



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

โครงการทดสอบระบบแอร์รถยนต์ในห้องทดสอบ

(Car Air conditioner Performance Bench Test)

บริษัท DENSO International Asia Co.,Ltd

โดย

นายผดุงเกียรติ ผิวอ่อน

50111047-2

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา สหกิจศึกษา (AEN-492)

สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

ตุลาคม 2553

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

โครงการทดสอบระบบแอร์รถยนต์ในห้องทดสอบ

(Car Air conditioner Performance Bench Test)

บริษัท DENSO International Asia Co.,Ltd

โดย

นางผดุงเกียรติ ผิวอ่อน

50111047-2

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา สหกิจศึกษา (AEN-492)

สาขาวิชาวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

ตุลาคม 2553

คณะกรรมการสอบโครงการสหกิจศึกษา

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สมพร ตันติวงศ์ไพศาล)

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผศ.ดร.เลอเกียรติ วงศ์สารพิบูล)

หัวข้อโครงการ โครงการทดสอบระบบแอร์รถยนต์ในห้องทดสอบ
ภายในบริษัท DENSO International Asia Co.,Ltd
หน่วยกิต 6
ผู้เขียน นายผดุงเกียรติ ผิวอ่อน
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สมพร ดันดวงส์ไพศาล
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมยานยนต์
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ. 2553

บทคัดย่อ

ชื่อโรงงาน บริษัท DENSO International Asia Co.,Ltd
สถานที่ตั้ง/จังหวัด เลขที่ 888 ม.1 ถนนบางนาตราด กม. 27.5 ตำบล บางบ่อ
อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ 10560
ประเภทธุรกิจ วิจัยและพัฒนาชิ้นส่วนรถยนต์
ฝ่าย/แผนกที่สังกัด Evaluate
ตำแหน่งงาน ผู้ช่วยวิศวกร
ชื่อพนักงานที่ปรึกษา นายปภาสิต ดันดิปริมมงคล

บริษัท DENSO International Asia Co.,Ltd เป็นบริษัทที่ทำการวิจัยและพัฒนาชิ้นส่วนยานยนต์ จากการได้เข้าไปปฏิบัติงานในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรในบริษัท DENSO International Asia Co.,Ltd ได้รับมอบหมายงานคือ จัดทำคู่มือการทดสอบแอร์รถยนต์ในห้องทดสอบ

การปฏิบัติงานสหกิจในการจัดทำคู่มือการทดสอบแอร์รถยนต์ในห้องทดสอบและการปฏิบัติงานทดสอบจริงกับวิศวกร ได้ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของชิ้นส่วนต่างๆในระบบแอร์รถยนต์มากขึ้นและ เข้าใจหลักการออกแบบระบบแอร์รวมทั้งวิธีการทดสอบระบบแอร์รถยนต์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบแอร์รถยนต์ให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ นอกจากนี้ยังได้เห็นปัญหาต่างๆที่เกิดจากข้อผิดพลาดในการออกแบบระบบแอร์รถยนต์ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องระวังในการออกแบบ ทำให้ลดระยะเวลาในการทดสอบในขั้นตอนต่างๆ โครงการนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในระบบแอร์รถยนต์ในส่วนของทฤษฎีและการทดสอบระบบแอร์รถยนต์ สำหรับการพัฒนาและการออกแบบระบบแอร์รถยนต์

หัวข้อโครงการ	โครงการการทดสอบระบบแออร์รถยนต์ในห้องทดสอบ
	ภายในบริษัท DENSO International Asia Co.,Ltd
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นายผดุงเกียรติ ผิวอ่อน
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สมพร ตันติวงศ์ไพศาล
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมยานยนต์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2553

บทคัดย่อ

ชื่อโรงงาน	บริษัท DENSO International Asia Co.,Ltd
สถานที่ตั้ง/จังหวัด	เลขที่ 888 ม.1 ถนนบางนาตราด กม. 27.5 ตำบล บางบ่อ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ 10560
ประเภทธุรกิจ	วิจัยและพัฒนาชิ้นส่วนรถยนต์
ฝ่าย/แผนกที่สังกัด	Evaluate
ตำแหน่งงาน	ผู้ช่วยวิศวกร
ชื่อพนักงานที่ปรึกษา	นายปกาศิต ตันติปริมมงคล

บริษัท DENSO International Asia Co.,Ltd เป็นบริษัทที่ทำการวิจัยและพัฒนาชิ้นส่วนยานยนต์ จากการได้เข้าไปปฏิบัติงานในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรในบริษัท DENSO International Asia Co.,Ltd ได้รับมอบหมายงานคือ จัดทำคู่มือการทดสอบแออร์รถยนต์ในห้องทดสอบ

การปฏิบัติงานสหกิจในการจัดทำคู่มือการทดสอบแออร์รถยนต์ในห้องทดสอบและการปฏิบัติงานทดสอบจริงกับวิศวกร ได้ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของชิ้นส่วนต่างๆในระบบแออร์รถยนต์มากขึ้นและ เข้าใจหลักการออกแบบระบบแออร์รวมทั้งวิธีการทดสอบระบบแออร์รถยนต์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบแออร์รถยนต์ให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ นอกจากนี้ยังได้เห็นปัญหาต่างๆที่เกิดจากข้อผิดพลาดในการออกแบบระบบแออร์รถยนต์ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องระวังในการออกแบบ ทำให้ลดระยะเวลาในการทดสอบในขั้นตอนต่างๆ

โครงการนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในระบบแออร์รถยนต์ในส่วนของคุณยศาสตร์และการทดสอบระบบแออร์รถยนต์ สำหรับการพัฒนาและการออกแบบระบบแออร์รถยนต์

Project Title	Car Air conditioner Performance Bench Test
Project Credits	6
Candidate	Mr. Phadungkiat Phewoon
Project Advisor	Mr. Somporn Tuntiwongpaisan
Program	Bachelor of Engineering
Field of Study	Automotive Engineering
Faculty	Engineering
B.E.	2553

Abstract

Company	DENSO International Asia Co.,Ltd
Place	T.Bangbo A.Bangbo, Samutprakran 10560
Type of Business	Research and Development
Department	Evaluate
Position	Engineer Assistance
Advisor Name	Mr. Pakasit Tantaparimongkol

DENSO International Asia Co.,Ltd is the research and development company that produces the automotive parts. From the cooperative education in DENSO International Asia Co.,Ltd as an engineer assistance. My assignment is doing car air-conditioner performance bench test work instruction.

Co-operative education of car air conditioner performance bench test work instruction and operate with engineer understand about functional of car air conditioner system, design, and test for check effective of air conditioner system. Moreover I saw something wrong in car air conditioner system design. Its must be careful for design. Its reduce time for test. This project have a advantage for attractive in theory and test car air conditioner system to design and development .

กิตติกรรมประกาศ

การฝึกสหกิจศึกษาและการทำโครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ ต้องขอขอบคุณพี่เลี้ยงที่บริษัทเดินโซ อินเทอร์เน็ตชั้นนำ เอเชีย จำกัด นายประกาศิต ดันติปริมงคล และ นายอรรถพร ที่คอยให้ความช่วยเหลือด้วยดีมาโดยตลอด ตั้งแต่สอนเรื่องทฤษฎีและปฏิบัติรวมทั้งเป็นที่ปรึกษาโครงการนี้ด้วย ต้องขอขอบคุณอาจารย์สมพร ดันติวงศ์ไพศาล ที่ให้คำปรึกษาโครงการเวลาเกิดปัญหาระหว่างทำโครงการนี้รวมทั้งเป็นอาจารย์แนะสหกิจศึกษาด้วย ทางผู้จัดต้องขอขอบคุณพ่อแม่ที่คอยเป็นกำลังใจและเป็นแรงผลักดันที่สำคัญที่สุด ให้การฝึกสหกิจศึกษาและทำโครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ และขอขอบคุณทุกท่านๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการมาฝึกสหกิจศึกษาในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

ผดุงเกียรติ ผิวอ่อน



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปภาพประกอบ	ซ

บทที่

1. บทนำ

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	1
1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการหรือการให้บริการหลักขององค์กร	1
1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารองค์กร	1
1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่ได้รับมอบหมาย	2
1.5 พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	2
1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	2
1.7 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของโครงการที่ได้รับมอบหมาย	2
1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการที่ได้รับมอบหมาย	2

2. งานที่ได้รับมอบหมายเป็นประจำ

2.1 แผนการปฏิบัติงาน	4
2.2 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	5

3. โครงการทดสอบแอร์รถยนต์ในห้องทดสอบ

3.1 แผนการปฏิบัติงาน	6
3.2 รายละเอียดของงาน	7

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	8
3.4 การทำงานของระบบปรับอากาศ	14
3.5 ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศ	16
3.6 ขั้นตอนการดำเนินงานที่ปฏิบัติงานหรือโครงการ	19
3.7 Air flow distribution	21
3.8 Air flow volume	22
3.9 Heating Performance	24
3.10 Cooling Performance	25
3.11 Vacuum & Refrigerant Charging	27
4. สรุปผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่างๆ	
4.1 สรุปการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล	29
4.2 วิเคราะห์และวิจารณ์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับวัตถุประสงค์ และจุดมุ่งหมายในการปฏิบัติงานหรือการจัดทำโครงการ	33
4.3 แนวทางแก้ไขปัญหาหรือข้อเสนอแนะ	34
เอกสารอ้างอิง	35
ประวัติผู้วิจัย	36

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แผนงานปฏิบัติงาน	4
ตารางที่ 3.1 แสดงแผนงานปฏิบัติงาน	6
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงรายละเอียดการฝึกงานในส่วนต่างๆ	7
ตารางที่ 3.3 Air Flow Distribution Testing Condition	22
ตารางที่ 3.4 Air Flow Volume Testing Condition	22
ตารางที่ 3.5 $V_A - Q_w$ Heating Performance Testing Condition	24
ตารางที่ 3.6 $w - Q_w$ Heating Performance Testing Condition	24
ตารางที่ 3.7 $M_v - Q_A$ Cooling Performance Testing Condition	25
ตารางที่ 3.8 $N_C - Q_A$ Cooling Performance Testing Condition	26
ตารางที่ 4.1 Air Flow Distribution Operation Test	29
ตารางที่ 4.2 Air Flow Distribution Testing Condition	30
ตารางที่ 4.3 แนวทางแก้ไขปัญหาหรือข้อเสนอแนะ	34

