด้ามเหล็กตอกหรือให้ปลายท่อสูงกว่าระดับของตัวจับท่อเท่ากับช่วงบนของเหล็กตอก

3. ขันตัวจับยึดให้แน่น

4. ใช้เหล็กตอกเข้าไปในท่อ จากนั้นใช้ค้อนค่อย ๆ ตอกเหล็ก ตอกจนกระทั่งปลายท่อชิดกับด้ามตัวตอก

5. คลายด้ามที่จับยึดออก ถอดท่อที่ขยายแล้วออกมา

งานบานท่อทองแดง

การบานท่อชั้นเดียว

1. คว้านปลายท่อให้เรียบร้อย

2. นำท่อที่ต้องการบานใส่เข้าไปในรูของตัวจับท่อ ขนาดของท่อและรูต้องเท่ากัน วัดระยะความสูงของปลายท่อให้พ้นจากตัวจับท่อประมาณ 3/16 นิ้ว หรือประมาณ 1/3 ของความสูง ของปากหลุม

3. ขันตัวจับยึดให้แน่น

4. สวมตัวบานท่อเข้าไปในตัวจับท่อ จากนั้นออกแรงขันให้หัวของตัวบานท่อ กดท่อทองแดงบานออกเต็มที่

5. คลายด้ามที่จับยึด ถอดท่อที่บานแล้วออกมา

การบานท่อสองชั้น

1. คว้านปลายท่อให้เรียบร้อย

2. นำท่อที่ต้องการบานใส่เข้าไปในรูของตัวจับท่อ วัดระยะความสูงของปลายท่อเท่ากับความหนาของตัวอะแดปเตอร์

3. ขันตัวจับยึดให้แน่น

4. สวมอะแดปเตอร์เข้าไปในท่อ

5. ออกแรงขันให้หัวของตัวบานท่อกดลงบนอะแดปเตอร์จนแน่นตึง

6. คลายตัวบานท่อและเอาอะแดปเตอร์ออก จากนั้นออกแรงขันให้หัวของตัวบานท่อกดลง บนปลายท่อจนแน่นตึงอีกครั้งหนึ่ง

7. คลายตัวบานท่อและตัวจับยึดออก ถอดท่อที่บานเสร็จแล้วออกมา

8. นำท่อที่บานสองชั้นเสร็จแล้วไปทดลองสวมเข้ากับยูเนียน ถ้าหากไม่กระชับพอดี

งานดัดท่อทองแดง

1. คลี่ท่อทองแดงออกจากขด วัดความยาวตามต้องการ จากนั้นใช้คัทเตอร์ตัดให้ขาด

2. ลบคมท่อให้เรียบร้อย

3. ทำเครื่องหมายบนท่อในตำแหน่งที่ต้องการดัด

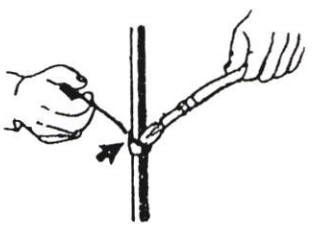
4. สอดท่อทองแดงเข้าในร่องล้อหมุนของเบนเดอร์ โดยให้เครื่องหมายบนท่อทองแดงตรงกับตำแหน่งศูนย์องศาของร่องล้อหมุน

5. กดด้ามเบนเดอร์ เพื่อให้ท่อโค้งงอตามต้องการ เช่น ถ้าต้องการดัด 90 องศา ให้สังเกต ดูท่อจะตั้งตรงกับพื้น แต่ถ้าต้องการดัด 180 องศา ท่อจะขนานกับพื้น และไม่ควรดัดงอมากกว่านี้

6. ถอดท่อทองแดงออกจากเบนเดอร์

งานต่อท่อทองแดง

การต่อท่อทองแดงเข้าด้วยกัน จะกระทำ 2 วิธี คือ ใช้วิธีการเชื่อมแก๊ส และการใช้แฟลร์นัตและยูเนียน



ต่อท่อทองแดงด้วยวิธีการเชื่อมแก๊ส

1. ขยายท่อทองแดง จากนั้นนำท่อทองแดงอีกท่อนหนึ่งสวมเข้าไป

2. จุดไฟเชื่อมแก๊ส ปรับให้เป็นเปลวนิวทรัล

3. ให้ความร้อน เมื่อชิ้นงานเริ่มหลอมละลายให้รีบป้อนลวดเชื่อมทันที แล้วใช้เปลวไฟเผาให้หลอมประสานกันจนเสร็จ

ต่อท่อทองแดงด้วยวิธีการใช้แฟลร์นัตและยูเนียน

การต่อแบบนี้จะใช้วิธีการขันยูเนียนเข้ากับแฟลร์นัตเพื่อดันให้ท่อทองแดงกระชับกับแฟลร์นัต มีขั้นตอนดังนี้

1. บานท่อทองแดงทั้งสองท่อนที่จะนำมาต่อเข้าด้วยกัน ก่อนบานท่อต้องสอดแฟลร์นัตเข้าไปก่อน

2. นำยูเนียนสวมเข้ากับแฟลร์นัต จากนั้นใช้ประแจขันให้แน่นตึง

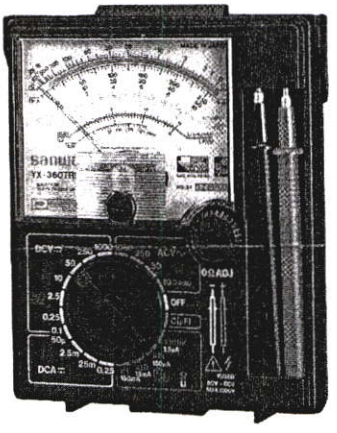
เครื่องมือและอุปกรณ์

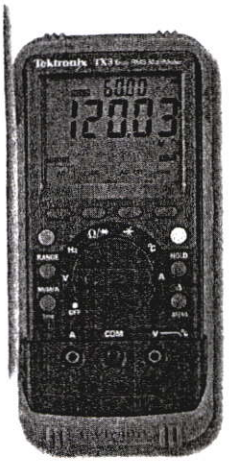
แคล้มป์มิเตอร์ (Clamp Meter)

เป็นเครื่องมือสำหรับวัดกระแสไฟฟ้า เนื่องจากมีความสะดวกต่อการใช้งาน เพียงแต่ใช้ปากคีบ คล้องสายไฟเส้นใดเส้นหนึ่งเท่านั้นเอง นอกจากนี้แคล้มป์มิเตอร์ยังสามารถใช้วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า และค่าความต้านทานได้อีกด้วย

มัลติมิเตอร์ (Multimeter)

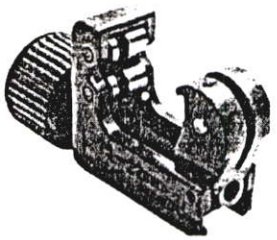
เป็นเครื่องมือวัดเอนกประสงค์อีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันทั่วไป แต่ส่วนใหญ่จะใช้วัดค่าความต้านทาน และแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ

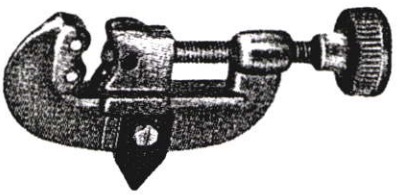


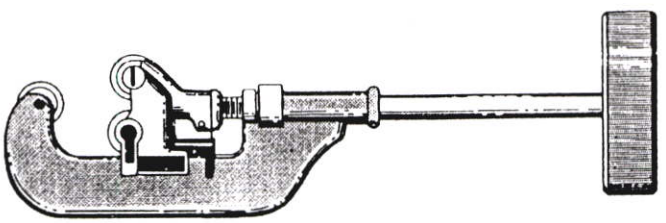


มีดตัดท่อหรือคัทเตอร์ (Cutter)

เรียกอีกอย่างว่า ทิวป์คัทเตอร์ (Tube Cutter) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตัดท่อวงจรน้ำยาของระบบทำความเย็น และปรับอากาศโดยเฉพาะ

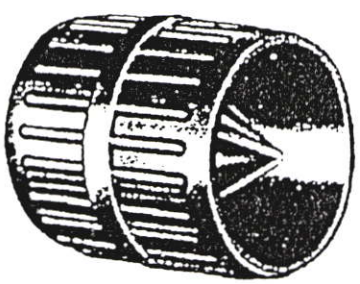






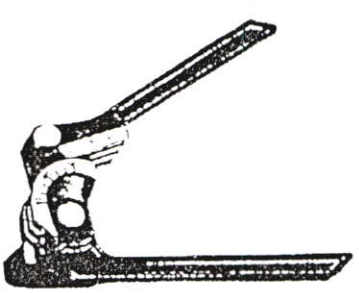
รีมเมอร์ (Reamer)

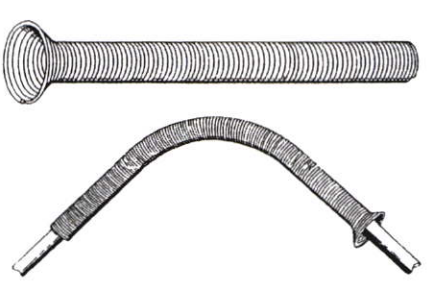
เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับลบคมบริเวณปากท่อให้เรียบ กล่าวคือ หลังจากที่ตัดท่อเสร็จแล้ว ปลายท่อจะตีบลง และมีความคม ดังนั้น จึงต้องใช้รีมเมอร์แต่งปากท่อทั้งภายใน และภายนอก สำหรับตัวรีมเมอร์นี้ผู้ผลิตบางรายอาจยึดรวมไว้กับมีดตัดท่อหรือคัทเตอร์



เครื่องมือดัดท่อ (Tube Bender)

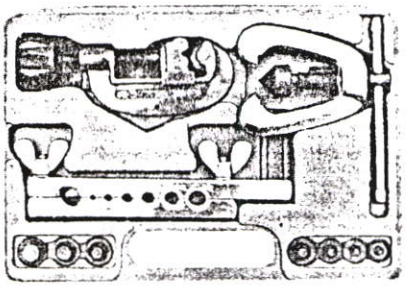
เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับดัดท่อโดยเฉพาะ ที่ตัว เบนเดอร์จะมีองศาบอกมุมการดัดไว้ด้วย รัศมีความโค้งของการดัดท่ออย่างน้อย 5 เท่าของความโต ของท่อ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ดัดท่ออีกชนิดหนึ่ง คือ สปริงดัดท่อ (Spring Bender)





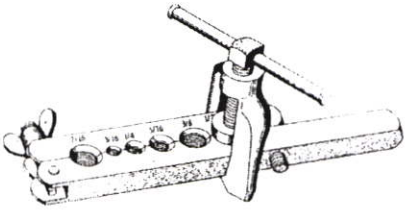
เครื่องมือขยายท่อ (Swaging Tool)

เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับขยายท่อให้มีขนาดโตขึ้นเล็กน้อย ก่อนที่จะนำท่ออีกท่อนหนึ่งมาสวมเข้าด้วยกัน จากนั้นจึงเชื่อมประสานด้วยลวดเชื่อมให้ท่อทั้งสองท่อนยึดติดเป็นท่อนเดียวกัน โดยไม่ใช้ข้อต่อ เครื่องมือขยายท่อประกอบด้วยตัวจับท่อ และเหล็กตอก (เรียกอีกอย่างว่าตัวขยายท่อ)



เครื่องมือบานท่อ (Flaring Tool)

การบานท่อ หรือที่เรียกว่า การทำแฟลร์ หมายถึง การบานที่ปลายท่อทองแดง เพื่อใช้สวม หรือต่อประกอบเข้ากับข้อต่อที่เรียกว่าแฟลร์นัต (Flare Nut) เครื่องมือที่ใช้สำหรับบานท่อประกอบด้วยตัวจับท่อ และตัวบานท่อ สำหรับตัวจับท่อจะเป็นอันเดียวกับเครื่องมือขยายท่อ การบานท่อมี 2 ลักษณะ คือ บานชั้นเดียว ซึ่งเป็นการบานแบบธรรมดา และบานสองชั้น การบานสองชั้นจะต้องใช้อุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติม เรียกว่า อะแดปเตอร์

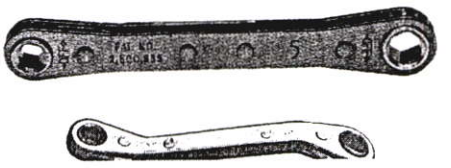


ประแจ (Wrench) ใช้สำหรับขันนัตในงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ จำเป็นต้องใช้ประแจหลาย ๆ ชนิด เช่น

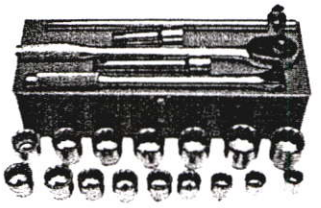
ประแจหกเหลี่ยม

ประแจเลื่อน

ประแจแหวน



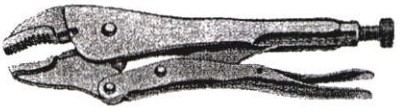
ประแจขันเซอร์วิทวาล์ว



ประแจบ๊อกซ์

ประแจปากตาย

คีม (Pliers) ใช้สำหรับจับหรือบีบชิ้นงาน ที่ใช้งานทั่วไปมีหลายชนิด ดังนี้

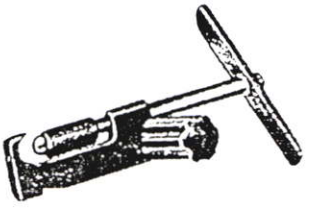


คีมล็อก

คีมตัด

คีมปากยาว / ปากแหลม

คีมปากขยาย



คีมบีบปลายท่อ

คีมย้ำหางปลา

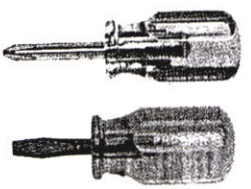
คีมรวมหรือคีม

ไขควง (Screw Diver) มีหลายชนิด ดังนี้

1. ไขควงชุด หมายถึง มีด้ามเพียงอันเดียวแต่มีปากหลายอัน และสามารถเปลี่ยนปากได้

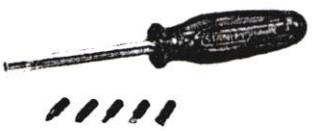
2. ไขควงตุ้ม จะมีขนาดสั้นกว่าไขควงทั่วไป เหมาะสำหรับใช้ในพื้นที่แคบ

3. ไขควงเทสไฟ ใช้ตรวจสอบระดับแรงดันในวงจรไฟฟ้า เพื่อจะได้รู้ว่าสายเส้นใดเป็นเส้นไฟ (สายไลน์ ; Line) หรือ เส้นนิวตรอล (Neutral)



ไขควงตุ้ม

ไขควงเทสไฟ



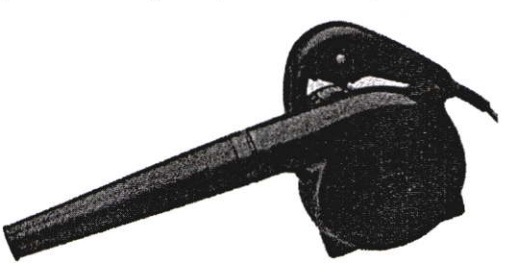
ไขควงชุด

ค้อน (Hammer) ใช้สำหรับงานตอกและงานเคาะ ควรจะมีไว้ทั้งชนิดหัวเหล็ก และชนิดหัวยาง

เลื่อยเหล็ก (Hack Saw) ใช้สำหรับงานตัดโลหะต่าง ๆ รวมทั้งตัดท่อทองแดง

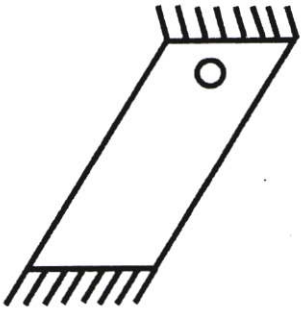
สว่านไฟฟ้า (Electric Drill) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานเจาะโดยเฉพาะ เพื่อยึด หรือติดตั้งเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ ช่างเครื่องทำความเย็นควรจะมีสว่าน ไฟฟ้า 2 ชนิด คือ สว่านเจาะเหล็ก และสว่านเจาะคอนกรีต