รายการรูปภาพประกอบ

รูป	หน้า
รูปที่ 1.1 สัญลักษณ์บริษัท DENSO	1
รูปที่ 1.2 ภาพแสดงแผนผังองค์กรใน DIAT Thermal Engineering Department	1
รูปที่ 3.1 การเปลี่ยนสถานะของสารเมื่อได้รับความร้อน	9
รูปที่ 3.2 U-Tube Manometer และ Pressure Gauge	12
รูปที่ 3.3 Compound Gauge	12
รูปที่ 3.4 Barometer	13
รูปที่ 3.5 สถานะของสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศรถยนต์	15
รูปที่ 3.6 แสดงส่วนประกอบต่างๆของระบบปรับอากาศรถยนต์	18
รูปที่ 3.7 ภาพแสดง Climatic Room Lay Out	20
รูปที่ 3.8 ภาพแสดง Air flow Distribution Operation test	21
รูปที่ 3.9 ภาพแสดง Air Flow Volume Operation Test	23
รูปที่ 3.10 ภาพแสดง Air flow distribution Operation test	25
รูปที่ 3.11 Cooling Performance Operation Test	26
รูปที่ 4.1 กราฟ Air Flow Volume Operation Test	30
รูปที่ 4.2 กราฟ Heating Performance $Q_w - V_w$	31
รูปที่ 4.3 กราฟ Heating Performance $Q_w - V_A$	31
รูปที่ 4.4 กราฟ Cooling Performance at compressor	32
รูปที่ 4.5 กราฟ Cooling Performance at voltage constant	32

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

DENSO

รูปที่ 1.1 สัญลักษณ์บริษัท DENSO

ชื่อบริษัท : บริษัท เด็นโซ อินเตอร์เนชั่นแนล เอเชีย จำกัด

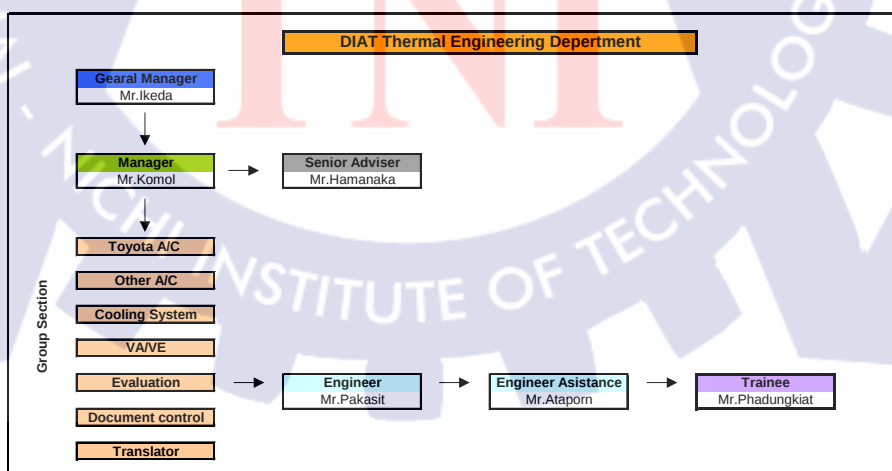
ชื่อภาษาอังกฤษ : DENSO International Asia Co.,Ltd

ที่อยู่ : 888 Moo 1 Bangna-Trad Rd. KM. 27.5 T.Bangbo A.Bangbo, Samutprakran 10560

1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการหรือการให้บริการหลักขององค์กร

เป็นสำนักงานภูมิภาคเอเชียและโอเชียเนียของเด็นโซ่ ดำเนินธุรกิจด้านการบริหารจัดการธุรกิจ รวมทั้งการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ

1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารองค์กร



รูปที่ 1.2 แสดงแผนผังองค์กรใน DIAT Thermal Engineering Department

1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่ง Engineer Assistance

หน้าที่งานที่ได้รับมอบหมาย

Car Air Conditioner Performance Bench Test

1.5 พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อ

Mr.Pakasit Tantaparimongkol

ตำแหน่ง

Engineer

Function

Evaluation

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ตั้งแต่ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 จนถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2553 รวมระยะเวลาในการปฏิบัติงานทั้งหมด 4 เดือน

1.7 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของโครงการที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงาน

• สหกิจศึกษา

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆระบบแอร์รถยนต์ รวมถึงหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนนั้นๆ
2. เพื่อให้เกิดทักษะการปฏิบัติ ในการทดสอบระบบแอร์ในห้องทดสอบ และวางแผนขั้นตอนการทดสอบได้เหมาะสม
3. เพื่อให้มีความสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองในขั้นต้น สามารถบอกแนวโน้มของผลที่ได้จากการทดลอง

1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการที่ได้รับมอบหมาย

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบแอร์รถยนต์และหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนต่างๆในระบบแอร์รถยนต์
2. มีทักษะปฏิบัติในการทดสอบ (Air Con Performance Bench Test) ขั้นตอนต่างๆในห้องทดสอบและสามารถอธิบายขั้นตอนการทดสอบได้

3. สามารถใช้เครื่องมือในการทดสอบได้ถูกวิธีและถูกชนิดในแต่ละการทดสอบ
4. สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ในเรื่องของแอร์รถยนต์ ในลำดับต่อไป และสามารถถ่ายทอดความรู้กับผู้อื่นให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบแอร์รถยนต์ได้



2.2 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

ข้าพเจ้าได้ฝึกงานอยู่ในฝ่ายการทดสอบ (Evaluate) งานประจำที่ได้รับมอบหมายคือช่วยวิศวกรในการทดสอบระบบแอร์รถยนต์ในห้องทดสอบ เพื่อให้วิศวกรได้ทำงานอื่นๆที่สำคัญกว่า และช่วยให้งานที่ทำอยู่เป็นประจำทำได้ง่ายขึ้นส่งผลให้งานนั้นๆเสร็จเร็วยิ่งขึ้น

โดยในสัปดาห์แรก จะเน้นในเรื่องของการอบรมความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับบริษัท การบริหารงาน นโยบายการทำงาน รวมถึงความปลอดภัยในการทำงานและกฎที่ต้องปฏิบัติอย่างเคร่งครัดของบริษัท เช่น ข้อมูลลับของบริษัท การเข้าใช้พื้นที่ต่างๆของบริษัท เป็นต้น

ในเดือนที่ 1 จะเป็นการสอนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของระบบแอร์รถยนต์ รวมทั้งแนะนำอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบระบบแอร์รถยนต์ในห้องทดสอบ ข้อควรระวังในการใช้งานรวมทั้งวิธีการแก้ไขเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง และที่ตั้งของอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องใช้งานเป็นประจำ

ในเดือนที่ 2 หลังจากที่ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการฝึกงานจากวิศวกรในเดือนที่ 1 ได้ทำการปฏิบัติงานจริงในการทดสอบระบบแอร์รถยนต์ในห้องทดสอบร่วมกับวิศวกร ตั้งแต่ขั้นตอนแรกคือเริ่มการเตรียมอุปกรณ์จนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการตรวจสอบความถูกต้องของการทดสอบเพื่อที่จะส่งต่อไปให้กับกลุ่มลูกค้าหรือบริษัทเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาในลำดับต่อไป

ในเดือนที่ 3 – 4 เป็นการทำปฏิบัติงานทดสอบระบบแอร์รถยนต์ในห้องทดสอบโดยมีวิศวกรเป็นผู้ให้การแนะนำในขั้นตอนต่างๆเพราะบางขั้นตอนในการทดสอบเป็นขั้นตอนที่ยากแก่การปฏิบัติเนื่องจากต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญในการทดสอบ นอกจากนี้ต้องทำคู่มือในการทดสอบระบบแอร์รถยนต์ในห้องทดสอบในขั้นตอนต่างๆทุกขั้นตอน เพื่อให้ง่ายต่อการทดสอบและยังสามารถปรับปรุงขั้นตอนในการทดสอบให้ใช้เวลาทดสอบได้น้อยลง

3.2) รายละเอียดของงาน

ชื่อโครงการ Car Air Conditioner Performance Bench Test

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงรายละเอียดการฝึกงานในส่วนต่างๆ

Item	Article	Responsibility
1	Tube prepare	วัดขนาดความยาวท่อเพื่อเตรียมตัดต่อ และวางตำแหน่งติดตั้ง
2	Unit prepare	เจาะรูเพื่อให้สามารถการึงตัวของไอน้ำที่ Evaporator
3	Lay out prepare	จัดวางตำแหน่งของชิ้นต่างๆของระบบแอร์
4	Air Flow Distribution Sub Duct FACE B/L FOOT DEF	Set up & Test Seal duct ที่แต่ละ Grill Test Test Test Test
5	Air Flow Volume Prepare Sub Duct + Lay out FACE FOOT DEF	Set up & Test Seal duct from chamber & Lay out plan Test Test Test
6	Heating Performance Prepare Heater Hose MV-QW , Va-QW Vw-QW	Set up & Test วัดขนาดความยาวท่อเพื่อเตรียมตัดต่อ Connector และ วางตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์ Test Test
7	Cooling Performance Prepare Hose Tube Lay out Prepare Sensor Refrigerant Charging MV-Qa NC-Qa	Set up & Test Connector modification Setup Test Test Test
8	Result Checking&Retest	Inspection
9	Part Investigation	Inspection
10	Report	Inspection

3.3) ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำความเย็น

ความร้อน (Heat)

เป็นรูปแบบหนึ่งของพลังงานซึ่งสามารถทำงานได้และสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปแบบอื่น ๆ ได้การเปลี่ยนรูปพลังงาน พลังงานมีหลายรูปแบบ และสามารถเปลี่ยนรูปแบบจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นรูปแบบอื่นได้ พลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปนี้ จะมีค่าเท่ากับพลังงานเดิมซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

การถ่ายเทความร้อน โดยธรรมชาติ ซึ่งความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่มีความร้อนสูงกว่าไปสู่ที่ ๆ มีความร้อนต่ำกว่า และจะหยุดไหลเมื่อมีอุณหภูมิเท่ากัน โดยอาศัยขบวนการ 3 ขบวนการคือ

1. **การนำความร้อน (Conduction)** เป็นการถ่ายเทความร้อนผ่านวัตถุ ซึ่งจะส่งผ่านความร้อนผ่านโมเลกุลของสาร จะไหลจากที่ ๆ มีความร้อนสูงกว่า ไปสู่ที่ ๆ มีความร้อนต่ำกว่า เช่น เมื่อนำปลายแท่งโลหะด้านหนึ่งวางบนไฟ สักครู่หนึ่งปลายอีกด้านที่จับไว้ก็จะเริ่มร้อน จะร้อนเร็วหรือช้าก็ขึ้นอยู่กับ ความเป็นตัวนำของโลหะนั้น ๆ
2. **การพาความร้อน (Convection)** เป็นการถ่ายเทความร้อนผ่านสารตัวกลาง ที่เป็นของไหล เมื่อของไหลเช่นอากาศวิ่งผ่านหม้อน้ำรังผึ้งของรถยนต์ ความร้อนจากหม้อน้ำรังผึ้งก็ระบายออกผ่านทางอากาศ ทำให้หม้อน้ำมีอุณหภูมิลดลง
3. **การแผ่รังสี (Radiation)** เป็นการถ่ายเทความร้อนผ่านโดยไม่ต้องอาศัยตัว กลางใด ๆ เป็นวิธีการเดียวกับที่ความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่งมายังโลก อาศัยความถี่หรือความยาวคลื่นของความร้อนนั่นเอง

ความร้อน 1 kcal คือปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำบริสุทธิ์หนัก 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1°C **ความร้อน 1 Btu** คือปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำบริสุทธิ์หนัก 1 ปอนด์มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1°F

ความร้อนแบ่งออกเป็น

1. **ความร้อนสัมผัส (Sensible heat)** คือความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยน
2. **ความร้อนแฝง (Latent heat)** คือความร้อนที่ทำให้สถานะของสารเปลี่ยน โดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ

ความร้อนแฝงแบ่งได้ 2 อย่างคือ

1. ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย (Latent heat of fusion) ตัวอย่างเช่นน้ำแข็งที่ 32°F ทำให้ร้อนขึ้นจนหลอมละลายเป็นน้ำที่ 32°F

2. ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (Latent heat of vaporization) ตัวอย่างเช่นน้ำเดือดที่ 212°F ถูกเพิ่มความร้อนจนกลายเป็นไอน้ำที่ 212°F

การเปลี่ยนแปลงสถานะ

สถานะของสสาร (Matter) แบ่งออกเป็น 3 สถานะคือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

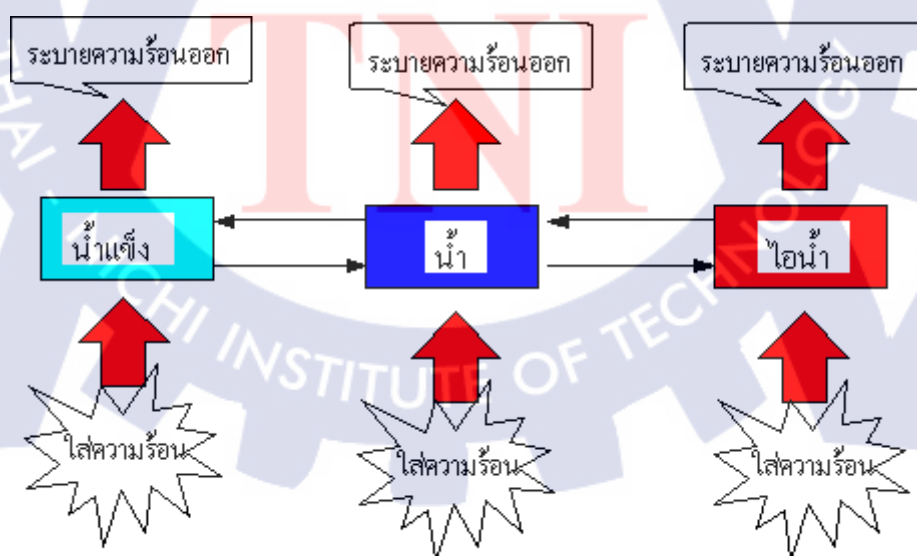
การเปลี่ยนแปลงสถานะ (Change of state) สถานะของสสารจะถูกเปลี่ยนแปลงได้โดยการเพิ่มหรือลดปริมาณความร้อน

เราแบ่งความร้อนออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ความร้อนสัมผัส (Sensible heat)
2. ความร้อนแฝง (Latent heat)

1. ความร้อนสัมผัส (Sensible heat) เป็นความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนโดยที่สถานะไม่เปลี่ยน เรารู้สึกสัมผัสความร้อนนี้ได้ และทำการวัดได้โดยใช้ เทอร์โมมิเตอร์

2. ความร้อนแฝง (Latent heat) เป็นความร้อนที่ทำให้สถานะเปลี่ยน โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยน



รูปที่ 3.1 การเปลี่ยนสถานะของสสารเมื่อได้รับความร้อน

ตัวอย่าง นำน้ำแข็งก้อนหนึ่งที่ 32°F (0°C) มาทำการต้ม จนน้ำแข็ง เปลี่ยนแปลงสถานะกลายเป็น ไอน้ำสมมุติที่ 250°F (121°C) สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะได้ดังนี้

น้ำแข็งที่ 32°F (0°C) เปลี่ยนสถานะเป็น น้ำที่ 32°F (0°C) ในช่วงนี้ความร้อนที่ใช้เรียกว่าความร้อนแฝงของการหลอมละลาย (Latent heat of fusion) ทำให้น้ำแข็งละลายกลายเป็นน้ำเย็นที่ 32°F (0°C) โดย ไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ

น้ำเย็นที่ 32°F (0°C) ถูกเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 212°F (100°C) เป็นน้ำร้อน ในช่วงนี้ความร้อนที่ใช้มีผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลง ของอุณหภูมิ ความร้อนนี้คือความร้อนสัมผัส (Sensible heat) น้ำร้อนที่อุณหภูมิจุดเดือด มีชื่อเรียกว่าของเหลวอิ่มตัว (Saturation liquid) และน้ำที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือด มีชื่อเรียกว่าของเหลวเย็นเยือก (Subcool liquid)

น้ำร้อนที่ 212°F (100°C) จะค่อย ๆ เดือดกลายเป็นไอ (Vapor) จำนวนเล็กน้อยจนมีปริมาณไอน้ำมากขึ้นเรื่อย ๆ ขณะเดียวกัน น้ำที่กำลังเดือดก็ค่อย ๆ ลดปริมาณลง เราเรียกไอน้ำนี้ว่า ไอเปียก (Mixture) จนถึงจุดหนึ่งที่น้ำเดือดแห้งงวดลงจนหมด ในภาชนะที่ต้มมีเพียงไอน้ำเพียงอย่างเดียว โดยยังคงมีอุณหภูมิที่ 212°F (100°C) เราเรียกไอน้ำที่จุดนี้ว่า ไออิ่มตัว (Saturated vapor) ความร้อนที่ใช้ในการนี้ ทำให้สถานะของน้ำเปลี่ยนเพียงอย่างเดียว โดยไม่ได้ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยน เราเรียกความร้อนนี้ว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (Latent heat of vaporization)

ไอน้ำถูกเพิ่มความร้อนจนอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 250°F (121°C) ความร้อนที่ใช้เรียกว่าความร้อนสัมผัส (Sensible heat) และไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดจุดเดือดเรียกว่าไอน้ำยิ่งยวด (Superheated vapor)

ในกระบวนการย้อนกลับ (ทำให้เย็นลงโดยใช้ตู้เย็นดูดเอาความร้อนออก) ความร้อนที่ใช้ทำให้น้ำแข็งกลายเป็นไอ จะมีปริมาณเท่ากับปริมาณที่ดูดออก จนไอน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง

อุณหภูมิ(Temperature)

หมายถึงความรู้สึกร้อน หนาว สามารถทำการวัดด้วยเครื่องมือวัดที่เรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ความร้อนที่วัดนี้คือ ความร้อนสัมผัส (Sensible heat) มีผู้ออกแบบมาตราวัดอุณหภูมิที่ยอมรับ และใช้กันทั่วโลก คือ

- Danial Grabriel Fahrenhite (1686 - 1736) ออกแบบมาตรวัดแบบฟาห์เรนไฮต์ (Fahrenhite , °F) และ
- Anders Celsius (1701 - 1744) ออกแบบมาตรวัดแบบ เซลเซียส (Celsius , °C)

ในมาตราองศาเซลเซียส (Celsius , °C) มีจุดเยือกแข็งของน้ำบริสุทธิ์ที่ 0 °C และมีจุดเดือดที่ 100 °C โดยแบ่งออกเป็น 100 ส่วนแต่ละส่วน มีค่าเท่ากับ 1 °C ในมาตราองศาฟาห์เรนไฮต์ (Fahrenhite , °F) มีจุดเยือกแข็งของน้ำบริสุทธิ์ที่ 32 °F และมีจุดเดือดที่ 212 °F โดยแบ่งออกเป็น 180 ส่วนแต่ละส่วนมีค่าเท่ากับ 1 °F

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทั้งสองระบบสามารถใช้สูตร

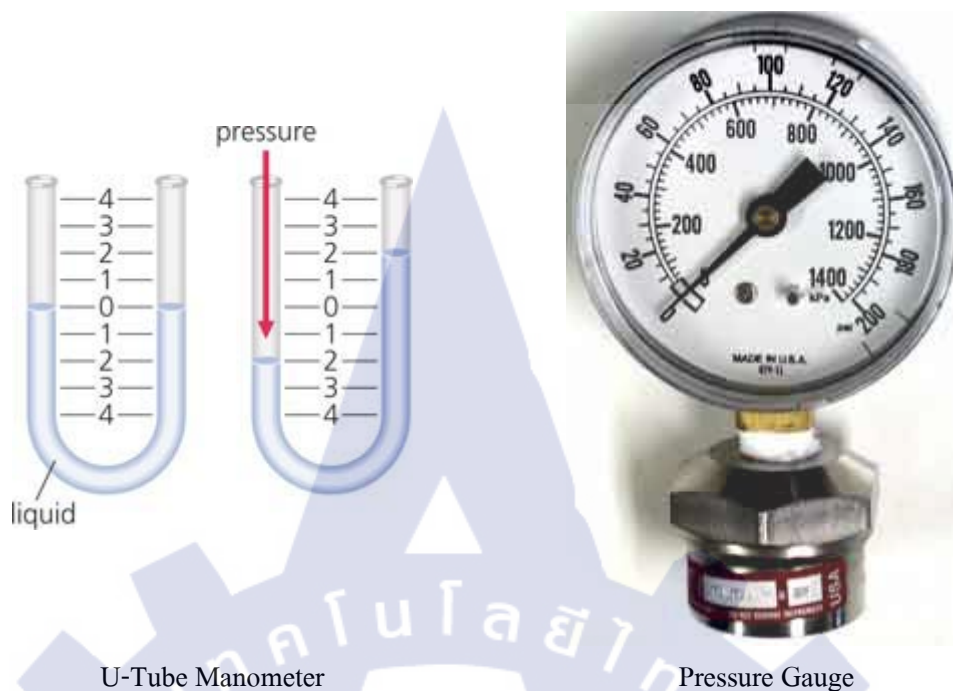
ความดัน(Pressure)