เครื่องเป่าฉม (Hand Blower) ใช้เป่าฝุ่นละอองต่าง ๆ เช่น เป่าฝุ่นที่ติดอยู่บนฟิลเตอร์ (Filter) หรือแผ่นกรองฝุ่นของชุดแฟนคอยล์ยูนิต (Fancoil Unit) เป็นต้น



ตะไบ (File Set) ใช้สำหรับตะไบรูหรือขอบโลหะ เพื่อลบคมหรือให้ได้ขนาดตามต้องการ หรือใช้ตัดท่อ แคปทิ้ว

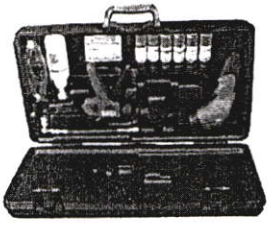
หวีครีบคอนเดนเซอร์ (Fin Comb) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ปรับแนวครีบของคอนเดนเซอร์ ให้ตั้งตรงขึ้นอย่างเป็นระเบียบ เพื่อให้สามารถระบายความร้อนได้เต็มที่



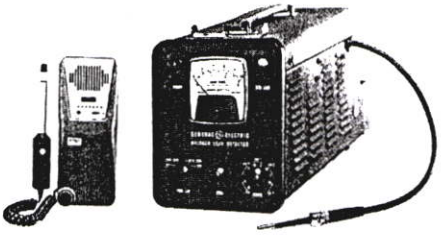
หวีครีบคอนเดนเซอร์

ตะเกียงตรวจรอยรั่ว

ใช้สำหรับตรวจสอบรอยรั่วของน้ำยาในระบบที่ใช้น้ำยา หรือสารทำความเย็น R - 12 และ R - 22 ปกติเปลวไฟจะเป็นสีแดง ถ้าหากตรวจพบรอยรั่วของน้ำยา เปลวไฟจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว นอกจากนี้ยังมีเครื่องตรวจรอยรั่วแบบอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อพบรอยรั่ว จะทำให้ความถี่ของเสียงเปลี่ยนไป หรือส่งสัญญาณเสียงให้ทราบและไฟกระพริบ สำหรับการตรวจ รอยรั่วอย่างง่ายจะใช้การตรวจด้วยฟองสบ ปัจจุบันมีการผลิต เครื่องตรวจรอยรั่วแบบเรืองแสง ทำงานโดยการฉีดสารเรืองแสงเข้าไป ภายในระบบทำความเย็น ใช้ได้กับน้ำยา R - 12 และ R - 134a



แบบเรืองแสง



แบบอิเล็กทรอนิกส์

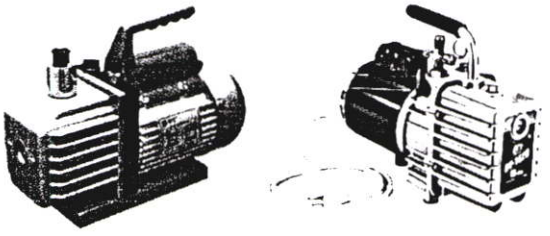
แบบตะเกียงแก๊ส

เครื่องทำสุญญากาศ

ใช้สำหรับดูดอากาศและความชื้นออกจากระบบ เพื่อให้ระบบสะอาด ปราศจากความชื้น เครื่องทำสุญญากาศที่ใช้กันทั่วไปมี 2 แบบ คือ

1. เครื่องทำสุญญากาศแบบมาตรฐานหรือแวคชั้นเดียว (Standard Vacuum Pump - single Stage) มีประสิทธิภาพการทำสุญญากาศได้ไม่ดี ในทางปฏิบัติจึงทำสุญญากาศจำนวน 3 ครั้ง จึงจะได้ระบบที่เป็น สุญญากาศที่แท้จริงเหมาะสำหรับเครื่องทำความเย็นขนาดเล็กทั่วไป

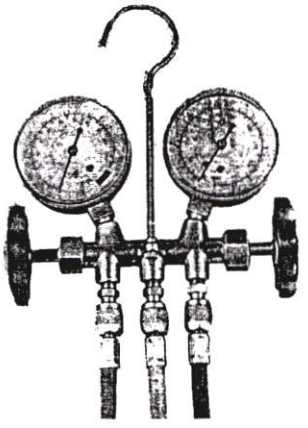
2. เครื่องทำสุญญากาศกำลังสูงหรือแวคสองชั้น (High Vacuum Pump - tow Stage) มีประสิทธิภาพการทำสุญญากาศที่ดีมาก การทำสุญญากาศจึงกระทำเพียงครั้งเดียว



เกจแมนิโฟลด์ (Manifold Gauge)

เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความดัน หรือเพรสเซอร์ของน้ำยาภายในระบบ โดยจะบอกให้ทราบว่า มีปริมาณน้ำยาหรือสารทำความเย็นมากน้อยเพียงใด ส่วนประกอบของ เกจแมนิโฟลด์ มีดังนี้

1. เกจวัดความดันด้านต่ำ (Low Pressure Gauge)
2. เกจวัดความดันด้านสูง (High Pressure Gauge)
3. วาล์วปรับด้วยมือ 2 ตัว (Hand Valves)
4. สายชาร์จน้ำยา 3 เส้น

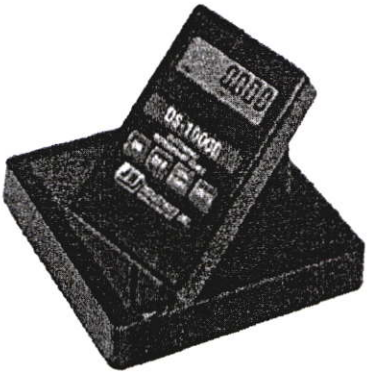


เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิ ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์ขนาดเล็กแบบเสียบกระเป๋า เทอร์โมมิเตอร์แบบหน้าปัดกลม และแบบดิจิตอล

เครื่องชั่งน้ำยาแบบดิจิตอล

ใช้ชั่งวัดปริมาณน้ำยา หน่วยเป็นปอนด์ (Lb) ออนซ์ (Oz) และกิโลกรัม (kg)



ท่อ (Tubing)

ท่อทองแดงอ่อน สามารถดัดโค้งงอได้ง่าย ขนาดความโตของท่อจะวัดจากเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก

ท่อทองแดงแข็ง ใช้กับระบบเครื่องทำความเย็น และปรับอากาศขนาดใหญ่

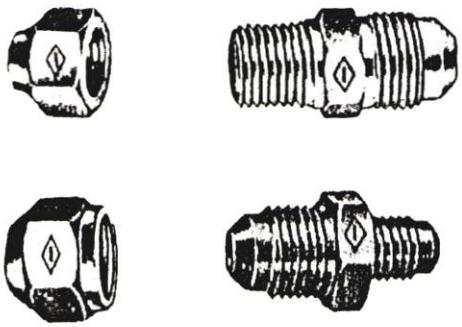
ท่อเหล็ก ใช้ทำเป็นแผงคอนเดนเซอร์ หรือระบบที่ใช้น้ำยาแอมโมเนีย (R - 717) เพราะว่าแอมโมเนียจะทำปฏิกิริยากับทองแดง ทำให้ท่อถูกกัดกร่อนและชำรุดได้

ท่อพลาสติก ใช้เป็นท่อระบายน้ำทิ้ง หรือเป็นท่อส่งน้ำให้กับคอนเดนเซอร์

ท่ออ่อน ใช้กับระบบที่มีการสั่นสะเทือน เช่น ระบบปรับอากาศในรถยนต์

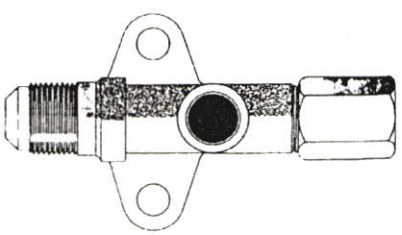
แฟลร์นัตและยูเนียน (Flare Nut and Union)

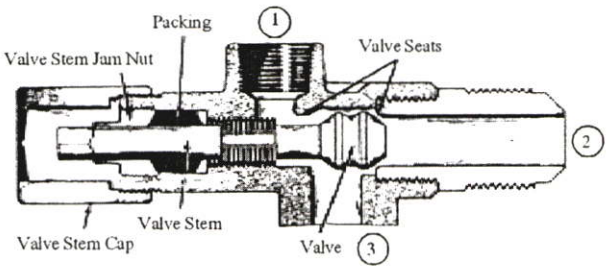
แฟลร์นัตจะมีเกลียวอยู่ภายใน ส่วนยูเนียนจะมีเกลียวอยู่ภายนอกอุปกรณ์ทั้งสองจึงถูกนำไปใช้งานคู่กัน เช่น ใช้ต่อเชื่อมเข้ากับท่อชาร์จน้ำยาไดเออร์ และกระจกมองน้ำยา เป็นต้น



เซอร์วิทวาล์ว (Service Valves)

ในระบบเครื่องทำความเย็นทั่วไปจะติดตั้งเซอร์วิทวาล์วจำนวน 2 ตัว คือ ด้านความดันสูงและด้านความดันต่ำ เซอร์วิทวาล์วที่นิยมใช้มี 3 ชนิด คือ แบบปิด - เปิดด้วยมือ แบบลูกศร และแบบผสม

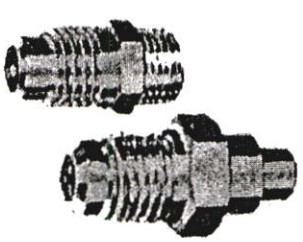


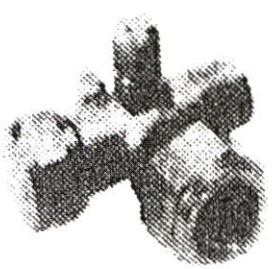


1. แบบปิด - เปิดด้วยมือ จะมีประแจสำหรับปิด - เปิดวาล์วโดยเฉพาะ

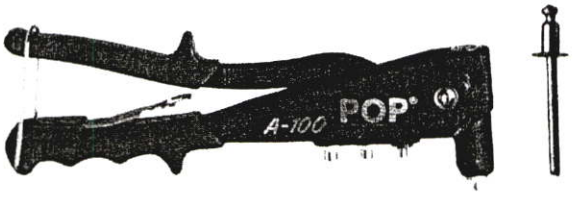
2. แบบวาล์วลูกศร หลักการทำงานคล้ายกับวาล์วเติมลมยางรถยนต์

3. แบบผสม เป็นเซอร์วิทวาล์วชนิดปิด - เปิด ด้วยมือ โดยการติดตั้งวาล์วลูกศรเพิ่มเข้าไป ทำให้สะดวกต่องานบริการ และการดูดเก็บน้ำยาไว้ในระบบ

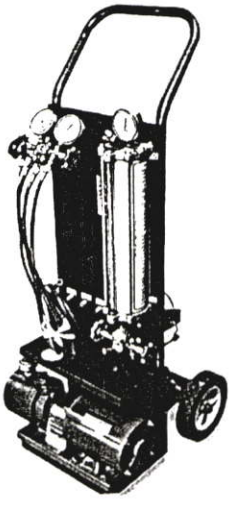




คีมย้ำ (Revet Sets and Tooling) ใช้ย้ำแผงโลหะแผ่นให้ยึดติดกัน



เครื่องเติมน้ำยาชนิดกระบอก ใช้สำหรับตวงน้ำยาที่จะเติมเข้าไปในระบบ นิยมใช้ทั่วไปกับเครื่องปรับอากาศรถยนต์



โครงสร้าง ส่วนประกอบเครื่องทำความเย็นระบบอัดไอ

คอมเพรสเซอร์

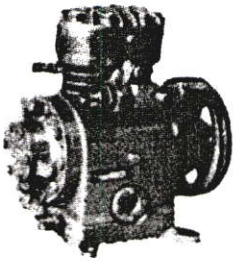
คอมเพรสเซอร์ (Compressor) มีหน้าที่ อัดแก๊สความดันต่ำ ให้กลายเป็น แก๊สความดันสูง เพื่อส่งต่อไปยังเครื่องควบแน่นหรือคอนเดนเซอร์

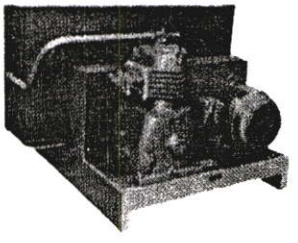
ชนิดของคอมเพรสเซอร์

เราสามารถแบ่งคอมเพรสเซอร์ได้เป็น 2 ชนิด คือ แบ่งตามลักษณะโครงสร้าง และแบ่งตามวิธีการอัดไอ

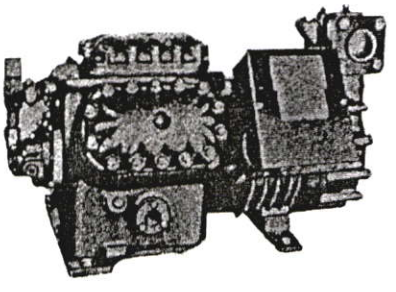
แบ่งตามลักษณะโครงสร้าง แบ่งได้ 3 แบบ ดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์แบบเปิด หมายถึง ตัวคอมเพรสเซอร์ กับตัวขับ (มอเตอร์หรือเครื่องยนต์) แยกกันอยู่หรือเป็นอิสระต่อกัน

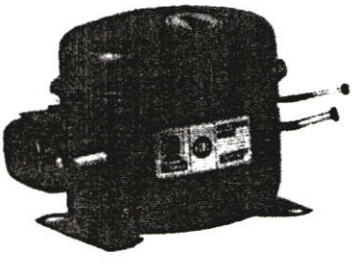




2. คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด หมายถึง ตัวคอมเพรสเซอร์ และตัวขับ รวมอยู่ในโครงสร้างหรือเปลือกอันเดียวกัน โดยใช้น๊อตหรือสลักเกลียว เป็นตัวขันยึด



3. คอมเพรสเซอร์แบบปิด หมายถึง ตัวคอมเพรสเซอร์และตัวขับรวมอยู่ในโครงสร้างหรือเปลือกอัน

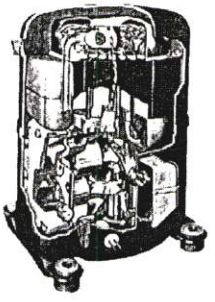


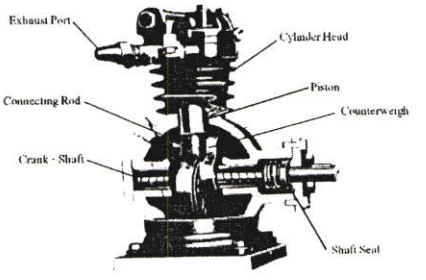
4. เดียวกันและถูกเชื่อมปิดหมด โดยจะโผล่ท่อออกมา 3 ท่อ คือ ท่อทางดูด ท่อทางอัด และท่อบริการ (ท่อชาร์จน้ำยา)

แบ่งตามวิธีการอัดไอ

คอมเพรสเซอร์ที่ใช้กันทั่วไป มีหลายแบบ ดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reciprocating Type Compressor) คอมเพรสเซอร์แบบนี้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งเครื่องทำความเย็นขนาดเล็กและขนาดใหญ่ การทำงานจะมีลักษณะเช่นเดียวกับลูกสูบรถยนต์

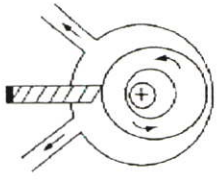




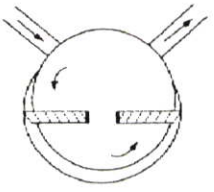
2. คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี่ (Rotary Type Compressor) เป็นคอมเพรสเซอร์ ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ใช้งานได้ดีในเครื่องทำความเย็นขนาดเล็ก การดูดอัดน้ำยาจะอาศัยการหมุนกวาดรอบแกนโรเตอร์ โดยออกแบบให้มีใบมีด (Blade) เป็นตัวแบ่งกั้นระหว่างห้องดูดกับห้องอัด แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