ความดัน (Pressure) หมายถึงแรงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นที่ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ หน่วยของความดัน

- ระบบอังกฤษ ใช้หน่วย psi.
- ระบบ SI ใช้หน่วย ปาสคาล (Pascal, Pa), นิวตันต่อตารางเมตร (N / m²), กิโลนิวตันต่อตารางเมตร (kN/m²) และหน่วย Bar

ในสมัยก่อนใช้มาโนมิเตอร์ทำจากหลอดแก้วด้วย (U-Tube) ภายในบรรจุด้วยของเหลว (นิยมใช้ปรอท) ในการวัดความดัน โดยวัดเป็นความสูงของลำของเหลวที่แตกต่าง แล้วนำมาคำนวณค่าความดันในตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งในการอ่านความดันนั้นนับว่าต้องใช้ความรู้ในการคำนวณทางกลศาสตร์ของไหล ซึ่งต่างจากการใช้ Pressure Gauge ในปัจจุบันมาก ความดันที่วัดจาก มาโนมิเตอร์ (Manometer) อ่านค่าเป็น

- ระบบอังกฤษ ใช้หน่วย นิ้วของปรอท (in.Hg)
- ระบบ SI ใช้หน่วย มิลลิเมตรของปรอท (mm.Hg)

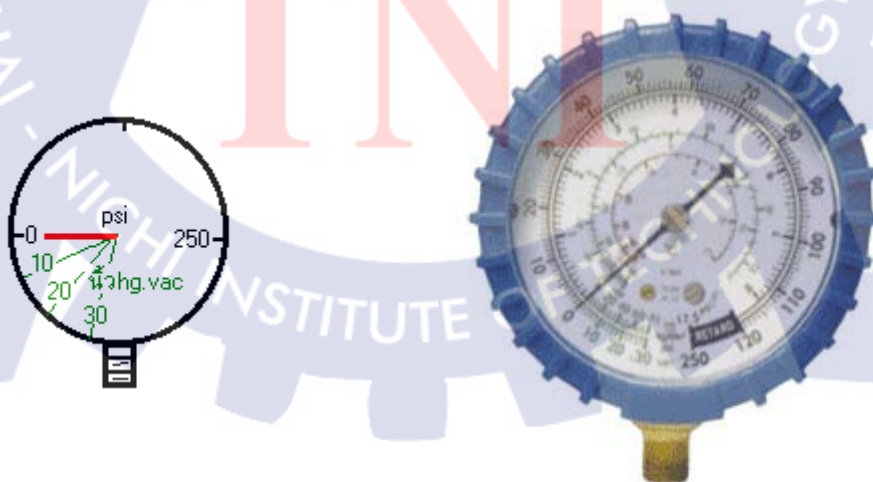


U-Tube Manometer

Pressure Gauge

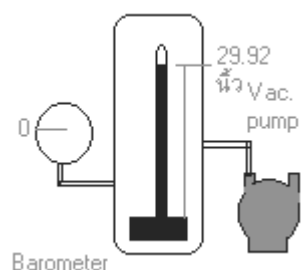
รูปที่ 3.2 U-Tube Manometer และ Pressure Gauge

ความดันสุญญากาศ (Vacuum Pressure) หมายถึงความดันที่มีค่าต่ำกว่าศูนย์ ซึ่งนิยามวัดด้วย Manometer ในงานเครื่องทำความเย็น หรือปรับอากาศ ใช้ Pressure Gauge ตัวเดียววัดทั้งความดันที่เป็นบวก และความดันสุญญากาศ นิยมเรียก pressure gauge นี้ว่า Compound Gauge ดังรูป

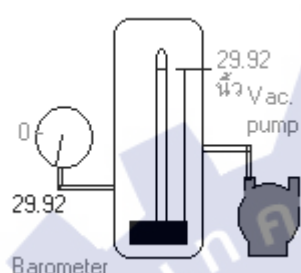


รูปที่ 3.3 Compound Gauge

Compound gauge อ่าน 29.92 inch.Hg. Vac. (29.92 นิ้ว ของปรอทสุญญากาศ) ได้อย่างไร



นำ Barometer ที่ทำด้วยปรอท วางในกรอบแก้ว อ่าน ความสูงเป็น ความดันบรรยากาศได้ 29.92 นิ้วของปรอท pressure gauge อ่านได้ 0 psi.



เริ่มทำสุญญากาศเพื่อดูดอากาศออก ถ้าปรอทที่ Barometer จะลด ความสูงจนกระทั่งไม่มีอากาศ ในฝาคกรอบ ขณะเดียวกัน pressure gauge จะอ่านสุญญากาศที่ 29.92 นิ้วของปรอท

รูปที่ 3.4 Barometer

หน่วยของความดันสุญญากาศ

- ระบบอังกฤษ อ่านเป็น.....นิ้วของปรอท สุญญากาศ เช่น 29.92 นิ้วของปรอท สุญญากาศ
- ระบบ SI อ่านเป็น.....มิลลิเมตรของปรอท สุญญากาศเช่น 760 มิลลิเมตรของปรอท สุญญากาศ

การทำงานของระบบ

เริ่มต้นที่สารทำความเย็น (Refrigerants) เพราะว่าถ้าปราศจาก สาร ทำความเย็นแล้ว ไม่ว่าการทำ ความเย็นหรือปรับอากาศก็จะไม่เกิดขึ้น ที่สำคัญที่สุดคือ คุณสมบัติของสารทำความเย็น คือสารที่ ดูดความร้อนเข้าสู่ตัวเองที่อุณหภูมิต่ำ และระบายความร้อนออกที่ อุณหภูมิสูง ยกตัวอย่างเช่น CFC -12 ซึ่งเป็นสารทำความเย็นยอดนิยมมาตั้งแต่ปี คศ.1930 จนยกเลิกการผลิตไปในปี คศ.2000

สารทำความเย็น CFC-12 มีจุดเดือดที่ -29.8 °C และมีค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ 39.97 kcal/kg ถ้าเปรียบเทียบกับจุดเดือดกับ น้ำ ซึ่งมีจุดเดือดที่ 100 °C แล้ว สารทำความเย็น CFC-12 มีจุด เดือดที่ต่ำกว่า จึงมีความเหมาะสมมากกว่าที่จะนำไปใช้เป็นสารทำความเย็น

3.4) การทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์

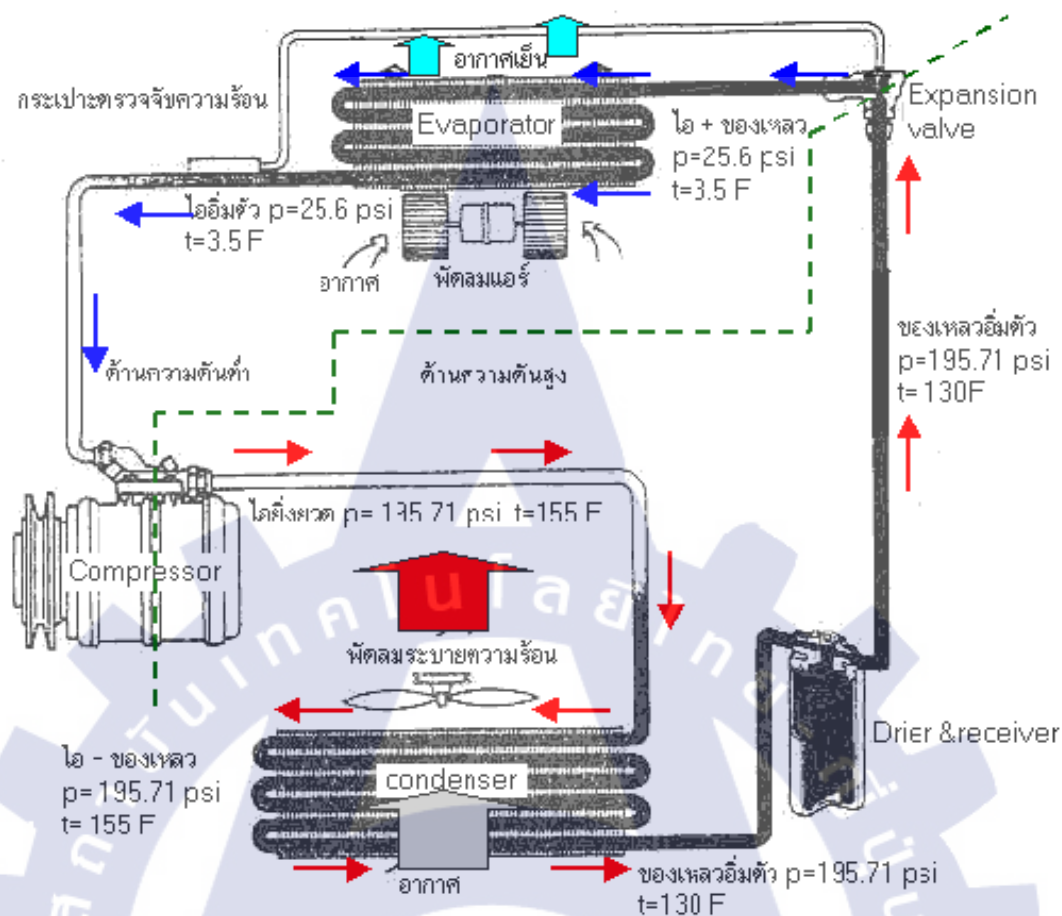
1.คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ดูดสารทำความเย็นที่เข้ามาทาง ท่อซักชั่น (Suction line) หรือท่อดูด สารทำความเย็นที่ดูดเข้ามานี้มีสถานะเป็นไอ (ไออิ่มตัว saturated vapor) มีความดันต่ำ และอุณหภูมิต่ำ แล้วอัดออกไปด้วยกำลังของเครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ ออกมาทางท่อท่อคิซาร์จ (Discharge line) หรือท่อจ่าย สารทำความเย็นที่ถูกอัดออกไปนี้จะมีสถานะเป็นไอ (ไวยิ่งยวด superheated vapor) มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง

2.คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น สารทำความเย็นที่ถูกอัดออกมาจาก คอมเพรสเซอร์ เข้ามาทางท่อท่อคิซาร์จ (Discharge line) หรือท่อจ่าย มีสถานะเป็นไอ (ไวยิ่งยวด superheated vapor) มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง หลังจากระบายความร้อนออกแล้ว สารทำความเย็น จะมีสถานะเป็นของเหลว (ของเหลวอิ่มตัว saturated liquid) มีความดันสูงและอุณหภูมิ สูงคอนเดนเซอร์ (Condenser) คิดตั้งบริเวณส่วนหน้าของรถหน้าหมอน้ำรถยนต์ มีพัดลมทำหน้าที่ช่วยระบายความร้อน

3.ดรายเออร์และรีซีฟเวอร์ (Drier & receiver) สารทำความเย็นที่ออกจาก คอนเดนเซอร์ จะถูกส่งมาที่ ดรายเออร์และรีซีฟเวอร์ เพื่อทำการกรอง , ดูดความชื้น และพักสารทำความเย็นเพื่อจะส่งต่อไปยัง แอ็กชแพนชั่นวาล์ว ผ่านทางท่อ ท่อลิกวิด (Liquid line)

4.แอ็กชแพนชั่นวาล์ว (Expansion valve) ทำหน้าที่ทำหน้าที่ลดความดัน ของสารทำความเย็น และควบคุมสารทำความเย็นที่ฉีดเข้าสู่อีวาโปเรเตอร์ ให้พอเหมาะที่จะกลายเป็นไอในอีวาโปเรเตอร์ การฉีดนั้นเช่นเดียวกับการฉีดน้ำทางท่อยางที่บีบปลายท่อไว้ สารทำความเย็นจะถูกฉีดเข้าไปเป็นฝอย จะมีสถานะเป็นไอเปียก มีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ เข้าสู่ อีวาโปเรเตอร์

5.อีวาโปเรเตอร์ (Evaporator) รับสารทำความเย็นที่ฉีดออกมาจาก แอ็กชแพนชั่นวาล์ว ซึ่ง มีลักษณะเป็นฝอย มีสถานะเป็นไอเปียก มีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ เนื่องจากคุณสมบัติของสารทำความเย็นที่มีจุดเดือดที่อุณหภูมิต่ำ ที่อีวาโปเรเตอร์นี้เองที่สารทำความเย็นจะดูดความร้อนเข้าสู่ตัวเองแล้วกลายเป็นไอ (ไออิ่มตัว มีความดันต่ำ และอุณหภูมิต่ำ) ออกจาก อีวาโปเรเตอร์แล้วถูกดูดเข้าสู่ คอมเพรสเซอร์ เมื่อความร้อนของอากาศโดยรอบอีวาโปเรเตอร์ถูกดูดออกไป ที่เหลือก็คือ อากาศเย็น ที่พัดออกมาทางช่องลมเย็นนั่นเอง



รูปที่ 3.5 สถานะของสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศรถยนต์

เริ่มจากทางด้าน ดิสชาร์จ (Discharge) ของคอมเพรสเซอร์ สารทำความเย็น CFC-12 จะถูกอัดออกจากคอมเพรสเซอร์ในสถานะที่เป็น ไอยิ่งยวด สมมุติว่ามีความดัน 195.71 psi. อุณหภูมิ 155 °F เมื่อสารทำความเย็นเข้าสู่ คอนเดนเซอร์ พัดลมระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์ จะระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น สารทำความเย็นก็จะเปลี่ยนมาเป็น ไออิ่มตัว ที่ความดัน 195.71 psi. อุณหภูมิ 130 °F และค่อย ๆ กลั่นตัวกลายเป็นของเหลวบางส่วน (ไอ+ของเหลว หรือ ไอเปียก) บริเวณกลางของ คอนเดนเซอร์ ที่ความดัน 195.71 psi. อุณหภูมิ 130 °F และเมื่อระบายความร้อนออกมาเข้า สารทำความเย็นก็จะ เปลี่ยนสถานะ เป็นของเหลวอิ่มตัวที่ทางด้านออกของ คอนเดนเซอร์ซึ่งอยู่ด้านล่าง ความดันของระบบยังคงเป็น 195.71 psi. อุณหภูมิ 130 °F

สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวอิมตัวจะถูกส่งต่อไปยัง ครายเออร์ และรีซีฟเวอร์ ณ.บริเวณนี้ถ้า ครายเออร์ และรีซีฟเวอร์ ติดตั้งในบริเวณที่สามารถระบายความร้อนได้ดี (สารทำความเย็นอาจจะ ถูกระบายความร้อนออกจนมีอุณหภูมิต่ำลงเป็น ของเหลวเย็นเยือกได้)

สารทำความเย็นในสถานะของเหลวอิมตัวที่ออกจากครายเออร์ และรีซีฟเวอร์เข้าสู่ท่อลิกวิด (Liquid line) และถูกส่งต่อไปยัง แอ็กเซแพนชั่นวาล์ว ยังคงมีความดัน 195.71 psi. อุณหภูมิ 130 °F

สารทำความเย็นในสถานะของเหลวอิมตัวเข้าสู่แอ็กเซแพนชั่นวาล์ว แล้วถูกฉีดผ่านวาล์วที่มีรูขนาดเล็กมาก สารทำความเย็นจะถูกฉีดออกจากแอ็กเซแพนชั่นวาล์ว เป็นฝอย (ไอ+ของเหลว = ไอเปียก) มีความดันลดลงเป็น 25.6 psi อุณหภูมิ 3.5 °F เข้าสู่อีวาโปเรเตอร์

ที่อีวาโปเรเตอร์ พัดลมแอร์จะเป่าอากาศผ่านครีบบของอีวาโปเรเตอร์ที่มีอุณหภูมิต่ำ เกิดการ แลกเปลี่ยนความร้อน ลมที่เป่าผ่านจะถูกดูดความร้อนออก ด้วยคุณสมบัติของสารทำความเย็นที่ เดือด กลายเป็นไอที่อุณหภูมิต่ำ ลมที่ถูกดูดความร้อนออกจะกลายเป็นลมเย็นออกไป ความร้อนนี้จะ ทำให้สารทำความเย็นเดือดกลายเป็นไออิมตัว และถูกดูดออกจาก อีวาโปเรเตอร์ (มีความดัน 25.6 psi อุณหภูมิ 3.5 °F) เข้าสู่ท่อดูดของ คอมเพรสเซอร์

ที่ท่อชักชั้น (Suction line)ของ คอมเพรสเซอร์ เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้ติดตั้งบริเวณห้อง เครื่องยนต์ซึ่งมีความร้อนสูง สารทำความเย็นในท่อชักชั้น จะดูดความร้อนจากห้องเครื่องยนต์ ทำ ให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้นและอยู่ในสถานะ ไอลียงวุด ซึ่งเป็นผลดีต่อคอมเพรสเซอร์ เพราะจะทำให้คอมเพรสเซอร์ปลอดภัยจาก สารทำความเย็นที่เป็นของเหลว ซึ่งจะทำให้ คอมเพรสเซอร์น็อคได้

3.5 ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศรถยนต์

Compressor

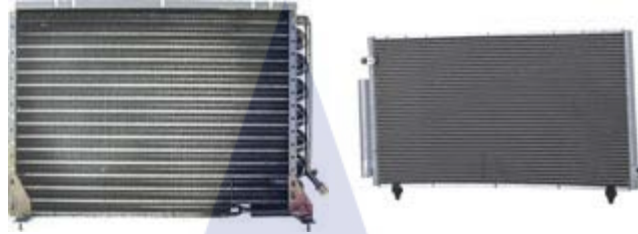


Swash plate



Scroll Compressor

Condenser



Drier & receiver/ Accumulator



Drier & Receiver



Accumulator

Expansion Valve / Orifice



Expansion Valve



Evaporator



Laminated Evaporator

Hose

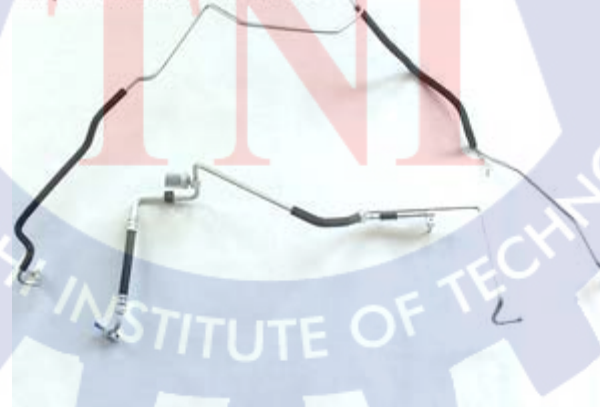
Discharge line hose/pipe ตัวอย่าง 3 แบบ



Suction Line hose/pipe ตัวอย่าง 3 แบบ



Liquid line ตัวอย่าง 2 แบบ



รูปที่ 3.6 แสดงส่วนประกอบต่างๆของระบบปรับอากาศรถยนต์

3.6) ขั้นตอนดำเนินงานที่ปฏิบัติงานหรือโครงการ

Step

- 1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของระบบแอร์รถยนต์รวมถึงหน้าที่การทำงานของชิ้น ส่วนต่างๆ
- 2) ศึกษาหัวข้อการทดสอบ Air Conditioner Performance Bench Test จาก Trainer และ สอบถามเมื่อเกิดข้อสงสัย
- 3) เริ่มปฏิบัติงานจริงพร้อมกับ Trainer เพื่อการเรียนรู้จากงานจริง (OJT) ตั้งแต่ เตรียมการทดลองจนถึงการวัดผลและสรุปผล

3 ขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนในการเตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ทั้งหมดสำหรับการ ทดสอบ ซึ่งต้องทำการตัดแปลงและเพิ่มอุปกรณ์ต่างๆเข้าไปในระบบ เพราะว่าเป็นการ ทดลองในห้องแลป ชิ้นส่วนต่างๆที่นำมาจากรถยนต์จึงต้องมีการตัดแปลงเพื่อให้มีความ เหมาะสมกับการทดลอง