2.1 แบบใบมีดอยู่กับที่ จะออกแบบให้ใบมีดฝังตัวอยู่กับกระบอกสูบ ขณะที่แกนหมุนที่เรียกว่า Roller หมุนไป สปริงจะดันให้ใบมีดสัมผัสกับแกนหมุนตลอดเวลาเช่นกัน จึงทำให้เกิดห้องดูดกับห้องอัดแยกออกจากกัน

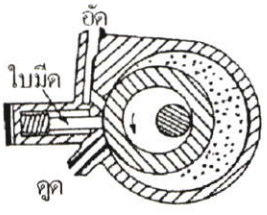
2.2 แบบใบมีดเคลื่อนที่ จะออกแบบให้ใบมีดฝังตัวอยู่ในตัวหมุน ขณะที่ Roller หมุนไป สปริงจะดันให้ใบมีดสัมผัสกับกระบอกสูบตลอดเวลา



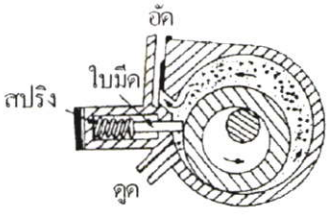
(ก) แบบใบมีดอยู่กับที่



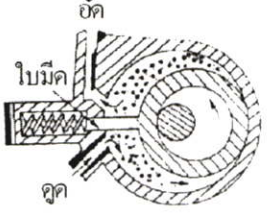
(ข) แบบใบมีดเคลื่อนที่



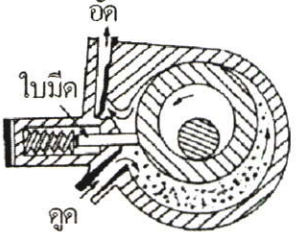
ก. เป็นตำแหน่งเริ่มต้น ภายในกระบอกสูบจะมีน้ำยาสถานะเป็นแก๊สบรรจุอยู่เต็ม



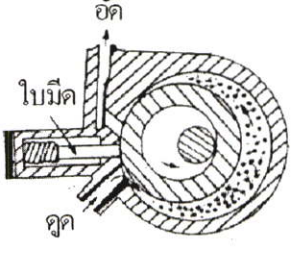
ข. เมื่อตัวหมุนเริ่มหมุน จะเป็นการเริ่มต้นการดูด และการอัดแก๊สไปพร้อม ๆ กัน



ค. อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลาง จังหวะการดูดและการอัดจะเกิดขึ้นเท่ากัน

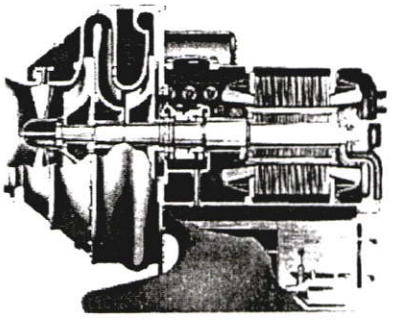


ง. ทางอัดมีแรงดันสูงขึ้น ขณะเดียวกันทางดูดจะดูดแก๊สเข้ามาในกระบอกสูบมากขึ้น

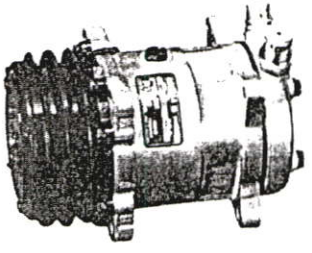


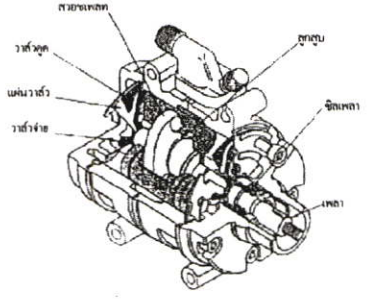
จ. เป็นจังหวะสุดท้ายของจังหวะอัด และจังหวะดูด ซึ่งเป็นจังหวะทำงานครบรอบพอดี ในกระบอกสูบจะมีน้ำยาสถานะเป็นแก๊สบรรจุอยู่เต็ม เช่นเดียวกับสภาวะเริ่มต้น

3. คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centifugal Type Compressor) เหมาะสำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ เช่น 50 ตัน 200 ตัน 700 ตัน หรือเครื่องปรับอากาศแบบชิลเลอร์ (Chiller) การทำงานจะอาศัยการหมุนของใบพัดหมุน ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงอัดและดูดน้ำยา จนมีความดันเพิ่มสูงขึ้น

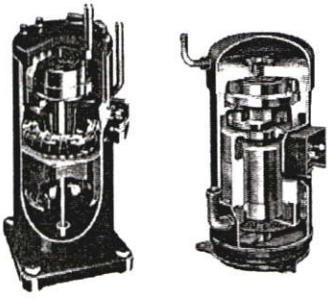


4. คอมเพรสเซอร์แบบสวอชเพลท (Swash Plate Type Compressor) ถือว่าเป็นคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ แต่มีโครงสร้างต่างกัน คือ ลูกสูบของแบบสวอชเพลทจะวางในแนวนอนไม่ต้องใช้เพลาข้อเหวี่ยง แต่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ในกระบอกสูบได้ด้วยการหมุนของแผ่นเพลทเอียงหรือสวอชเพลท

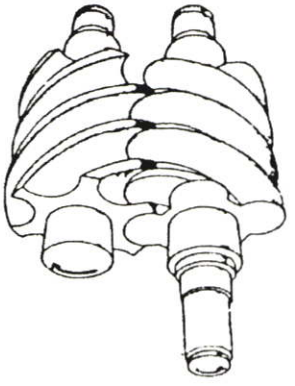




5. คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอย (Scroll Type compressor) เป็นคอมเพรสเซอร์ ชนิดใหม่ที่ออกแบบให้มีการทำงานที่นุ่มนวล ลดการสั่นสะเทือนและเสียงดังจากการทำงาน โครงสร้างที่สำคัญประกอบด้วยส่วนที่อยู่กับที่มีลักษณะคล้ายก้นหอย และส่วนที่เคลื่อนที่แบบเยื้องศูนย์ ซึ่งแตกต่างกับแบบโรตารี่ที่อาศัยการหมุนรอบแกนโรเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถผลิต ที่กำลังสูงขึ้นสามารถใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาดกลางได้



6. คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (Screw Type Compressor) โครงสร้างประกอบด้วยเกลียวตัวผู้และเกลียวตัวเมียขบกันอยู่ เกลียวตัวผู้จะพาเกลียวตัวเมียให้หมุนตามไป แต่ทิศทางตรงข้ามกัน โดยที่สันเกลียว โหนกของเกลียวตัวผู้จะทำหน้าที่รีดสารทำความเย็นให้ไหลไปตามร่องของเกลียว ตัวเมียออกสู่ท่อทางอัดต่อไป คอมเพรสเซอร์แบบนี้มักใช้กับเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่

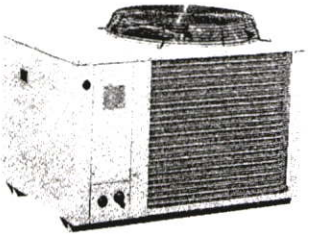


คอนเดนเซอร์

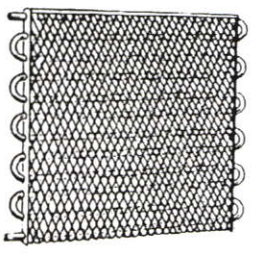
คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อน ออกจากน้ำยาเพื่อให้กลั่นตัวกลายเป็นของเหลว โดยทั่วไปคอนเดนเซอร์สามารถแบ่งออกได้ 3 ชนิด คือ

1. ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการระบายความร้อน แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

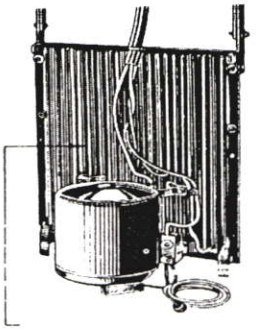
1.1 แบบใช้พัดลม (Fan Condenser) คอนเดนเซอร์แบบนี้จะใช้พัดลมช่วยในการเพิ่มความแรงและปริมาณลมที่พัดหรือเป่าผ่านผิวของคอนเดนเซอร์



1.2 แบบแผงร้อน (Static Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะไม่มีพัดลมเป่าระบายอากาศ โครงสร้างจะทำด้วยท่อเหล็กดัดโค้งขนานกลับไปกลับมา โดยมีลวดเหล็กเชื่อมพาดผ่าน เรียกว่าครีบ (Finned Tubing) เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อน

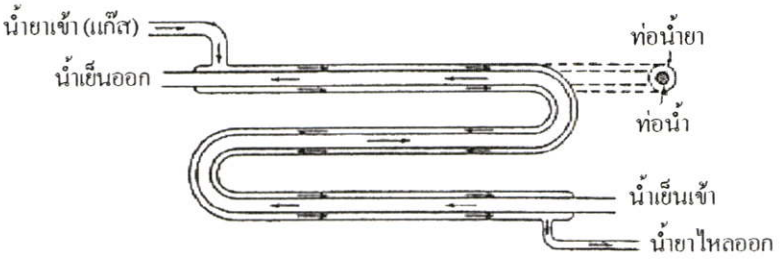


1.3 แบบแผ่นโลหะ (Plate Condenser) ลักษณะคล้ายกับแบบแผงร้อน แต่จะใช้แผ่นโลหะวางทาบไว้บนท่อของคอนเดนเซอร์ซึ่งขดกลับไปกลับมา

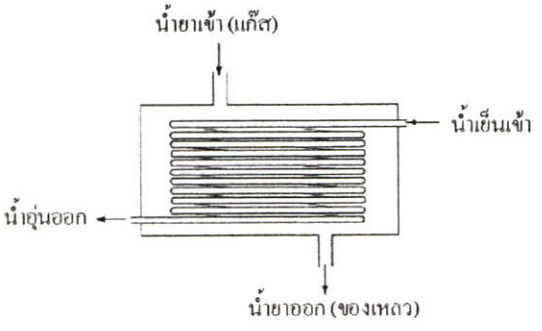


2. ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Condenser) จะใช้น้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อน นิยมใช้กับเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

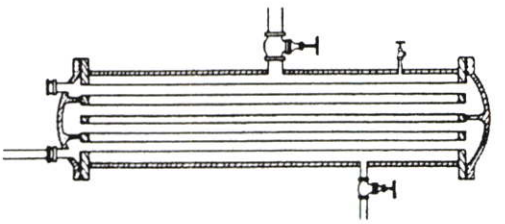
2.1 แบบท่อสองชั้น (Double Tube Condenser) ประกอบด้วยท่อสองท่อ คือ ท่อเล็กเป็นท่อน้ำจะสอดอยู่ภายในท่อใหญ่ซึ่งเป็นท่อน้ำยา โดยออกแบบให้น้ำและน้ำยาไหล สวนทางกัน ทั้งนี้เพื่อให้น้ำสามารถถ่ายเทความร้อนออกจากน้ำยาให้ได้มากที่สุด



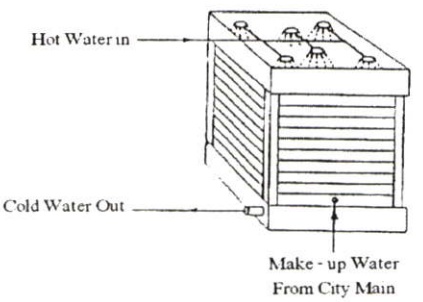
2.2 แบบขดท่อมีเปลือกหุ้ม (Shell and Coil Condenser) คอนเดนเซอร์แบบนี้ มักใช้กับระบบเครื่องทำความเย็นขนาดไม่เกิน 10 ตัน โครงสร้างประกอบด้วยท่อน้ำที่ขดเป็น วงซ้อนกันหลายขด จากนั้นจึงบรรจุไว้ภายในท่อใหญ่ ซึ่งเป็นท่อน้ำยาและเสมือนเป็นเปลือก หุ้มขดท่อเอาไว้ จึงเรียกว่าแบบขดท่อมีเปลือกหุ้ม น้ำที่หมุนเวียนผ่านเข้ามาในขดท่อจะทำ หน้าที่ระบายความร้อนออกจากน้ำยาที่อยู่ด้านนอกขดท่อ



2.3 แบบท่อตรงมีเปลือกหุ้ม (Shell and Tube Condenser) คอนเดนเซอร์นี้ เหมาะสำหรับระบบปรับอากาศขนาดเล็กจนกระทั่งเป็นร้อย ๆ ตัน โครงสร้างประกอบด้วย ท่อเหล็กขนาดใหญ่ ซึ่งอยู่ภายนอกและเป็นเปลือกหุ้มท่อตรงที่มีขนาดเล็กกว่า จำนวนหลายท่อ สอดเรียงขนานกันอยู่ภายใน



หอทำความเย็น (Cooling Tower) โดยทั่วไปนิยมเรียกกันหลายชื่อ เช่น หอคอยน้ำ หอระบายความเย็น หอผึ่งน้ำ คูลลิ่งทาวเวอร์ เป็นต้น หน้าที่ของหอทำความเย็น คือ นำเอาน้ำที่ผ่านการระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ ซึ่งมีอุณหภูมิมาผ่านกระบวนการ จนมีอุณหภูมิลดต่ำลง และสามารถนำน้ำกลับมาใช้งานได้อีก หอทำความเย็น เมื่อแบ่งตามการหมุนเวียนของอากาศ แบ่งได้ 2 แบบ คือ

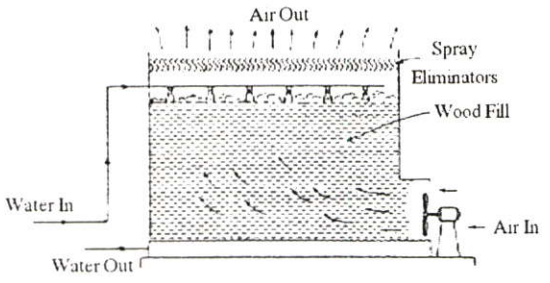


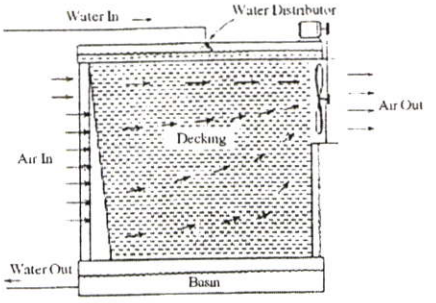
1. แบบใช้แรงลมธรรมชาติ หอทำความเย็นแบบนี้จะส่งน้ำอุ่นที่ระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์แล้วขึ้นไปยังด้านบนของหอทำความเย็น เมื่อผ่านหัวฉีดจะเป็นฝอยตกลงสู่ด้านล่างของหอทำความเย็น

2. แบบใช้พัดลม แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

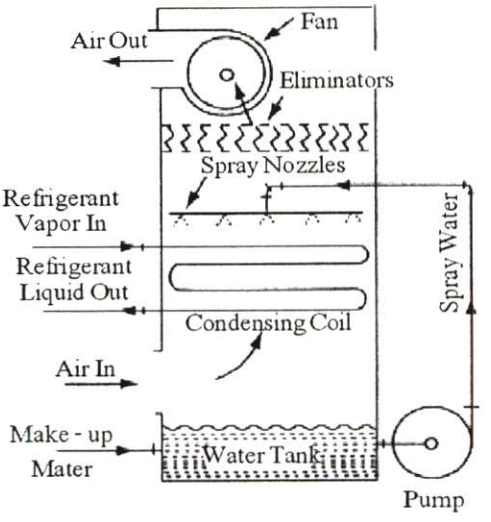
2.1 แบบใช้พัดลมเป่า หมายถึง ใช้พัดลมเป่าอากาศเข้าไปในหอทำความเย็น ที่ด้านบนจะติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันละอองน้ำสูญหาย (Spray Eliminators) ตรงกลางจะวางชั้นไม้ (Wood Fill) เอาไว้เพื่อช่วยทำให้น้ำมีอุณหภูมิต่ำลง เมื่อตกลงสู่เบื้องล่าง