3.6.1) Tube prepare

เป็นการเตรียมที่จะใช้การทดสอบระบบแอร์ในห้องทดสอบโดยอาจจะต้องมีการ ตัดหรือต่อเพื่อให้ได้ระยะตามที่ต้องการ รวมทั้งทำ Connector ใหม่เพื่อให้สามารถติด Sensor ในการวัดแรงดันและอุณหภูมิได้โดยไม่ไปชนกับชิ้นส่วนอื่นๆในระบบ

3.6.2) Unit prepare

เป็นการเตรียมตู้แอร์หรือ HVAC โดยทำการเจาะช่องให้สามารถดูการแข็งตัวของ หยกน้ำที่เกาะบริเวณผิวของ Evaporator เนื่องจากตู้แอร์เป็นตู้ที่บีบอัดไม่ทำการเจาะช่องเป ช่องใส่ก็ไม่สามารถดู Evaporator เวลาเกิดของแข็งตัวของหยกน้ำได้ (ป้องกันการเกิด Frost ที่ผิว Evaporator ระหว่างการทดลอง)

3.6.3) Lay out prepare

ทำการวางระบบและชิ้นส่วนต่างๆของระบบแอร์ เพื่อสะดวกต่อการทดสอบย่อยต่างๆ ได้ อย่างต่อเนื่องโดยไม่ส่งผลกระทบทำให้ต้องปรับเปลี่ยนการติดตั้งอื่นๆตามมา เพื่อลดเวลาการทดสอบ เพราะมีการวางแผนสำหรับหัวข้อการทดสอบต่างๆ ไว้ล่วงหน้าแล้ว

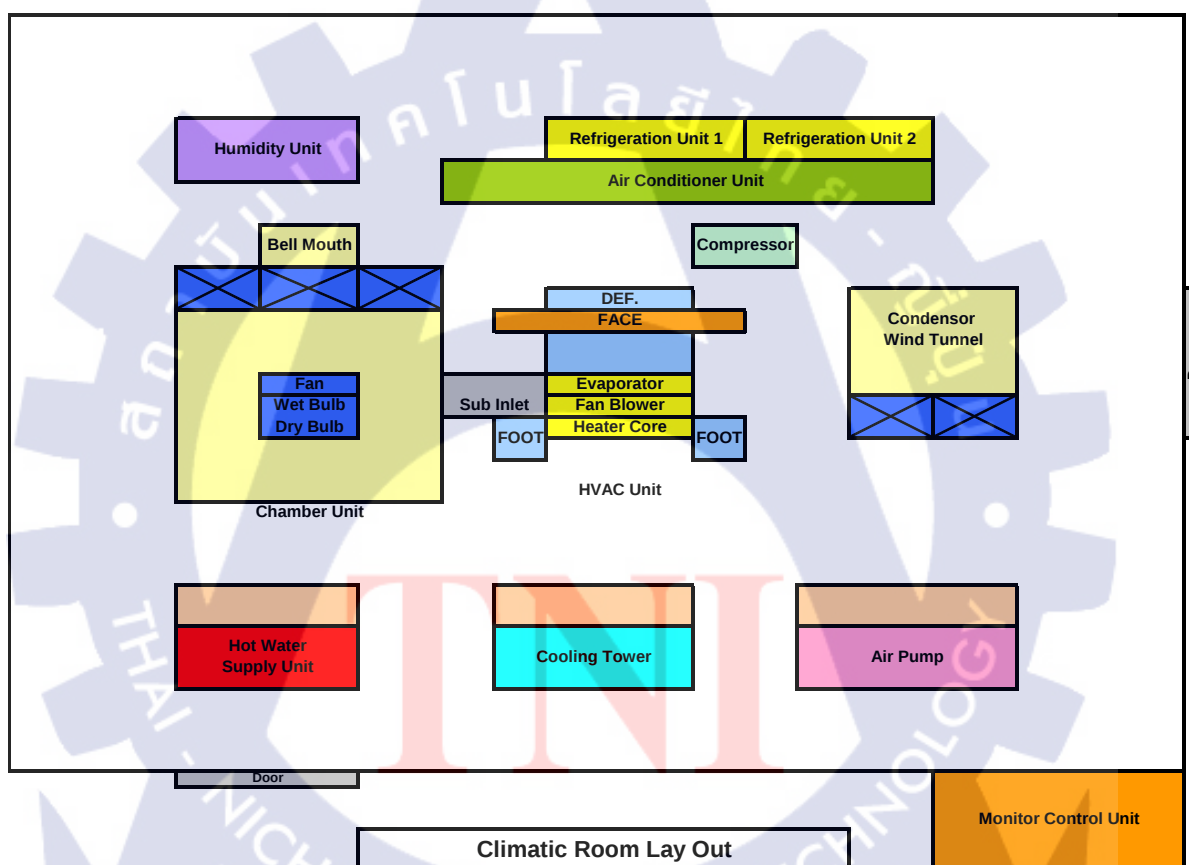
หมายเหตุ

- การติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เพื่อใช้วัดอุณหภูมิของน้ำที่ขาเข้าและขาออกของ Heater ดังนั้นจึงต้องเพิ่ม Tube Connector เข้าไปเพื่อที่จะสามารถติดตั้งเซ็นเซอร์ เข้าไปได้
- การติดตั้ง Hose & Tube ซึ่งสิ่งสำคัญที่เราให้ความสำคัญมากที่สุดก็คือ ความยาว ของท่อ Suction และมุมการงอของท่อเพราะส่งผลต่อ Press lose ของระบบท่อซึ่ง

มีผลต่อประสิทธิภาพในทดลองมาก ดังนั้นเราจึงต้องวาง Lay out ในทิศทางซึ่งสามารถจะต่อท่อออกมาจาก Compressor และ Evaporator เพื่อที่จะให้ได้ใกล้เคียงกับทิศทางของท่อเมื่อต่ออยู่ในรถจริง

- การติดตั้งตู้แอร์หรือ HVAC เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของระยะทางของลมจากตู้การทดลอง Chamber ซึ่งจะต้องไม่ระยะห่างไม่เกิน 45 cm. จึงต้องเลือกทิศทางการวางตู้ HVAC ให้มีความเหมาะสมเพราะถ้าทำการ Seal Sub inlet ระหว่าง Chamber กับ HVAC ตู้แล้วจะทำให้เสียเวลาในการรื้อเพื่อวาง Lay out ใหม่

Car Air Con Performance Bench Test Room



รูปที่ 3.7 ภาพแสดง Climatic Room Lay Out

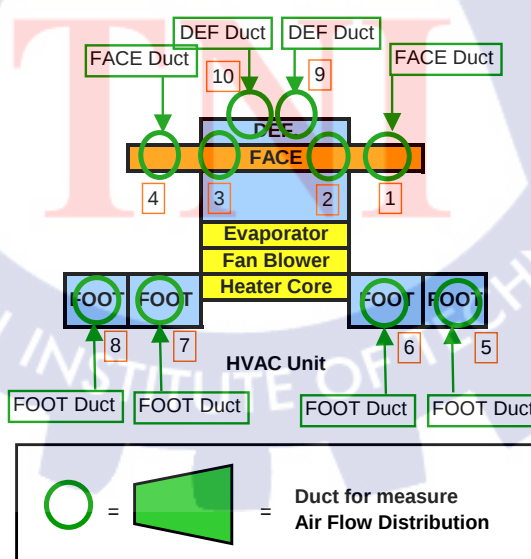
3.7) Air flow distribution

Purpose :

เป็นการทดสอบการกระจายตัวในการส่งลมออกที่แต่ละช่อง Grill โดยจะหาเป็นอัตราส่วนในแต่ละ Grill ของทุกโหมด ว่า Grill แต่ละช่องปริมาณการกระจายตัวของอากาศคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งหมดคิดเป็น 100% โหมดที่ทำได้แก่ Face B/L Foot Def. และ Def. ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบการออกแบบระบบของ HVAC Unit รวมทั้ง Door แต่ละโหมดการใช้งานว่ามีความเหมาะสมกับการใช้งานของโหมคนั้นๆ เช่น การใช้งานในโหมด Def. คือโหมดที่เอาไว้ใช้งานในกรณีที่เกิดไฟที่กระจกหน้าและกระจกข้าง ปริมาณอากาศก็จะออกที่ช่องของ Grill ของ Def. จะต้องมากกว่า Foot , Side Face เพื่อเอาอากาศร้อนไปไล่ไฟที่เกิดบนกระจก

Operation :

- 3.7.1) ติดตั้งชุดทดสอบ HVAC ให้เหมือนกับอยู่ในรถจริงมากที่สุด โดย HVAC Unit ต้องได้ระดับกับพื้น (90 องศา)
- 3.7.2) ติดตั้งชุด Duct (ช่องที่ไหลมไหลออกจาก Grill ตามทิศทางลม) วัดความเร็วลม Duct รวมลมจากหน้า Grill ลักษณะของ Duct มุมที่จะให้อากาศไหลออกจาก Grill เข้าสู่ ช่องวัด ต้องมีมุมไม่เกิน 30 องศา
- 3.7.3) ทำการวัดปริมาณการไหลของอากาศโดยใช้เครื่องวัดความเร็วของอากาศ แล้วนำมาหาอัตราส่วนของลมที่ไหลออกจาก Grill ในแต่ละโหมด



รูปที่ 3.8 ภาพแสดง Air flow Distribution Operation test

Testing Condition:

เริ่มวัดปริมาณลมจากโหมด Face, B/L, Foot, F/D, Def. โดยการทดสอบ
จะเริ่มจากปรับ Air mix door ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 Air Flow Distribution Testing Condition

Air Flow Distribution Testing Condition

Mode	F/R Door	A/M Door
Face	REC	Max Cool
B/L	FRESH	1/2Between Max Cool-Max Hot
Foot	FRESH	Max Hot
F/D	FRESH	Max Hot
Def	FRESH	Max Hot

3.8) Air Flow Volume

Purpose : ทำการวัดอัตราการไหลของอากาศในโหมดต่างๆโดยใช้ Bell mouth
ซึ่งจะทำการทดสอบใน 3 โหมด ซึ่งในแต่ละโหมดจะป้อนค่า Voltage ให้กับ

DDS (DENSŌ DESIGN STANDARD No.(1912) Volt เพื่อใช้ในการ Plot กราฟ Air flow volume – Motor

Voltage

Testing Condition :