2.2 แบบใช้พัดลมดูด จะติดตั้งพัดลมไว้ด้านบนเพื่อดูดอากาศออก





3. ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ (Evaporative Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้เรียกอีกอย่างว่า อีแวปปอเรตีปคอนเดนเซอร์ (Evaporative Condenser) หลักการทำงานจะเป็นการรวมกันระหว่างคอนเดนเซอร์ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำกับหอทำความเย็น



เอกซ์แพนชันวาล์ว

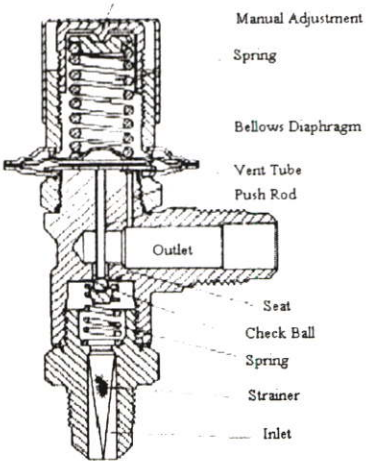
เอกซ์แพนชันวาล์ว (Expansion Valve) โดยทั่วไป จะเรียกชื่อต่างกัน เช่น อุปกรณ์ควบคุมการไหลของน้ำยา (Refrigerant Control) หรือ ตัวควบคุมน้ำยา หรือลิ้นลดความดัน หรือวาล์วลดแรงดัน ทำหน้าที่ลดความดันของน้ำยาเหลวให้ต่ำลงเพื่อให้เกิดการเดือดในอีแวปปอเรเตอร์

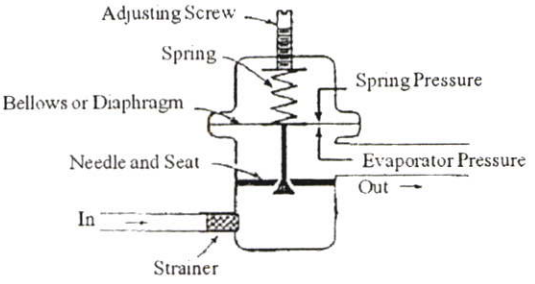
อุปกรณ์ควบคุมการไหลของน้ำยา แบ่งออกได้ 6 ชนิด ดังนี้

1. ชนิดปรับด้วยมือ (Hand Expansion Valve) จะอาศัยมือของผู้ควบคุมคอยปรับแต่งให้วาล์วเปิดออกมากหรือน้อยตามต้องการ แต่อัตราการไหลของน้ำยาขึ้นอยู่กับค่าความดันที่แตกต่างกันระหว่างทางเข้าและทางออกของระบบ

เอกซ์แพนชันวาล์วชนิดนี้จึงเหมาะสำหรับระบบเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ที่มีโหลดค่อนข้างคงที่และมีคนคอยดูแลตลอดเวลา ถ้าหากโหลดมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ควรเปลี่ยนชนิดของเอกซ์แพนชันวาล์ว

2. ชนิดปรับความดันอัตโนมัติ (Automatic Expansion Valve ; AEV) ตัวควบคุม น้ำยาแบบ AEV. ทำหน้าที่ควบคุมและปรับอัตราการไหลของน้ำยาอย่างอัตโนมัติ ด้วยการป้อน น้ำยาเหลวเข้าไปในอีแวปปอเรเตอร์ให้มีปริมาณมากน้อยตามสภาพของโหลด





3. ชนิดเทอร์โมสะแตติก (Thermostatic Expansion Valve ; TEV) นิยมเรียกอีกอย่างว่า เอกซ์แพนชันวาล์วแบบความร้อน เนื่องจากการทำงานจะอาศัยความร้อนที่ออกจากอีแวปปอเรเตอร์เป็นตัวควบคุม นิยมใช้กับระบบเครื่องปรับอากาศรถยนต์ ส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ เข็มปิดเปิด ไดอะแฟรม กระเปาะน้ำยา ซึ่งต่อเข้ากับไดอะแฟรม และสปริง (สามารถปรับได้ด้วยสกรู) การทำงานเพื่อปิดเปิดลิ้นของ TEV จะอาศัยองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

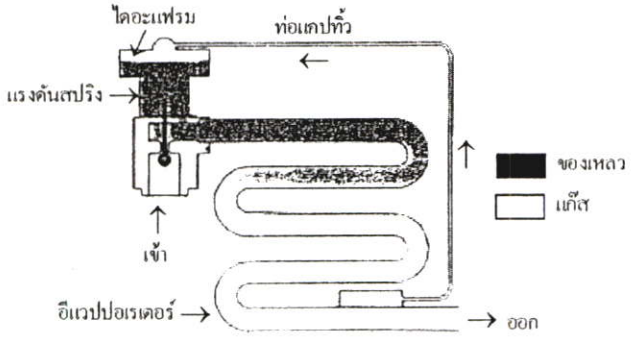
3.1 แรงดันของน้ำยาในอีแวปปอเรเตอร์ (Evaporator Pressure ; P1)

3.2 แรงดันของสปริง (Spring Pressure ; P2)

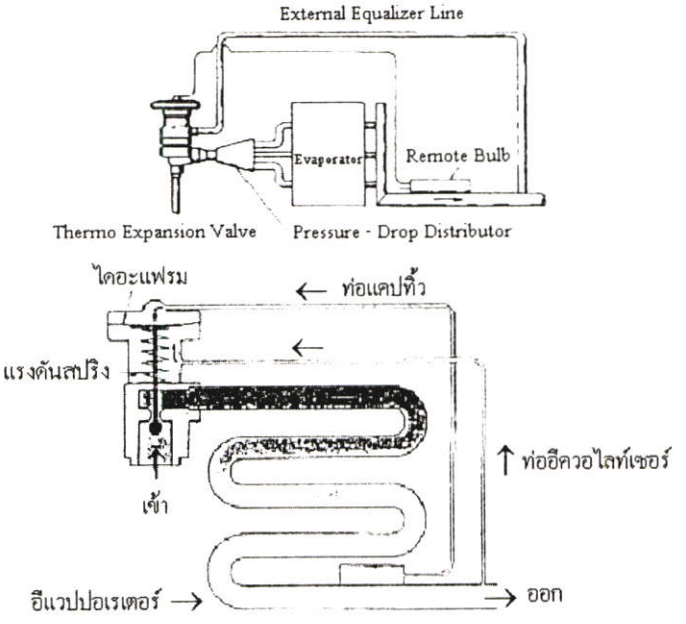
3.3 แรงดันของน้ำยาในกระเปาะ (Bulb Pressure ; P3)

เอกซ์แพนชันวาล์วแบบนี้จะไม่ Balance Pressure เนื่องจากลิ้นจะถูกปิดขณะที่คอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน ดังนั้น มอเตอร์ที่ใช้ขับจะต้องมีกำลังช่วงเริ่มต้นสูง TEV แบ่งตามลักษณะการทำงานมี 2 แบบ คือ แบบ Internal Equalizer และแบบ External Equalizer

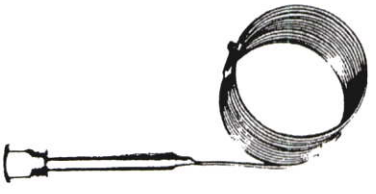
แบบ Internal Equalizer แบบนี้ใช้กันทั่วไปในเครื่องปรับอากาศรถยนต์ เครื่องปรับ อากาศขนาดเล็ก ซึ่งไม่มีแรงดันลด (Pressure Drop) ในท่อทางดูดและแรงดันของน้ำยา ในอีแวปปอเรเตอร์ (P1) ไม่มีผลต่อ การทำงานของ TEV

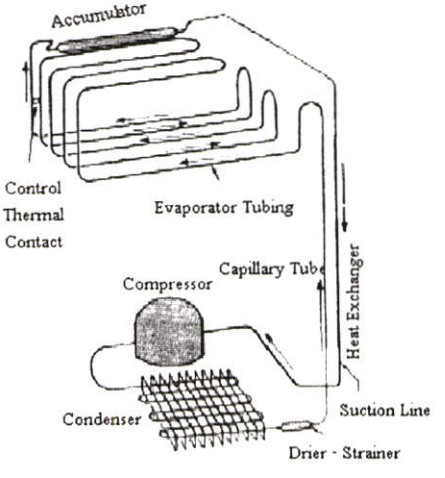


แบบ External Equalizer ใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ที่มีแรงดันลดในท่อทางดูด เนื่องจากขดท่ออีแวปปอเรเตอร์มีความยาวมาก ทำให้ลิ้น TEV เปิดได้น้อยหรือเกิดความเย็น ไม่มากพอตามที่ควรจะเป็น โดยการต่อท่อเชื่อมต่อกับท่อทางออกของอีแวปปอเรเตอร์อีกหนึ่งท่อ เรียกว่าท่ออีควอไลท์เซอร์ เพื่อไปควบคุมการทำงานของลิ้น



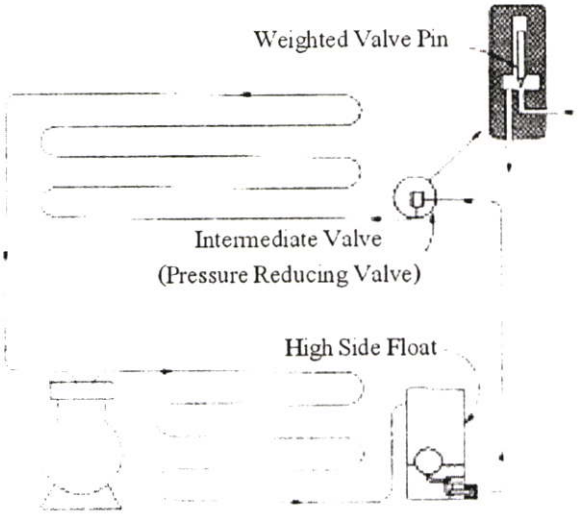
4. ชนิดท่อรูเข็ม (Capillary Tube) โดยทั่วไปจะนิยมเรียกว่าท่อแคปทิ้ว (Cap Tube) เป็นท่อที่มีรูขนาดเล็กมาก ไม่มีลิ้นปิดเปิดใด ๆ ทำหน้าที่ลดความดันและควบคุมปริมาณของน้ำยาเหลวที่จะเข้าไปยังอีแวปปอเรเตอร์





5. ชนิดใช้ลูกลอยด้านความดันต่ำ (Low Pressure Float) การควบคุมแบบนี้จะใช้ลูกลอยติดตั้งไว้ที่ด้านความดันต่ำ เพื่อควบคุมปริมาณน้ำยาที่จะไหลเข้าไปในอีแวปปอเรเตอร์ หลักการทำงานจะใช้วิธีการควบคุมระดับของน้ำยาในห้องลูกลอยให้คงที่ โดยมีเข็มลูกลอย (ลิ้นลูกลอย) ทำหน้าที่ปิดเปิดรูทางเดินของน้ำยาที่จะผ่านเข้าไปในอีแวปปอเรเตอร์

6. ชนิดใช้ลูกลอยด้านความดันสูง (High Pressure Float) การควบคุมแบบนี้คล้ายกับชนิดใช้ลูกลอยด้านความดันต่ำ คือ ควบคุมระดับน้ำยาเหลวที่ไหลเข้าสู่อีแวปปอเรเตอร์ให้มี ปริมาณที่พอเหมาะกับการระเหยกลายเป็นไอ อันเป็นผลมาจากความร้อนของโหลด



อีแวปปอเรเตอร์

อีแวปปอเรเตอร์ (Evaporator) หรือ คอยล์เย็น ทำหน้าที่ดูดความร้อนในบริเวณใกล้เคียงให้เกิดความเย็น อีแวปปอเรเตอร์สามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ แบ่งตามวิธีป้อนสารทำความเย็น และแบ่งตามลักษณะโครงสร้าง

1. แบ่งตามวิธีป้อนสารทำความเย็น สามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

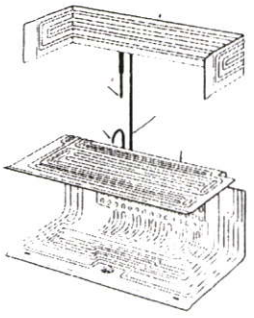
1.1 อีแวปปอเรเตอร์แบบแห้ง (Dry Expansion Evaporator) เรียกอีกอย่างว่า Direct Expansion Evaporator อีแวปปอเรเตอร์แบบนี้ ปริมาณน้ำยาที่เป็นของเหลวจะเดือดและกลายเป็นไอจนหมดพอดีภายในอีแวปปอเรเตอร์

1.2 อีแวปปอเรเตอร์แบบเปียก (Flooded Evaporator) อีแวปปอเรเตอร์แบบนี้จะออกแบบมาเพื่อให้มีสารทำความเย็นบางส่วนไหลผ่านอีแวปปอเรเตอร์ตลอดเวลา จึงมีสารทำความเย็นหรือน้ำยาเหลวไหลรวมกับน้ำยาที่เป็นไอ

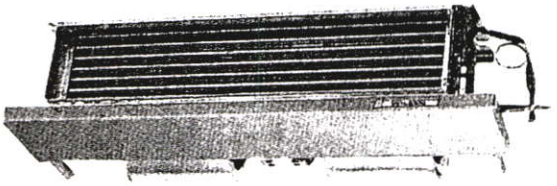
2. แบ่งตามลักษณะโครงสร้าง สามารถแบ่งออกได้ 4 แบบ คือ

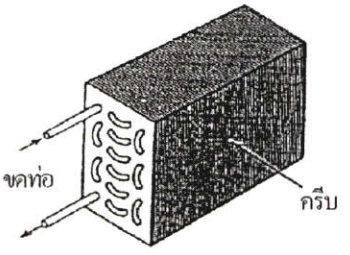
2.1 อีแวปปอเรเตอร์แบบเปลือย (Bare Type Evaporator) มีลักษณะเป็นท่อทองแดงหรือท่อเหล็กเปลือย ขดขนานไปมา กล่าวคือ ระบบที่ใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็น จะใช้ท่อเหล็กขดขนานไปมา เช่นโรงน้ำแข็ง สำหรับงานขนาดเล็กจะใช้ท่อทองแดง

2.2 อีแวปปอเรเตอร์แบบเพลท (Plate Surface Evaporator) อีแวปปอเรเตอร์แบบเพลทมีหลายลักษณะ ออกแบบตามจุดประสงค์การใช้งาน ตัวอย่างเช่น อีแวปปอเรเตอร์ของตู้เย็น จะนำเอาแผ่นอะลูมิเนียมแบนมาอัดขึ้นรูปให้มีร่องทางเดินน้ำยาอยู่ภายใน และมีความแข็งแรงมากพอที่จะรับน้ำหนักสิ่งของที่จะนำมาวาง



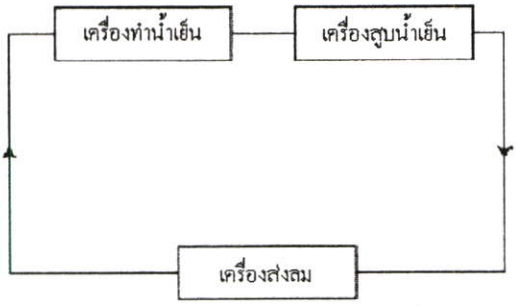
2.3 อีแวปปอเรเตอร์แบบขดท่อและครีบ (Finned - tube Evaporator) อีแวปปอเรเตอร์แบบนี้ จะมีครีบอะลูมิเนียมประกอบเข้ากับท่อ เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวการถ่ายเทความร้อนของน้ำยาใน อีแวปปอเรเตอร์ ทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นดียิ่งขึ้น