ตารางที่ 3.4 Air Flow Volume Testing Condition

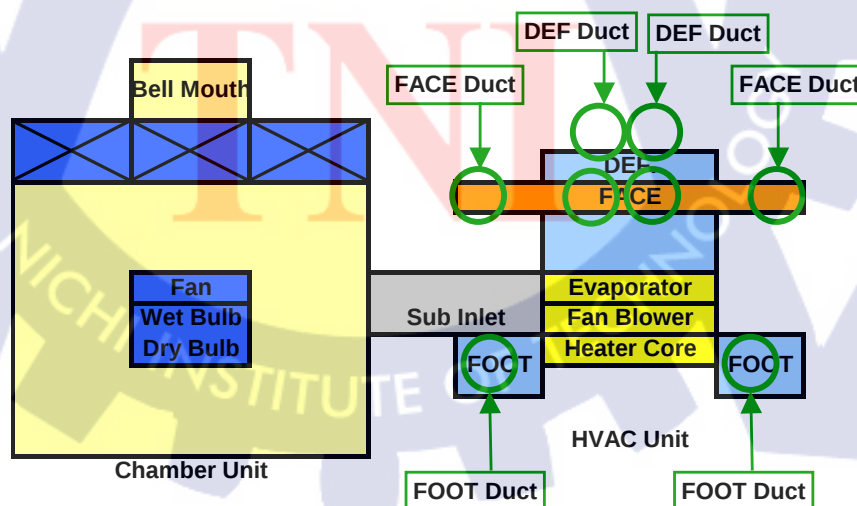
Air Flow Volume Condition

Mode	F/R Door	A/M Door
Face	REC	Max cool
Foot	FRS	Max hot
Def	FRS	Max hot

Operation : อาศัยหลักการ ลมที่ Inlet = Out let โดยให้อากาศภายในตู้ Chamber เป็นสุญญากาศ แล้วทำการวัด Pressure ที่ทางเข้า (Bell mouth) โดยขนาดของ Bell mouth จะมีให้เลือกหลายขนาด ซึ่งการเลือกใช้นั้นขนาดของ Bell mouth พิจารณาจาก ปริมาณการไหลของอากาศแล้วเทียบกับกราฟของ Denso เพื่อที่จะได้ผลการ คำนวณที่แม่นยำมากที่สุด แล้วนำค่าความดันที่วัดได้ทางเข้ามาคำนวณหาปริมาณ การไหลของอากาศโดยคำนวณจากสมการแบร์นูลลี ก็จะได้ปริมาณการไหลของ อากาศทางด้าน Outlet ที่ Grill ซึ่งจะทดสอบทั้ง 3 โหมด ได้แก่ FACE FOOT DEF

หมายเหตุ

- สิ่งที่ต้องระวังในการทดสอบคือ การรั่วของอากาศที่บริเวณต่างๆ ซึ่งส่วนที่จะ เกิดการรั่วง่ายที่สุดก็คือ รอยต่อต่างๆ เช่น รอยต่อระหว่างเซ็นเซอร์ รอยต่อ ระหว่างตู้ Chamber กับ HVAC เพราะถ้าเกิดการรั่วจะทำให้ผลการทดสอบ คลาดเคลื่อนไปจากค่าที่ควรจะเป็น
- การออกแบบ Sub duct ก็มีส่วนสำคัญเช่นเดียวกันต้องคำนึงถึงการไหลของ อากาศจากตู้ Chamber สู่อากาศด้วย โดยห่างได้ไม่เกิน 30 cm. และลักษณะ ของ Sub duct ต้องไม่กีดขวางการไหลของอากาศ และไม่ขวางการติดตั้งอุปกรณ์ ที่จะทดสอบเพิ่มในรายการอื่นๆต่อไป



รูปที่ 3.9 ภาพแสดง Air Flow Volume Operation Test

3.9) Heating Performance

Purpose :

เป็นการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการทำความร้อนหรือการควบคุมอุณหภูมิอากาศร้อนในรถยนต์ที่มี Heater โดยจะทำการหาเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $M_v - Q_w$ (โวลต์มอเตอร์ กับ ค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากน้ำ), $V_w - Q_w$ (อัตราการไหลของน้ำ กับ ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากน้ำ)

Testing Condition :

ตารางที่ 3.5 $V_A - Q_w$ Heating Performance Testing Condition

VA-QW		
Items	Condition	
Intake Air	Temp	DDS (DENSO DESIGN STANDARD No.(1912))
	Humidity	
Hot water	Temp	
	Flow rate	
Blower motor	Voltage	
Mode Setting	Inlet	Fresh
	Outlet	Foot
Air duct	Design for spec	

ตารางที่ 3.6 $V_w - Q_w$ Heating Performance Testing Condition

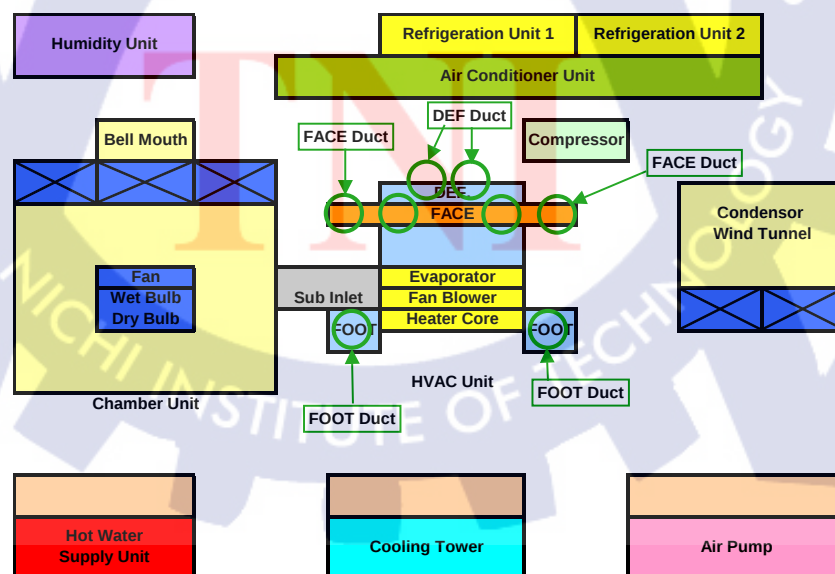
Vw-Qw		
Items		Condition
Inlet air temp	Temp	DDS (DENSO DESIGN STANDARD No.(1912))
	Humidity	
Hot water flow rate (l/min)		

ตารางที่ 3.8 $N_C - Q_A$ Cooling Performance Testing Condition

NC - QA Condition		
Condition		
Inlet Air	Air bulb	DDS (DENSO DESIGN STANDARD No.(1912))
	Wet bulb	
Motor voltage		
Condensor	Inlet Air	
	Air Velocity	

Operation :

- $M_V - Q_A$ เป็นการทดสอบ โดยการปรับเปลี่ยนแรงดันค่าแรงดันไฟฟ้าที่ Blower motor จาก DDS (DENSO DESIGN STANDARD No.(1912)) ตามลำดับ แล้วดูความสัมพันธ์กับค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร โดยปรับค่าต่างๆตาม Condition
- $N_C - Q_A$ เป็นการทดสอบเพื่อดูว่า ที่รอบ Compressor ต่างๆ ค่า Cooling Performance ที่ได้เป็นอย่างไร โดยปรับค่าต่างๆตาม Condition



รูปที่ 3.11 Cooling Performance Operation Test

3.11) Vacuum & Refrigerant Charging

ขั้นตอนในการ Vacuum และ เติมนสารทำความเย็น

อุปกรณ์ที่ใช้ในการ Vacuum และ เติมนสารทำความเย็น

1. Manifold Gauge
2. Vacuum Engine
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
4. ถังน้ำยาแอร์

1. ก่อนทำการ Vacuum ต้องตรวจสอบว่ามีสารทำความเย็นในระบบหรือไม่ ถ้ามีต้องทำการปล่อยสารทำความเย็นออกก่อน โดยการต่อท่อ Manifold Gauge เข้ากับระบบทางด้านแรงดันต่ำ (สายสีน้ำเงิน) เข้ากับ Service Valve ทางด้าน Low และต่อสายเข้าทางด้านแรงดันสูง (สายสีแดง) เข้ากับ Service ทางด้าน High จากนั้นทำการต่อสายที่เหลือคือสายสีเหลืองเข้ากับวาล์วตรงกลาง ซึ่งก่อนต่อสายเข้ากับระบบ ต้องปิดวาล์วที่ Manifold Gauge ทั้งสองวาล์วให้สนิท การปล่อยสารทำความเย็นจะปล่อยทางวาล์วด้านแรงดันต่ำ ผ่านออกทางสายกลาง (สายสีเหลือง) โดยค่อยๆเปิดวาล์วด้าน Low ที่ Manifold Gauge เพื่อปล่อยสารทำความเย็นออก

****การปล่อยสารทำความเย็นต้องทำการปล่อยออกอย่างช้าๆ ไม่ให้แรงดันสูงเกินไป โดยดูได้จาก Manifold Gauge และจะไม่ปล่อยออกทางด้าน High เพราะการปล่อยสารทำความเย็นออกที่แรงดันสูงๆและปล่อยอย่างรวดเร็ว จะทำให้น้ำมันของ Compressor ที่หมุนเวียนอยู่ในระบบออกมาด้วย ควรระวังเป็นอย่างยิ่ง**

2. เมื่อค่อยๆปล่อยสารทำความเย็นออกจนหมดแล้วให้เปิดวาล์วทั้งสองที่ Manifold Gauge จนสุด จากนั้นนำสายสีเหลืองไปต่อกับเครื่อง Vacuum แล้วเปิดเครื่อง

****สังเกตเข็มของ Manifold Gauge จะพบว่าจะชี้ต่ำกว่า 0 ซึ่งการ Vacuum ควรจะให้นานที่สุดเท่าที่จะทำได้แต่ไม่ควรจะน้อยกว่า 15 นาที เมื่อทำการ Vacuum จนได้เวลาแล้ว**

ให้ปิดวาล์วที่ Manifold Gauge ทั้งสองด้านก่อนที่จะปิดเครื่อง Vacuum แล้วทำการตรวจสอบเข็มของ Manifold Gauge ว่ามีการติ๊กกลับหรือไม่ เพื่อตรวจสอบว่าระบบรั่วหรือไม่ รอประมาณ 5 นาที แล้วจึงตรวจสอบ