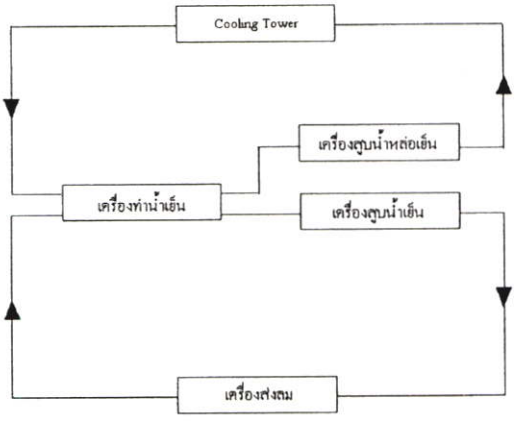


2.4 อีแวปปอเรเตอร์แบบซิลเลอร์ อีแวปปอเรเตอร์แบบนี้ จะใช้กับระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 100 ตัน ขึ้นไป เรียกอีกอย่างว่าเครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) โครงสร้างภายในประกอบด้วยท่อน้ำขดสลับไปมาภายในเครื่องทำน้ำเย็น เครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้กันทั่วไปมี 2 แบบ คือ

- แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) เครื่องทำน้ำเย็นแบบนี้จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์



- แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) เครื่องทำน้ำเย็นแบบนี้จะใช้น้ำเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ Cooling Tower และเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น



ใบงานที่ 1

การต่อวงจรทางไฟฟ้า

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถต่อวงจรทางไฟฟ้าได้
2. นักศึกษาปฏิบัติต่อวงจรทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เคอร์เรนต์
2. โพเทนเชียลรีเลย์
3. ไฮเพรสเซอร์คอนโทรล
4. โอเวอร์โหลด
5. คาปาซิสเตอร์รัน

วงจรไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็นปรับอากาศ

วงจรไฟฟ้าของ ตู้เย็น ตู้แช่ เครื่องทำความเย็น ตู้น้ำเย็น เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่างและเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อุปกรณ์ควบคุมที่สำคัญ ได้แก่ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ เคอร์เรนต์รีเลย์ โพเทนเชียลรีเลย์ โอเวอร์โหลด เทอร์โมสตัท, คาปาซิสเตอร์รันคาปาซิสเตอร์สตาร์ท สวิตซ์ควบคุม มอเตอร์พัดลม ลวดความร้อนหรือฮีทเตอร์ (Heater) แม็กเนติกคอนเทคเตอร์ สวิตซ์ตั้งเวลา สำหรับเครื่องทำความเย็นที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะนิยมตั้งอุปกรณ์ป้องกันเพิ่มเติม อาทิเช่น ไฮเพรสเตอร์คอนโทรล โลเพรสเซอร์คอนโทรล ดูออลเพรสเซอร์คอนโทรล ออยส์เพรสเซอร์คอนโทรล เป็นต้น

เครื่องปรับอากาศ (Air Condition)

เครื่องปรับอากาศ เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์โลกยุคโลกาภิวัตน์ เครื่องปรับอากาศที่ใช้ตามอาคาร สำนักงาน บ้านเรือนทั่วไป จะเรียกความจุเป็น บี.ที.ยู (BTU.) ย่อมาจาก British thermal unit เป็นหน่วยที่ใช้ปริมาณความร้อนในระบบเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ ความร้อน 1 บี.ที.ยู (BTU.) คือปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 องศาฟาเรนไฮน์

โครงสร้างที่สำคัญของวงจรไฟฟ้าประกอบ

1. มอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบปิด (Hermetic Compresser)
2. คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor Start motor)
3. คาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ (Capacitor Run motor)
4. ตัวควบคุมแรงดัน (Pressure Control)
5. โปเท็นเชี่ยลรีเลย์ (Potential Relays)

6. แมกเนติกส์ (Mangetic Contactor)
7. ชุดควบคุม (Control)

คำถามท้ายการปฏิบัติงาน

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้ามีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. จงอธิบายขั้นตอนการต่อวงจรไฟฟ้า

.....

.....

.....

3. การต่อวงจรไฟฟ้าผิดขั้นตอนจะมีผลอย่างไรต่อวงจรรวม

.....

.....

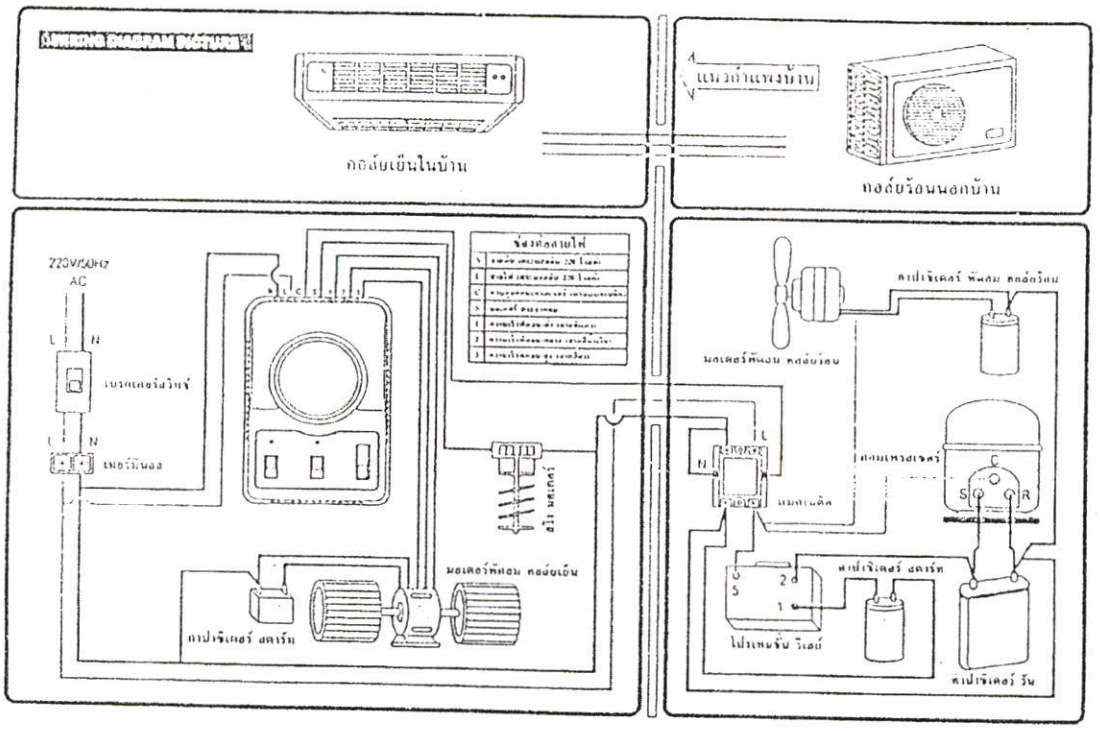
.....

สรุปผลการปฏิบัติงาน

.....

.....

.....



รูปการติดตั้งวงจรเครื่องปรับอากาศทางไฟฟ้า

ใบงานที่ 2

การต่อวงจรทางกล

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถต่อวงจรทางกลได้
2. นักศึกษาปฏิบัติต่อวงจรทางกลได้ถูกต้อง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมเพรสเวอร์
2. คอนเด็นเซอร์
3. อีแวปปอเรเตอร์
4. แคปทิ้ว
5. ไดเออร์
6. ที่ดูน้ำยา
7. ท่อทองแดง

วงจรทางกลของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

วงจรทางกล หรือวงจรน้ำยาเครื่องทำความเย็น และปรับอากาศจะอุปกรณ์ที่สำคัญ ดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์ ถือว่าเป็นหัวใจทำหน้าที่ดูดและอัดน้ำยาให้เกิดการไหลเวียนในระบบ ส่วนใหญ่จะเป็นคอมเพรสเซอร์แบบปิด (Hermetic Compressor) ชนิดลูกสูบหรือโรตารี่

2. คอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับน้ำยาที่มีสภาพเป็นไอ เมื่อผ่านคอมเพรสเซอร์ จะกลายเป็นของเหลว ที่ยังคงมีความดันและอุณหภูมิสูงเช่นเดิม

3. อุปกรณ์ควบคุมการไหลของน้ำยา ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำยาที่เป็นของเหลวเพื่อฉีดเข้าไปในอีแวปปอแรเตอร์ เรียกอีกอย่างว่าเอกซ์แพนชันวาล์ว

4. อีแวปปอเรเตอร์ ในตู้เย็นจะเรียกว่าช่องฟรีส หรือช่องแข็ง ทำหน้าที่รับน้ำยาเหลวความดันต่ำเข้ามาเดือดภายในอีแวปปอเรเตอร์ โดยจะดูดความร้อนออกจากตัวอีแวปปอเรเตอร์และโหลดต่าง ๆ ดังนั้น ภายในอีแวปปอเรเตอร์จึงเกิดความเย็น

5. ไดรเออร์-ฟิลเตอร์ ทำหน้าที่ดูดความชื้น และกรองขี้ผงต่าง ๆ ที่ติดมากับน้ำยา เพื่อป้องกันการอุดตัน

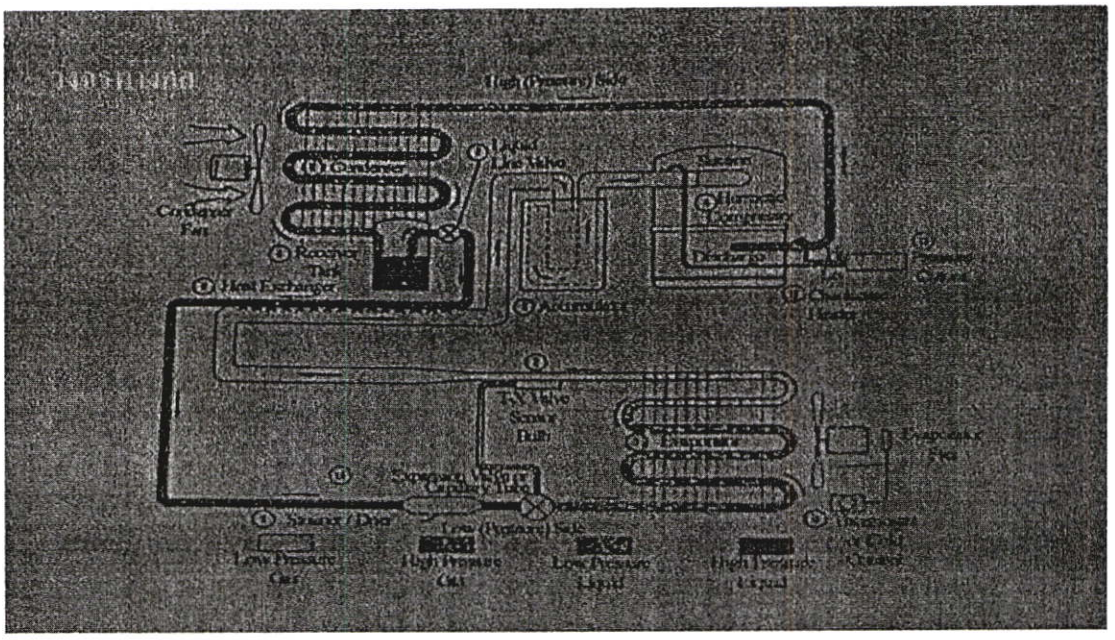
6. ตัวระเหยน้ำยา หรือแอกคิวมูเลเตอร์ ทำหน้าที่ระเหยน้ำยาที่ยังคงเป็นของเหลวให้กลายเป็นแก๊สจนหมด ก่อนที่จะถูกดูดเข้าไปในคอมเพรสเซอร์

7. ที่ดูน้ำยา เรียกอีกอย่างหนึ่งว่ากระจกมองน้ำยา จะติดตั้งไว้ตรงท่อทางออกของคอนเดนเซอร์เพื่อตรวจสอบดูว่าในระบบมีน้ำยาเต็มพอดีหรือยัง

8. วาล์วบริการ เรียกอีกอย่างว่าเซอร์วิทวาล์ว (Service Valve) ในชุดคอนเดนซิ่งยูนิตจะติดตั้งไว้สองตำแหน่ง คือ ที่ท่อทางดูดและที่ท่อทาอัด

9. ท่อลิควิด หรือท่อทางอัด

10. ท่อซักชั่น หรือท่อทางดูด จะมีขนาดใหญ่กว่าท่อลิควิด



คำถามท้ายการปฏิบัติงาน

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรทางกลมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. จงอธิบายขั้นตอนการต่อวงจรทางกล

.....

.....

.....

3. การต่อวงจรทางกลผิดจะเกิดอะไรกับวงจร

.....

.....

.....

สรุปผลการปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

ใบงานที่ 3

การตรวจสอบหารอยรั่ว

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถตรวจสอบเช็ครอยรั่วได้
2. นักศึกษาปฏิบัติการตรวจสอบเช็ครอยรั่วได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. น้ำยาซันไลด์
2. ถังน้ำยา
3. เกจ
4. เครื่องปรับอากาศ

การตรวจสอบหารอยรั่ว

การตรวจสอบหารอยรั่ว จะกระทำก่อนที่จะทำสุญญากาศ 2 วิธี คือ

1. ลดความดันในระบบให้ต่ำกว่าบรรยากาศ หมายถึง การทำสุญญากาศนั่นเอง มีวิธีการดังนี้

1.1 ใช้เครื่องทำสุญญากาศดูดอากาศออก ประมาณ 20-30 นาที

1.2 ปิดวาล์วควบคุมที่เกจแมนิโฟลด์ทั้งสองด้าน จากนั้นสังเกตดูที่เข็มของเกจวัด ถ้าหากความดันสูงขึ้น แสดงว่าระบบรั่ว แต่ยังไม่รู้ว่ารั่วที่ตรงไหน จะต้องทำการตรวจสอบรอยรั่วอีกครั้งหนึ่ง

2. เพิ่มความดันเข้าระบบ การเพิ่มความดันเข้าระบบ เป็นวิธีที่นิยมใช้ทั่วไปได้แก่

2.1 ใช้แก๊สไนโตรเจน หรือคาร์บอนไดออกไซด์อัดเข้าไปในระบบความดัน 150 ปอนด์/ตารางนิ้ว จากนั้นใช้ฟองสบู่ตรวจสอบหารอยรั่วตามข้อต่อต่าง ๆ ถ้ามีรอยรั่ว ฟองสบู่จะโป่งพองออกจนแตกและอาจมีคาบน้ำมันติดออกมาด้วย

2.2. ใช้น้ำยาหรือสารทำความเย็นอัดเข้าไปในระบบ จากนั้นจึงตรวจสอบหารอยรั่วทั่วไป สำหรับวิธีใช้ในการตรวจสอบหารอยรั่ว สามารถทำได้หลายวิธีคือ ใช้ฟองสบู่ใช้ตะเกียงตรวจสอบรอยรั่วที่มีความละเอียดสูง แต่ส่วนใหญ่นิยมใช้ฟองสบู่เนื่องจากสบู่หาได้ง่ายและราคาถูก

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ถ้าตรวจสอบหารอยรั่วได้ผลแน่นอน ควรจะอัดแก๊สไนโตรเจนอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ที่ความดัน 200-250 ปอนด์/ตารางนิ้ว ถ้าระบบไม่รั่วซึม เข็มของเกจจะต้องชี้ที่ค่าเดิม

2. ห้ามใช้แก๊สออกซิเจนอัดเข้าไปในระบบเพื่อตรวจสอบหารอยรั่ว เพราะออกซิเจนทำให้ติดไฟ และอาจเกิดการระเบิดได้

3. ควรติดตั้งวาล์วควบคุม (Pressure Regulator) เพื่อควบคุมความดันไม่ให้เข้าไปในระบบมากเกินไป ปกติไม่เกิน 175 psig

4. ห้ามนำสารทำความเย็นไปไล่ระบบหรือตรวจรอยรั่ว เนื่องจากมีราคาแพง

คำถาม

1. จงอธิบายอุปกรณ์การตรวจรั่ว

.....

.....

.....

2. การตรวจรั่วในระบบมีกี่วิธี อธิบายโดยละเอียด

.....

.....

.....

3. จงอธิบายวิธีการตรวจหารอยรั่วของวงจรน้ำยาโดยวิธีการอัดไนโตรเจน

.....

.....

.....

4. จงสรุปผลการทำงาน

.....

.....

.....

ใบงานที่ 4

วิธีการทำสุญญ

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถทำการสุญญากาศได้
2. นักศึกษาปฏิบัติ การทำสุญญากาศได้ถูกต้อง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมเพรสเซอร์
2. เอ็กแพนชั่นวาล์ว
3. แว็คคั่ม
4. อีแวปเปอเรเตอร์

วิธีการทำสุญญากาศ

การทำสูญญากาศในระบบควบปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ต่อชุดเกจแมนิโฟลด์เข้ากับระบบ โดยการต่อสายด้านความดันต่ำ หรือ Compound Gauge (CG) ของเกจแมนิโฟล์ดเข้ากับระบบด้านความดันต่ำ สายด้านความดันสูง หรือที่เรียกกว่า Pressure Gauge (PG) ต่อเข้ากับระบบความดันสูงในระบบที่วาล์วบริการ ให้เปิดวาล์วนี้ด้วย

2. เปิดวาล์วทั้งสองด้านของเกจแมนิโฟลด์ (ทวนเข็มนาฬิกา) เพื่อปล่อยความดันที่มีอยู่ในระบบออกให้หมด

3. ต่อสายกลางของเกจแมนิโฟลด์เข้ากับเครื่องสุญญากาศ

4. เดินเครื่องสุญญากาศ สังเกตเข็มของด้านความดันต่ำ จะค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ (ต่ำกว่า 0 ปอนด์/ตารางนิ้ว หรือ psi) ส่วนด้านเกจความดันสูงจะอ่านค่าไม่ได้ เนื่องจากออกแบบมาเพื่อวัดความดันสูงเท่านั้น

5. เมื่อเข็มวัดของด้านความดันต่ำชี้ที่ 29.92 นิ้วปรอท ให้เดินเครื่องทำสุญญากาศต่อไปอีกประมาณ 15-20 ถ้าลดลงแต่ไม่ถึง 29.92 นิ้วปรอท แสดงว่าระบบรั่วอากาศสามารถซึมเข้ามาได้ จึงไม่ต้องเสียเวลาเดินเครื่องสุญญากาศต่อไปอีก เพื่อให้หยุดเครื่องทำสุญญากาศแล้วทำการตรวจสอบข้อต่อต่าง ๆ เช่นขันเกลียวไม่แน่น

6. ตรวจสอบการรั่วของระบบด้วยการปิดวาล์วที่เกจควบคุมที่แมนิโฟลด์ทั้งสองด้าน ทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที ถ้าหากความดันสูงขึ้น (สูงขึ้นแต่ยังต่ำกว่า 0 ปอนด์/ตารางนิ้ว) แสดงว่าระบบรั่วให้หยุดเครื่องสุญญากาศ เพื่อตรวจหารอยรั่ว

7. จากขั้นตอนที่ 6 ถ้าหากความดันไม่เพิ่มขึ้นหรือมีค่าคงที่ แสดงว่าในระบบปกติไม่มีรอยรั่ว จากนั้นเปิดวาล์วทั้งสองด้านของเกจแมนิโฟลด์ ให้เครื่องสุญญากาศทำงานต่อไปอย่างน้อย 30 นาที

8. ปิดวาล์วควบคุมทั้งสองด้าน หลังจากนั้นจึงหยุดเครื่องทำสุญญากาศ (เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศภายนอกย้อนกลับเข้าไปในระบบ) ขณะนี้ถือว่าการทำสุญญากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วพร้อมที่จะบรรจุหรือชาร์จน้ำยาเข้าไปในระบบต่อไป

ข้อแนะนำเพิ่มเติม

การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำสุญญากาศ มีข้อแนะนำเพิ่มเติม ดังนี้

1. เมื่อเริ่มเดินเครื่องทำสุญญากาศประมาณ 10-20 นาที อาจใช้น้ำยาบรรจุเข้าไปทำงานหนึ่งเพียงเล็กน้อย หลังจากนั้นจึงทำการเดินเครื่องสุญญากาศใหม่อีกครั้ง การทำแบบนี้จะทำให้น้ำยาดูดซับความชื้นและละอองไอน้ำเอาไว้ เมื่อเครื่องทำสุญญากาศทำงานจะดูดความชื้นได้เร็วขึ้น ขั้นตอนการทำมีดังนี้

1.1 ต่อชุดเกจแมนิโฟลด์ขั้นตอนที่ 1 จากนั้นเดินเครื่องทำสุญญากาศประมาณ 10-20 นาที

1.2 ปิดวาล์ทั้งสองด้าน

1.3 หยุดเครื่องทำสุญญากาศ แล้วปลดปลายสายกลางของเกจแมนิโฟลด์จากเครื่อง หัวสายกลางจากเกจแมนิโฟลด์เล็กน้อย จะปรากฏน้ำยาพุ่งออกมา จากนั้นจึงขันให้แน่นตามเดิม

1.4 ไล่อากาศในสายกลางเกจแมนิโฟลด์ ด้วยการเปิดวาล์วท่อน้ำยา จากนั้นคลาดหัวสายกลางจากเกจแมนิโฟลด์เล็กน้อย จะปรากฏน้ำยาพุ่งออกมา จากนั้นจึงขันให้แน่นตามเดิม

1.5 เปิดวาล์วด้านความดันต่ำ เพื่ออัดน้ำยาเข้าไปในระบบเล็กน้อยไม่ให้เกิน 0 ปอนด์/ตารางนิ้ว หลังจากนั้นจึงเดินเครื่องทำสุญญากาศใหม่อีกครั้งหนึ่ง

2. จากนั้นขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้อีกวิธีหนึ่ง คือ การใช้ความร้อนจากหลอดไฟขนาด 100 วัตต์ ให้ความร้อนทั่วพื้นที่ของอีแวปปอเรเตอร์ และใช้เปลวไฟเชื่อมให้ความร้อนอ่อน ๆ กับแผงคอนเดนเซอร์เพื่อไล่ความชื้นในระบบให้ระเหยกลายเป็นไอได้เร็วยิ่งขึ้น เวลาในการทำสุญญากาศจะน้อยลง

ข้อควรจำ

1. ห้ามนำเครื่องคอมเพรสเซอร์ทำเป็นเครื่อง Vacuum
2. ห้ามเดินเครื่องคอมเพรสเซอร์ขณะทำการ Vacuum

คำถามท้ายการปฏิบัติงาน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทำสูญญากาศมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. อธิบายขั้นตอนและวิธีการทำสูญญากาศ

.....

.....

.....

3. ถ้าระบบรั่วจะมีผลต่อการทำสูญญากาศอย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

ใบงานที่ 5

การบรรจุการทำความเย็น

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถเติมสารทำความเย็น
2. นักศึกษาปฏิบัติการเติมสารทำความเย็นได้ถูกต้อง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถังน้ำยา
2. เกจแมนิโฟลด์
3. เครื่องปรับอากาศ

การบรรจุการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

การบรรจุสารทำความเย็น หรือเรียกว่าการชาร์จน้ำเย็นเข้าไปในระบบ (Charging the System) หมายถึง การเติมน้ำเข้าไปเพื่อให้ระบบความเย็น เนื่องจากระบบทำความเย็นอาศัยน้ำยาเป็นตัวกลางในการทำความเย็น ดังนั้น จึงต้องบรรจุสารทำความเย็น หรือน้ำยาในปริมาณที่ถูกต้อง จึงทำให้ความเย็นเต็มพิกัด และไม่ทำให้ระบบได้รับความเสียหาย การชาร์จน้ำยาจะกระทำหลังจากที่ได้สุญญากาศระบบเรียบร้อยแล้วเท่านั้น การบรรจุสารทำความเย็น หรือการชาร์จน้ำยา ทำได้ 2 วิธี คือ การชาร์จน้ำยาในสภาพที่เป็นแก๊ส และในสภาพที่เป็นของเหลว

ขั้นตอนการชาร์จน้ำยาในสภาพที่เป็นแก๊ส

1. หลังจากที่ทำการสุญญากาศเรียบร้อยแล้ว ถอดสายกลางของเกจแมนิโฟลด์ (สายสีเหลือง) ต่อเข้ากับท่อน้ำยา

2. ไล่อากาศที่ค้างอยู่ในสายกลางของเกตแมนิโฟลด์ โดยการคลายเกลียวสายกลางด้านที่ติดกับเกจแมนิโฟลด์เพื่อให้ความดันของน้ำยาในถัง ไล่อากาศที่ข้างนั้นอยู่นอกไปจากนั้นหมุนเกลียวให้แน่นตามเดิม

3. เปิดวาล์วของเกจด้านดันต่ำเพื่อให้น้ำยาที่เป็นแก๊สเข้าไปในระบบจนกระทั่งมีความดันประมาณ 20-30 ปอนด์/ตารางนิ้ว จากนั้นเปิดวาล์วของเกจด้านความดันต่ำ หรือ Compound Gauge (CG) ให้ปิดไว้

4. เดินเครื่องมอนิเตอร์และคอมเพรสเซอร์ เมื่อความดันลดลงให้เปิดวาล์วด้านความดันต่ำเพื่อปล่อยให้น้ำยาเข้าไปในระบบอีก และคอยเปิด-ปิดวาล์วสลับกันเรื่อยไป จนกระทั่งน้ำยาเต็มระบบจึงค่อยเปิดวาล์ว โดยดูจากเข็มของเกจในกรณีที่เป็นตู้เย็นใช้น้ำยา R-134a มีค่าดังนี้

- ด้านความดันต่ำ 8-12 ปอนด์/ตารางนิ้ว
- ด้านความดันสูง 130-170 ปอนด์/ตารางนิ้ว

5. เดินเครื่องต่อไปจนแน่ใจว่าเกิดความเย็นที่นำไปใช้งานได้ดี

สำหรับการชาร์จน้ำยาเข้าในระบบทั้งความดันต่ำและด้านความสูงมีขั้นตอนดังนี้

1. ไล่อากาศในสายกลางของเกจแมนิโฟล์ด

2. เปิดวาล์วของเกจแมนิโฟล์ดทั้งด้านความดันต่ำและความดันดูงเพื่อให้น้ำยาที่เป็นแก๊สถูกเติมเข้าไปในระบบส่วนหนึ่งก่อนแต่ยังไม่ให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงาน จนกระทั่งน้ำยาเข้าไปในระบบมากพอ ให้หยุดการเติมน้ำยาด้วยการเปิดวาล์วทั้งสองด้าน

3. รอเวลาประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้ความดันน้ำยาสมดุลกันระหว่างด้านความดันต่ำกับด้านความดันสูง

4. เดินเครื่องให้ระบบทำงานขณะนี้ด้านความดันต่ำ ความดันจะลดลง ให้เปิด-ปิด วาล์วด้านความดันต่ำสลับกันจนกระทั่งน้ำยาเต็มระบบ

คำถามท้ายการปฏิบัติงาน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการบรรจุสารทำความเย็นมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. อธิบายขั้นตอนการบรรจุสารทำความเย็น

.....

.....

.....

3. ถ้าระบบรั่วจะมีผลต่อการบรรจุสารทำความเย็นอย่างไร

.....

.....

.....

4. สรุปผลการปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

- แสดงการหาประสิทธิภาพชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศกับกลุ่มตัวอย่าง 3 คน
- แสดงการหาประสิทธิภาพชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศกับกลุ่มตัวอย่าง 9 คน
- แสดงการหาประสิทธิภาพชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน
- แสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สูตร t-test

ตารางที่ ค.1 แสดงการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน

คนที่	ทดสอบระหว่างเรียน (30 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (30คะแนน)
1	22	23
2	24	26
3	25	28
คะแนนรวม	71	77
คะแนนเฉลี่ย	23.67	25.67
	E1=70.00	E2=78.90

เมื่อ $n = 3$

$\sum x = 71$

$\sum f = 77$

คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด A = 30

คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด B = 30

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{71}{3} = 23.67$$

$$\overline{F} = \frac{\sum f}{n} = \frac{77}{3} = 25.67$$

แทนค่าในสูตร

$$E_1 = \frac{\overline{x}}{A} \times 100$$

$$= \frac{23.67}{30} \times 100$$

$$= 78.90$$

แทนค่าในสูตร

$$E_2 = \frac{\overline{F}}{B} \times 100$$

$$= \frac{25.67}{30} \times 100$$

$$= 85.57$$

ตารางที่ ค.2 แสดงการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน

คนที่	ทดสอบระหว่างเรียน (30 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
1	18	23
2	21	22
3	20	24
4	21	23
5	24	25
6	23	27
7	25	26
8	24	28
9	28	27
คะแนนรวม	204	225
คะแนนเฉลี่ย	22.67	25.00
	E1=75.57	E2=83.33

เมื่อ $n = 9$

$\sum x = 204$

$\sum f = 225$

คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด A = 30

คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด B = 30

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{204}{9} = 22.67$$

$$\overline{F} = \frac{\sum f}{n} = \frac{225}{9} = 25.00$$

แทนค่าในสูตร

$$E_1 = \frac{\overline{x}}{A} \times 100$$

$$= \frac{22.67}{30} \times 100$$

$$= 75.57$$

แทนค่าในสูตร

$$E_2 = \frac{\overline{F}}{B} \times 100$$

$$= \frac{25.00}{30} \times 100$$

$$= \mathbf{83.33}$$

ตารางที่ ค.3 แสดงการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

คนที่	ทดสอบระหว่างเรียน (30 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
1	20	23
2	22	23
3	23	24
4	25	27
5	24	27
6	26	28
7	27	27
8	25	26
9	24	25
10	25	26
11	26	27
12	25	26
13	23	24
14	23	24
15	24	26
16	25	27
17	27	28
18	26	27
19	24	25
20	22	26
21	23	24
22	25	29
23	24	27

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

คนที่	ทดสอบระหว่างเรียน (30 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
24	25	28
25	23	24
26	21	23
27	23	25
28	24	26
29	23	23
30	25	27
คะแนนรวม	**722**	**771**
คะแนนเฉลี่ย	**24.07**	**25.70**
	E1=80.23	**E2=85.67**

เมื่อ **n** = **30**

$\sum x$ = **722**

$\sum f$ = **771**

คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด A = **30**

คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด B = **30**

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{722}{30} = 24.07$$

$$\overline{F} = \frac{\sum f}{n} = \frac{771}{30} = 25.70$$

แทนค่าในสูตร $E_1 = \frac{\overline{x}}{A} \times 100$

$= \frac{24.07}{30} \times 100$

$=$ **80.23**

แทนค่าในสูตร $E_2 = \frac{\overline{F}}{B} \times 100$

$= \frac{25.70}{30} \times 100$

$=$ **85.67**

ตารางที่ ค.4 แสดงคะแนนทดสอบก่อนเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนทดสอบหลังเรียนโดยใช้สูตร t-test

คนที่	คะแนนทดสอบ (เต็ม 30 คะแนน)		(X_1)	(X_2)
	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)		
1	19	23	361	529
2	17	22	289	484
3	20	24	400	576
4	18	27	324	729
5	21	27	441	729
6	24	28	576	784
7	22	27	484	729
8	20	26	400	676
9	21	25	441	625
10	19	26	361	679
11	22	27	484	729
12	22	26	484	676
13	20	24	400	576
14	17	24	289	576
15	18	26	324	676
16	21	27	441	729
17	24	28	576	784
18	23	27	529	729
19	22	25	484	625
20	19	26	361	676
21	20	24	400	576
22	21	29	441	841
23	20	27	400	729
24	22	28	484	784
25	20	24	400	576

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบ (เต็ม 30คะแนน)		(X_1)	(X_2)
	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)		
26	18	23	324	529
27	18	25	324	625
28	19	26	361	676
29	17	23	289	529
30	20	27	400	729
คะแนนรวม	**604**	**771**	**12,272**	**19,907**
ค่าเฉลี่ย	**20.13**	**25.7**		

จากตารางที่ ค.9 ทดสอบระดับนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนพบว่า

X_1 = 20.13 X_2 = 25.7

ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบก่อนเรียน = 20.13

ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบหลังเรียน = 25.7

ภาคผนวก ง
แบบทประเมินสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

- แบบแบบประเมินสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาการ
- แบบประเมินชุดฝึกสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ

แบบประเมินสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านด้านเนื้อหาวิชา