หมายเหตุ ขั้นตอนที่ 1 และ 2 ณ ปัจจุบันใช้เครื่อง Refrigerant Recovery

3. การเติมนสารทำความเย็นทำได้โดย

ต่อสายกลาง (สายสีเหลือง) เข้ากับถังน้ำยาแอร์ โดยปิดวาล์วที่ Manifold Gauge ทั้งสองวาล์ว เปิดวาล์วที่ถังให้น้ำยาแอร์ไหลเข้าสาย จากนั้นค่อยๆเปิดวาล์วที่ด้าน Low ให้น้ำยาเข้าสู่ระบบ เมื่อที่ Manifold Gauge จะเริ่มขยับขึ้นเรื่อยๆจนถึงค่าหนึ่งจะหยุดขยับเพราะว่าแรงดันในระบบกับแรงดันในถังน้ำยาแอร์ใกล้เคียงกัน

เริ่มเดินเครื่องยนต์ให้รอบเครื่องประมาณ 1500 Rpm. แล้วเปิดแอร์ไปที่โหมด REC, MAX COOL , BLOWER HI แล้วดูน้ำยาแอร์ที่ไหลผ่าน Sight Glass จะเห็นเป็นฟองอากาศละเอียดๆ เกิดติดๆกันก่อนเมื่อเติมน้ำยาเข้าไปในระบบ ต่อไปฟองอากาศจะมีขนาดใหญ่ขึ้น จนถึงจุดที่ Sight Glass เริ่มใสประมาณ 100 g แล้วจึงปิดวาล์วที่ Manifold Gauge และที่ถังน้ำยาแอร์

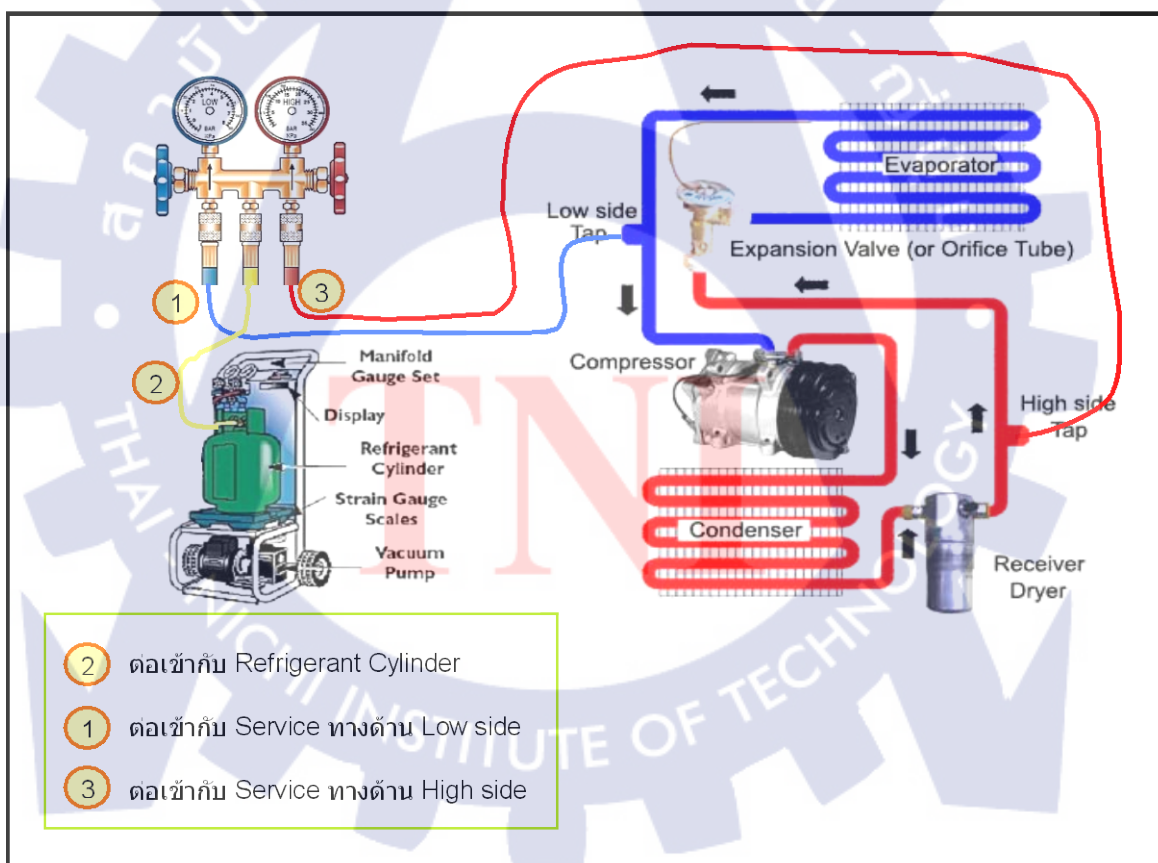
****ค่าแรงดันเมื่อระบบปกติ**

แรงดันทางด้าน

Low : 0.15 - 0.25 Mpa (1.5 - 2.5 kg/cm²)

แรงดันทางด้าน High : 1.37 - 1.57 Mpa (14 - 16 kg/cm²)

Refrigerant Charging Layout



รูปที่ 3.12 ภาพแสดง Refrigerant Charging Layout

บทที่ 4

สรุปผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่างๆ

4.1 สรุปการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 4.1 Air Flow Distribution Operation Test

Air Flow Distribution Velocity

Mode	Duct		
	Face	Foot	Def
Face	○	○	○
B/L	○	○	○
Foot	○	○	○
F/D	○	○	○
Def	○	○	○

Amount of Air flow ○ → ○ → ○ → ○

-Air Flow Distribution จากผลการทดสอบพบการกระจายตัวของลมที่ทางออกของแต่ละ Grill เป็นไปตามทฤษฎี และความต้องการตามหลักการออกแบบระบบไหลเวียนอากาศ ของ HVAC Unit โดยพิจารณาจากปริมาณการกระจายการไหลของอากาศในแต่ละ Grill ในแต่ละโหมดการทำงาน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับทฤษฎีพบว่ามีแนวโน้มที่ตรงกันจึงสรุปได้ว่า ในการทดสอบนี้ตาม Condition ที่กำหนด ดังนั้นการออกแบบ HVAC Unit นี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการออก เช่น ใช้ในโหมด DEF สำหรับไล่ฝ้าที่กระจกการกระจายลมในโหมดนี้จะมีเปอร์เซ็นต์ที่ลมออกที่ Grill DEF มากกว่า Grill อื่นๆ เพราะเมื่อเกิดฝ้าขึ้นที่กระจกต้องเปลี่ยนโหมดไปที่ DEF แล้วทำการปรับไปที่ MAX HOT เพื่อให้อากาศร้อนมาไล่ฝ้าบนกระจก ปริมาณการกระจายตัวของลมที่โหมดนี้จะมีเปอร์เซ็นต์ที่มากกว่า ซึ่งลมจะออกที่ Grill ของ DEF > FOOT > FACE ตามลำดับ เช่น ตัวอย่างการคำนวณเปอร์เซ็นต์การส่งลม

ตารางที่ 4.2 Air Flow Distribution Testing Condition

Face Mode	Grill outlet			
	DrS	DrC	PaC	PaS
Air velocity (m/s)	DDS (DENSO DESIGN STANDARD No.(1912))			
Air flow distribution (%)				

$$\text{Air flow distribution (\%)} = (A)/(A)+(B)+(C)+(D) \times 100\%$$

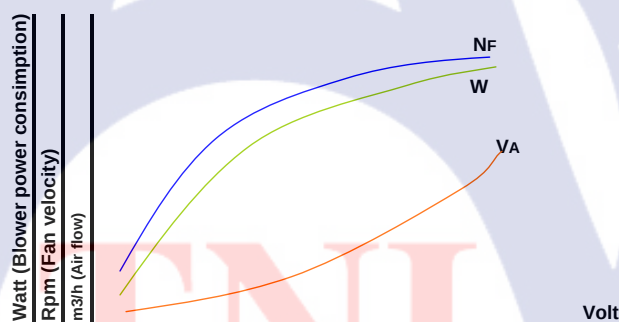
$$= \text{DDS (DENSO DESIGN STANDARD No.(1912))}$$

-Air Flow Volume จากผลการทดสอบพบว่าค่าที่ได้จากกราฟทั้งสามค่าได้แก่

W (ปริมาณการถ่ายเทความร้อนของอากาศมีหน่วยเป็น Watt)

N_F (ความเร็วรอบของ Compressor มีหน่วยเป็น Rpm)

V_A (ปริมาณการส่งลมที่ทางออกของ Grill มีหน่วยเป็น m³/s)



รูปที่ 4.1 กราฟ Air Flow Volume Operation Test

Heating Performance จากผลการทดลองพบว่าค่าที่ได้จากกราฟได้แก่

Q_w (ปริมาณการถ่ายเทความร้อนของน้ำมีหน่วยเป็น Watt)

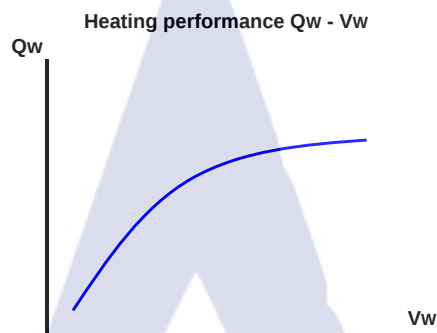
V_A (ความเร็วอากาศ)

V_w (อัตราการไหลของน้ำ)

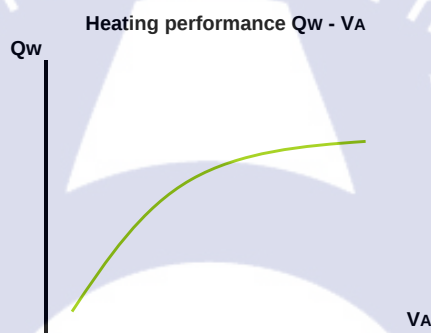
N_F (ความเร็วรอบของพัดลม Blower)

M_v (โวลต์ของมอเตอร์ Blower)

ถ้าโวลต์ของมอเตอร์ Blower เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าทั้งหมดนี้เพิ่มขึ้นตาม โดยจะเพิ่มขึ้นเป็นเส้นโค้ง แสดงว่าถ้าปริมาณลมที่ออกจากช่อง Grill เพิ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพ ความร้อนก็จะสูงขึ้นตาม



รูปที่ 4.2 กราฟ Heating Performance $Q_w - V