รหัสวิชา 21042403 รายวิชา เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เวลาเรียน 6 คาบเรียน

ผู้ประเมิน .....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

โปรดทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างให้ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีเกณฑ์ความคิดเห็นดังนี้ : มากที่สุด = 5 , มาก = 4 , ปานกลาง = 3, น้อย = 2, ควรปรับปรุง = 1

ลำดับที่	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น					
		5	4	3	2	1	รวม
1	ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์						
2	ความเหมาะสมในการเริ่มนำเสนอเนื้อหา						
3	ความถูกต้องของเนื้อหา						
4	ความสอดคล้องของการนำเสนอแต่ละใบงาน						
5	ความสอดคล้องของวงจรกับเนื้อหา						
6	ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน						
7	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้สื่อความหมาย						
8	ความถูกต้องของวงจรกับเนื้อหา						
9	ความเหมาะสมด้านเวลากับเนื้อหาแต่ละใบงาน						
10	ความเหมาะสมด้านเวลากับเนื้อหาตลอดทั้งเรื่อง						
	รวม						
	เฉลี่ย						

ความคิดเห็นอื่นๆ โปรดระบุ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

แบบประเมินชุดฝึกสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ

รหัสวิชา 21042403 รายวิชา เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เวลาเรียน 6 คาบเรียน

ผู้ประเมิน .....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

โปรดทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างให้ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีเกณฑ์ความคิดเห็นดังนี้ : มากที่สุด = 5 , มาก = 4 , ปานกลาง = 3, น้อย = 2, ควรปรับปรุง = 1

ลำดับที่	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น					
		5	4	3	2	1	รวม
1	ดึงดูดความสนใจในการใช้ชุดฝึก						
2	มีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ทดลอง						
3	ชุดฝึกที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ดี						
4	ชุดฝึกทดลองสร้างเสริมประสบการณ์ในการฝึก						
5	ชุดฝึกใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน						
6	ชุดฝึกมีลำดับขั้นการทดลองสัมพันธ์กับใบงาน						
7	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์						
8	มีความปลอดภัยในการทดลอง						
9	การจัดตำแหน่งอุปกรณ์มีความเหมาะสม						
10	รูปร่างของชุดฝึกมีความเหมาะสม						
	รวม						
	เฉลี่ย						

ความคิดเห็นอื่นๆ โปรดระบุ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ
- เฉลยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ
- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ
- เฉลยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

ข้อสอบผู้เชี่ยวชาญ

1. อุปกรณ์ที่เป็นหัวใจหลักของตู้เย็นคืออะไร

ก. ไดเออร์ ข. คอนเด็นเซอร์

ค. อีแวปปอเรเตอร์ ง. คอมเพรสเซอร์

2. เทอร์โมมิเตอร์ในตู้น้ำเย็นมีประโยชน์อะไร

ก. ปิดอุณหภูมิ ข. เปิดอุณหภูมิ

ค. ควบคุมอุณหภูมิ ง. รักษาเสถียรภาพอุณหภูมิ

3. ฟีสเซอร์ของตู้เย็นเรียกอีกอย่างว่าอะไร

ก. ช่องจ่ายน้ำยา ข. ช่องระบายอากาศ

ค. ช่องความร้อน ง. ช่องอุณหภูมิที่เย็นที่ติดลบ

4. ชื่ออะไรต่อไปนี้ ไม่ใช่เครื่องมือ

ก. สว่าน ข. คีมเหล็ก

ค. แคปทิ้ว ง. มิเตอร์

5. ชื่ออะไรต่อไปนี้ ไม่ใช่อุปกรณ์

ก. เบนเดอร์ ข. คอร์สวิทซ์

ค. คาปาซิเตอร์ ง. เทอร์โมสตัท

6. คอมเพรสเซอร์ของตู้น้ำเย็นใช้ชนิดใด

ก. แบบบน ข. แบบล่าง

ค. แบบเปิด ง. แบบปิด

7. ขดลวดมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ขดรันมีลักษณะเป็นอย่างไร

ก. ขดลวดเส้นใหญ่ ข. ขดลวดบาง ๆ

ค. ขดลวดเส้นเล็ก ง. ขดลวดเคลือบด้วยยางพารา

8. ความร้อน คือ

ก. สิ่งที่มีน้ำหนักและต้องการที่อยู่

ข. สสารที่ไม่สามารถคงรูปร่างของตัวเองไว้ได้โดยลำพัง

ค. พลังงานรูปหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานอย่างอื่นได้

ง. สสารที่สามารถคงรูปร่างไว้ได้เอง โดยไม่ต้องมีภาชนะมารองรับ

9. ไดเออร์ฟิลเตอร์ มีหน้าที่ทำอะไร

ก. แยกน้ำมันออกจากน้ำยา

ข. กรองอากาศที่อยู่ในระบบ

ค. ตรวจสอบดูน้ำยาในระบบ

ง. ดูดความชื้น และกรองสิ่งสกปรก

10. ในการเติมสารทำความเย็นควรเติมในสถานะอะไร

ก. ก๊าซ ข. ของแข็ง

ค. ของเหลว ง. อะไรก็ได้

11. การตรวจเช็คปริมาณสารสารทำความเย็นในระบบ ใช้อะไรในการตรวจเช็ค

ก. เทอร์โมสตัส ข. เกจแรงดันต่ำ

ค. เกจแรงดันสูง ง. เกจแรงดันต่ำและเกจแรงดันสูง

12. การเช็ครอยรั่วระบบเครื่องทำความเย็น ใช้อะไรในการตรวจเช็ค

ก. น้ำมัน ข. ฟองสบู่

ค. ตะเกียงไฟฟ้า ง. น้ำยาชนิดพิเศษ

13. น้ำยา R-11 ใช้ประโยชน์อะไร

ก. ใช้ล้างระบบ ข. ใช้เช็ครอยรั่วของระบบ

ค. ใช้ทำความสะอาดชิ้นงาน ง. ใช้เติมสารทำความเย็นทั่วไป

14. โอเวอร์โหลดในตู้เย็นต้องใช้งานคู่กับอะไร

ก. ไดโอด ข. ความต้านทาน

ค. เคอร์นเรนท์ลีเลส์ ง. แคปพาลาลี่ทิ้ว

15. คอมเพรสเซอร์ชำรุดจะตรวจสอบอย่างไร

ก. สังเกตดู ข. ใช้น้ำราด

ค. ใช้มิเตอร์วัด ง. ใช้หม้อแปลงวัด

16. คอมเพรสเซอร์ ที่ใช้กับชุดฝึก เครื่องปรับอากาศเป็นชนิดใด

ก. แบบปิด ข. แบบเปิด

ค. แบบสโคร์ ง. แบบใดก็ได้

17. ฟิลเตอร์ของตู้เย็น คืออะไร

ก. คอยล์ร้อน ข. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ

ค. ช่องฟีตในตู้เย็น ง. อุปกรณ์กรองสิ่งสกปรก

18. วงจรของตู้น้ำยามีกี่วงจร

ก. 1 ข. 2

ค. 3 ง. 4

19. ไดเออร์ฟิลเตอร์ มีทำหน้าที่อะไร

ก. แยกน้ำมันออกจากน้ำยา

ข. กรองอากาศที่อยู่ในระบบ

ค. ตรวจสอบดูความชื้น และกรองสิ่งสกปรก

ง. ดูดความชื้น และกรองสิ่งสกปรก

20. ตาแก้วหรือ (Sight Glass) มีไว้เพื่ออะไร

ก. เก็บเสียง ข. ควบคุมอุณหภูมิ

ค. ระบายความร้อน ง. ใช้ดูน้ำยาในระบบ

21. สารทำความเย็นที่ใช้ในตู้เย็นตู้แช่คือสารอะไร

ก. R-11 ข. R-12

ข. R-14 ง. R-16

22. การทำสุญญากาศ ทำเพื่ออะไร

ก. ล้างระบบ ข. เพิ่มประสิทธิภาพ

ค. ป้องกันคอมเพรสเซอร์ ง. ไม่ให้มีอากาศในระบบ

23. ระบบทางกลของชุดฝึก ใช้ท่ออะไรในการติดตั้ง

ก. ท่อเหล็ก ข. ท่อ P.V.C.

ค. ท่อทองแดง ง. ท่ออลูมิเนียม

24. ในการเติมน้ำยาทำความเย็นของชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศใช้น้ำยาเบอร์

ก. R-11 ข. R-22

ข. R-105 ง. R-134ฟ

25. ฉนวนที่ใช้หุ้มท่อทองแดงมีไว้เพื่ออะไร

ก. ควบคุมความเย็น ข. เพื่อความสวยงาม

ค. ควบคุมความร้อน ง. ป้องกันระเหยเป็นหยดน้ำ

26. โอเวอร์โหลด ทำหน้าที่อะไรในวงจร

ก. ประหยัดไฟ ข. ป้องกันไฟฟ้าดูด

ค. ตัดวงจรเมื่อกระแสแรงดันเกิน ง. เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

27. สาเหตุหลักที่ตู้เย็นไม่เย็นเกิดจากอะไร

ก. น้ำยาไม่มี ระบบรั่ว แคปทิ้วตัน

ข. ไฟดับ ไม่ลงกราวด์ ระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำ

ค. ไฟไม่จ่าเข้าวงจร คอมเพรสเซอร์ชำรุด ระบบรั่ว

ง. น้ำยาผิดเบอร์ คอมเพรสเซอร์ไหม้ อีแวปปอเรเตอร์ชำรุด

28. สาเหตุของค่าแรงดันด้าน High ขึ้นสูงเพราะอะไร

ก. เทอร์โมมิเตอร์ตัด ข. ท่อ Capetupe ตัน

ค. น้ำยาในระบบมีน้อย ง. Compressor ไม่มีแรงดัน

29. ในการล้างระบบเครื่องทำความเย็น ใช้น้ำยาในข้อใด

ก. R11 ข. R12

ข. R22 ง. R134

30. เทอร์โมสตาร์ท จะทำงานเมื่อใด

ก. ค่าคงเดิม ข. อุณหภูมิคงที่

ค. ค่าย่านวัดที่ต้องอุณหภูมิตรงกันกับ Sensor ง. ค่าย่านวัดเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

31. ในกรณีของมีคมไปโดนอีแวปปเรเตอร์ของตู้เย็นจนเป็นรูจะทำอย่างไร

ก. ใช้ตะกั่วบัดกรี
ข. ใช้เทปพัน
ค. ใช้แก๊สเชื่อมปิด
ง. ใช้กาวยางป้ายที่รู

32. อันดับแรกในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศคือข้อใด

ก. ยึดคอยล์ร้อนก่อน
ข. ยึดคอยล์เย็นก่อน
ค. นำเครื่องปรับอากาศติดตั้งเลย
ง. คำนวณหาขนาด BTU. เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง

33. ตู้เย็น No Frost มีลักษณะอย่างไร

ก. มีน้ำแข็งเกาะที่ Evap
ข. น้ำแข็งจะไม่เกาะที่ Evap
ค. น้ำจะเย็นกว่าตู้เย็นทั่วไป
ง. ชั้นวางของและช่องฟีตมีความเย็นเท่ากัน

34. ในการเช็ครั่วระบบเครื่องทำความเย็น ใช้สารอะไรในการเช็ค

ก. R11
ข. R134
ค. ออกซิเจน
ง. ไนโตรเจน

35. การติดตั้งแคปทิ้วมีอยู่ 2 อย่าง ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ คือข้อใด

ก. ฉีดบน-ฉีดล่าง
ข. ฉีดข้าง-ฉีดหลัง
ค. ฉีดนอก-ฉีดใน
ง. ฉีดบน-ฉีดข้าง

36. การหุ้มท่อทองแดง ด้วยท่อเฟลก เพื่อประโยชน์อะไร

ก. ป้องกันน้ำยาระเหย
ข. ป้องกันไฟฟ้าดูด
ค. ป้องกันการเป็นหยดน้ำ
ง. ป้องกันมลภาวะ

37. วงจรของระบบปรับอากาศ มี 2 วงจรคืออะไร

ก. ทางกล-ทางไฟฟ้า
ข. ทางคู่-ทางคี่
ค. ทางบวก-ทางลบ
ง. ทางต่ำ-ทางสูง

38. การนำออกซิเจนเช็คระบบของเครื่องทำความเย็นจะเกิดอะไรขึ้น

ก. ท่อทองแดงบุบ
ข. ไม่เกิดอะไรขึ้น
ค. เกิดระเบิดอย่างรุนแรง
ง. เกิดไฟฟ้าช็อตอย่างรุนแรง

39. เปลวที่ใช้สำหรับเชื่อมท่อทองแดงใช้เปลวอะไร

ก. เปลวแรง ๆ
ข. เปลวกลาง
ค. เปลวธรรมดา
ง. เปลวอะไรก็ได้

40. คาปาซิเตอร์ที่สมบูรณ์สามารถใช้งานได้จะมีสถานะเป็นอย่างไร

ก. ใช้มิเตอร์วัด เมื่อสเกลไม่ขยับ
ข. ใช้มิเตอร์วัด เมื่อสเกลขยับขึ้นและลง
ค. ใช้มิเตอร์วัด เมื่อสเกลเพิ่มขึ้นแล้วค้าง
ง. ใช้มิเตอร์วัด เมื่อสเกลเพิ่มขึ้นแล้วค่อย ๆ ลดลง

เฉลยข้อสอบผู้เชี่ยวชาญ

1	ง	21.	ข
2.	ค	22.	ง
3.	ง	23.	ค
4.	ค	24.	ข
5.	ก	25.	ง
6.	ง	26.	ค
7.	ง	27.	ง
8.	ก	28.	ข
9.	ง	29.	ก
10.	ก	30.	ค
11.	ง	31.	ค
12.	ข	32.	ง
13.	ก	33.	ข
14.	ค	34.	ง
15.	ค	35.	ค
16.	ก	36.	ค
17.	ง	37.	ก
18.	ข	38.	ค
19.	ง	39.	ข
20.	ง	40.	ง

ข้อสอบก่อนเรียน

1. ชื่ออะไรต่อไปนี้ ไม่ใช่เครื่องมือ

ก. สว่าน ข. คีมล็อก

ค. แคปทิ้ว ง. มิเตอร์

2. ชื่ออะไรต่อไปนี้ ไม่ใช่อุปกรณ์

ก. เบนเดอร์ ข. คอร์สวิทช์

ค. คาปาซิเตอร์ ง. เทอร์โมสตัท

3. ขดลวดมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ขดรันมีลักษณะเป็นอย่างไร

ก. ขดลวดเส้นใหญ่ ข. ขดลวดขนาดกลาง

ค. ขดลวดเส้นเล็ก ง. ขดลวดเคลือบด้วยยางพารา

4. ความร้อน คือ

ก. สิ่งที่มีน้ำหนักและต้องการที่อยู่

ข. สสารที่ไม่สามารถคงรูปร่างของตัวเองไว้ได้ โดยลำพัง

ค. พลังงานรูปหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานอย่างอื่นได้

ง. สสารที่สามารถคงรูปร่างไว้ได้เอง โดยไม่ต้องมีภาชนะมารองรับ

5. ไดเออร์ฟิลเตอร์ มีหน้าที่ทำอะไร

ก. แยกน้ำมันออกจากน้ำยา

ข. กรองอากาศที่อยู่ในระบบ

ค. ตรวจสอบดูน้ำยาในระบบ

ง. ดูดความชื้น และกรองสิ่งสกปรก

6. ในการเติมสารทำความเย็นควรเติในสถานะอะไร

ก. ก๊าซ ข. ของแข็ง

ค. ของเหลว ง. อะไรก็ได้

7. การตรวจเช็คปริมาณสารสารทำความเย็นในระบบ ใช้อะไรในการตรวจเช็ค

ก. เทอร์โมสตรัส ข. เกจแรงดันต่ำ

ค. เกจแรงดันสูง ง. เกจแรงดันต่ำและเกจแรงดันสูง

8. การเช็ครอยรั่วระบบเครื่องทำความเย็น ใช้อะไรในการตรวจเช็ค

ก. น้ำมัน
ข. ฟองสบู่
ค. ตะเกียงไฟฟ้า
ง. น้ำยาชนิดพิเศษ

9. น้ำยา R-11 ใช้ประโยชน์อะไร

ก. ใช้ล้างระบบ
ข. ใช้เช็ครอยรั่วของระบบ
ค. ใช้ทำความสะอาดชิ้นงาน
ง. ใช้เติมสารทำความเย็นทั่วไป

10. คอมเพรสเซอร์ชำรุดจะตรวจสอบอย่างไร

ก. สังเกตดู
ข. ใช้น้ำราด
ค. ใช้มิเตอร์วัด
ง. ใช้หม้อแปลงวัด

11. คอมเพรสเซอร์ ที่ใช้กับชุดฝึก เครื่องปรับอากาศเป็นชนิดใด

ก. แบบปิด
ข. แบบเปิด
ค. แบบสโคร์
ง. แบบใดก็ได้

12. การทดสอบกำลังอัดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ด้านดูดจะอยู่ที่กี่นิ้วปรอท

ก. 10 นิ้วปรอท
ข. 20 นิ้วปรอท
ค. 30 นิ้วปรอท
ง. 40 นิ้วปรอท

13. การหุ้มทอทองแดงด้วยท่อเฟล็ก เพื่อประโยชน์อะไร

ก. ป้องกันมลภาวะ
ข. ป้องกันไฟฟ้าดูด
ค. ป้องกันน้ำยาระเหย
ง. ป้องกันการเป็นหยดน้ำ

14. ตาแก้วหรือ (Sight Glass) มีไว้เพื่ออะไร

ก. เก็บเสียง
ข. ควบคุมอุณหภูมิ
ค. ระบายความร้อน
ง. ใช้ดูน้ำยาในระบบ

15. การทำสุญญากาศ ทำเพื่ออะไร

ก. ล้างระบบ
ข. เพิ่มประสิทธิภาพของ
ค. ป้องกันคอมเพรสเซอร์
ง. ไม่ให้มีอากาศในระบบ

16. ระบบทางกลของชุดฝึก ใช้ท่ออะไรในการติดตั้ง

ก. ท่อเหล็ก ข. ท่อ P.V.C.

ค. ท่อทองแดง ง. ท่ออลูมิเนียม

17. ในการเติมน้ำยาทำความเย็นของชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศใช้น้ำยาเบอร์อะไร

ก. R-11 ข. R-22

ค. R-105 ง. R-134a

18. เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 หมายความว่าอย่างไร

ก. คอมเพรสเซอร์ได้เบอร์ 5 ข. ชุดแฟนคอยล์ได้เบอร์ 5

ค. ชุดคอนเด็นซิ่งได้เบอร์ 5 ง. การออกแบบทุกส่วนสมดุลกัน

19. โอเวอร์โหลด ทำหน้าที่อะไรในวงจร

ก. ประหยัดไฟ ข. ป้องกันไฟฟ้าดูด

ค. ตัดวงจรเมื่อกระแสแรงดันเกิน ง. เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

20. สาเหตุของค่าแรงดันด้าน High ขึ้นสูงเพราะอะไร

ก. เทอร์โมมิเตอร์ตัด ข. ท่อ Capetupe ตัน

ข. น้ำยาในระบบมีน้อย ง. Compressor ไม่มีแรงดัน

21. ในการล้างระบบเครื่องทำความเย็น ใช้น้ำยาในข้อใด

ก. R11 ข. R12

ค. R22 ง. R134

22. เทอร์โมสตาร์ท จะทำงานเมื่อใด

ก. ค่าคงเดิม ข. อุณหภูมิคงที่

ค. ค่าย่านวัดเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ง. ค่าย่านวัดที่ต้องอุณหภูมิตรงกันกับ Sensor

23. การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ หากมีการอุดตันในระบบจะรู้ได้อย่างไร

ก. กระแสลดลง ข. แรงดันลดลง

ค. อัดน้ำยาไม่เข้า ง. ไฟฟ้าช๊อตอย่างรุนแรง

24. ในการเช็ครั่วระบบเครื่องทำความเย็น ใช้สารอะไรในการเช็ค

ก. R11 ข. R134

ค. ออกซิเจน ง. ไนโตรเจน

25. หลังจากการติดตั้งท่อทางกลและระบบไฟฟ้าของระบบเครื่องปรับอากาศแล้วขั้นตอนต่อไปจะต้องทำอะไร

ก. แวคคั่ม

ข. ไม่ต้องทำอะไร

ค. เติมน้ำยาเข้าไปเรื่อย ๆ

ง. เติมน้ำยาเพื่อเช็ครอยรั่ว

26. ในกรณีที่ Compressor ไหม้ และมีซ่อมเปลี่ยน Compressor เข้าไปใหม่ควรทำอะไรเป็นอันดับแรก

ก. ล้างระบบ

ข. เปลี่ยนไดเออร์

ค. ไล่อากาศออกให้หมด

ง. ตัดอันเก่าออกและเปลี่ยนอันใหม่เข้าไปเลย

27. การเติมสารทำความเย็นในระบบเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศจะอยู่ที่ปอนด์

ก. 5-10 ปอนด์ ข. 20-30 ปอนด์

ค. 40-50 ปอนด์ ง. 65-78 ปอนด์

28. การนำออกซิเจนเช็คระบบของเครื่องทำความเย็นจะเกิดอะไรขึ้น

ก. ท่อทองแดงบุบ ข. ไม่เกิดอะไรขึ้น

ค. เกิดระเบิดอย่างรุนแรง ง. เกิดไฟฟ้าช็อตอย่างรุนแรง

29. เปลวที่ใช้สำหรับเชื่อมท่อทองแดงใช้เปลวอะไร

ก. เปลวแรง ๆ ข. เปลวกลาง

ค. เปลวธรรมดา ง. เปลวอะไรก็ได้

30. คาปาซิเตอร์ที่สมบูรณ์สามารถใช้งานได้จะมีสถานะเป็นอย่างไร

ก. ใช้มิเตอร์วัด เมื่อสเกลไม่ขยับ

ข. ใช้มิเตอร์วัด เมื่อเสกลขยับขึ้นและลง

ค. ใช้มิเตอรีวัด เมื่อสเกลเพิ่มขึ้นแล้วค้าง

ง. ใช้มิเตอร์วัด เมื่อสเกลเพิ่มขึ้นแล้วค่อย ๆ ลดลง

เฉลยข้อสอบก่อนเรียน

1	ค	21.	ก
2.	ก	22.	ง
3.	ก	23.	ค
4.	ค	24.	ง
5.	ง	25.	ง
6.	ก	26.	ง
7.	ง	27.	ง
8.	ข	28.	ค
9.	ก	29.	ข
10.	ค	30.	ง
11.	ก		
12.	ค		
13.	ง		
14.	ง		
15.	ง		
16.	ค		
17.	ข		
18.	ง		
19.	ค		
20.	ข		

ข้อสอบหลังเรียน

1. ระบบทางกลของชุดฝึก ใช้ท่ออะไรในการติดตั้ง

ก. ท่อเหล็ก ข. ท่อ P.V.C.

ค. ท่อทองแดง ง. ท่ออลูมิเนียม

2. ในการเติมน้ำยาทำความเย็นของชุดฝึกเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศใช้น้ำยาเบอร์อะไร

ก. R-11 ข. R-22

ค. R-105 ง. R-134a

3. เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 หมายความว่าอย่างไร

ก. คอมเพรสเซอร์ได้เบอร์ 5 ข. ชุดแฟนคอยล์ได้เบอร์ 5

ค. ชุดคอนเด็นซิ่งได้เบอร์ 5 ง. การออกแบบทุกส่วนสมดุลกัน

4. โอเวอร์โหลด ทำหน้าที่อะไรในวงจร

ก. ประหยัดไฟ ข. ป้องกันไฟฟ้าดูด

ค. ตัดวงจรเมื่อกระแสแรงดันเกิน ง. เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

5. สาเหตุของค่าแรงดันด้าน High ขึ้นสูงเพราะอะไร

ก. เทอร์โมมิเตอร์ตัด ข. ท่อ Capetupe ตัน

ค. น้ำยาในระบบมีน้อย ง. Compressor ไม่มีแรงดัน

6. ในการล้างระบบเครื่องทำความเย็นใช้น้ำยาในข้อใด

ก. R11 ข. R12

ค. R22 ง. R134

7. เทอร์โมสตาร์ท จะทำงานเมื่อใด

ก. ค่าคงเดิม ข. อุณหภูมิคงที่

ค. ค่าย่านวัดเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ง. ค่าย่านวัดที่ต้องอุณหภูมิตรงกันกับ Sensor

8. การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ หากมีการอุดตันในระบบ จะรู้ได้อย่างไร

ก. กระแสลดลง
ข. แรงดันลดลง
ค. อัดน้ำยาไม่เข้า
ง. ไฟฟ้าช็อตอย่างรุนแรง

9. ในการเช็ครั่วระบบเครื่องทำความเย็น ใช้สารอะไรในการเช็ค

ก. R-11
ข. R134
ค. ออกซิเจน
ง. ไนโตรเจน

10. หลังจากการติดตั้งท่อทางกลและระบบไฟฟ้าของระบบเครื่องปรับอากาศแล้วขั้นตอนต่อไปจะต้องทำอะไร

ก. แวคคั่ม
ข. ไม่ต้องทำอะไร
ค. เติมน้ำยาเข้าไปเรื่อย ๆ
ง. เติมน้ำยาเพื่อเช็ครอยรั่ว

11. ในกรณีที่ Compessor ไหม้ และมีการซ่อมเปลี่ยน Compressor เข้าไปใหม่ควรทำอะไรเป็นอันดับแรก

ก. ล้างระบบ
ข. เปลี่ยนไดเออร์
ค. ไล่อากาศออกให้หมด
ง. ตัดอันเก่าออกและเปลี่ยนอันใหม่เข้าไปเลย

12. จากเติมสารทำความเย็นในระบบเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศจะอยู่ที่ปอนด์

ก. 5-10 ปอนด์
ข. 20-30 ปอนด์
ค. 40-50 ปอนด์
ง. 65-78 ปอนด์

13. การนำออกซิเจนเช็คระบบของเครื่องทำความเย็นจะเกิดอะไรขึ้น

ก. ท่อทองแดงบุบ
ข. ไม่เกิดอะไรขึ้น
ค. เกิดระเบิดอย่างรุนแรง
ง. เกิดไฟฟ้าช็อตอย่างรุนแรง

14. เปลงที่ใช้สำหรับเชื่อมท่อทองแดงใช้เปลวอะไร

ก. เปลวแรง ๆ
ข. เปลวกลาง
ค. เปลวธรรมดา
ง. เปลวอะไรก็ได้

15. คาปาซิเตอร์ที่สมบูรณ์สามารถใช้งานได้จะมีสถานเป็นอย่างไร

ก. ใช้มิเตอร์วัด เมื่อสเกลไม่ขยับ

ข. ใช้มิเตอร์วัด เมื่อสเกลขยับขึ้นและลง

ค. ใช้มิเตอร์วัด เมื่อสเกลเพิ่มขึ้นแล้วค้าง

ง. ใช้มิเตอร์วัด เมื่อสเกลเพิ่มขึ้นแล้วค่อย ๆ ลดลง

16. ชื่ออะไรต่อไปนี้ไม่ใช่เครื่องมือ

ก. สว่าน ข. คีมล๊อก

ค. แคปทิ้ว ง. มิเตอร์

17. ชื่ออะไรต่อไปนี้ไม่ใช่อุปกรณ์

ก. เบนเดอร์ ข. คอร์สวิทช์

ค. คาปาซิเตอร์ ง. เทอร์โมสตัท

18. ขดลงมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ขดรันมีลักษณะเป็นอย่างไร

ก. ขดลวดเส้นใหญ่ ข. ขดลวดเส้นขนาดกลาง ๆ

ค. ขดลวดเส้นเล็ก ง. ขดลวดเคลือบด้วยยางพารา

19. ความร้อนคือ

ก. สิ่งที่มีน้ำหนักและต้องการที่อยู่

ข. สสารที่ไม่สามารถคงรูปร่างของตัวเองไว้ได้ โดยลำพัง

ค. พลังงานรูปหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานอย่างอื่นได้

ง. สสารที่สามารถคงรูปร่างไว้ได้เอง โดยไม่ต้องมีภาชนะมารองรับ

20. ไดเออร์ฟิลเตอร์ มีหน้าที่ทำอะไร

ก. แยกน้ำมันออกจากน้ำยา

ข. กรองอากาศที่อยู่ในระบบ

ค. ตรวจสอบดูน้ำยาในระบบ

ง. ดูดความชื้น และกรองสิ่งสกปรก

21. ในการเติมสารทำความเย็นควรเติมในสถานะอะไร

ก. ก๊าซ ข. ของแข็ง

ค. ของเหลว ง. อะไรก็ได้

22. การตรวจเช็คปริมาณสารสารทำความเย็นในระบบ ใช้อะไรในการตรวจเช็ค

ก. เทอร์โมสตัส
ข. เกจแรงดันต่ำ
ค. เกจแรงดันสูง
ง. เกจแรงดันต่ำและเกจแรงดันสูง

23. การเช็ครอยรั่วระบบเครื่องทำความเย็น ใช้อะไรในการตรวจเช็ค

ก. น้ำมัน
ข. ฟองสบู่
ค. ตะเกียงไฟฟ้า
ง. น้ำยาชนิดพิเศษ

24. น้ำยา R-11 ใช้ประโยชน์อะไร

ก. ใช้ล้างระบบ
ข. ใช้เช็ครอยรั่วของระบบ
ค. ใช้ทำความสะอาดชิ้นงาน
ง. ใช้เติมสารทำความเย็นทั่วไป

25. คอมเพรสเซอร์ชำรุดจะตรวจสอบอย่างไร

ก. สังเกตุดู
ข. ใช้น้ำราด
ค. ใช้มิเตอร์วัด
ง. ใช้หม้อแปลงวัด

26. คอมเพรสเซอร์ ที่ใช้กับชุดฝึก เครื่องปรับอากาศเป็นชนิดใด

ก. แบบปิด
ข. แบบเปิด
ค. แบบสโคร์
ง. แบบใดก็ได้

27. การทดลองกำลังอัดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ด้านดูดจะอยู่ที่กี่นิ้วปรอท

ก. 10 นิ้วปรอท
ข. 20 นิ้วปรอท
ค. 30 นิ้วปรอท
ง. 40 นิ้วปรอท

28. การหุ้มทอทองแดงด้วยท่อเฟล็ก เพื่อประโยชน์อะไร

ก. ป้องกันมลภาวะ
ข. ป้องกันไฟฟ้าดูด
ค. ป้องกันน้ำยาระเหย
ง. ป้องกันการเป็นหยดน้ำ

29. ตาแก้วหรือ (Sight Glass) มีไว้เพื่ออะไร

ก. เก็บเสียง
ข. ควบคุมอุณหภูมิ
ค. ระบายความร้อน
ง. ใช้ดูน้ำยาในระบบ

30. การทำสูญญากาศ ทำเพื่ออะไร

ก. ล้างระบบ

ข. เพิ่มประสิทธิภาพของ

ค. ป้องกันคอมเพรสเซอร์

ง. ไม่ให้มีอากาศในระบบ

เฉลยข้อสอบหลังเรียน

1 ค
2. ก
3. ก
4. ค
5. ง
6. ก
7. ง
8. ข
9. ก
10. ค
11. ก
12. ค
13. ง
14. ง
15. ง
16. ค
17. ข
18. ง
19. ค
20. ข
21. ก
22. ง
23. ค
24. ง
25. ง
26. ง
27. ง
28. ค
29. ข
30. ง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	ว่าที่ร้อยเอกบุญน้อม ปันชัยสงค์
วัน เดือน ปี เกิด	8 มกราคม 2512
สถานที่เกิด	อำเภอนากลาง จังหวัดอุดรธานี
ที่อยู่ปัจจุบัน	37/548 หมู่ 16 แขวงสามวาตะวันตก เขตคลองสามวา กรุงเทพฯ
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร
ตำแหน่ง	อาจารย์ผู้สอน
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี ปทส. สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
	ปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง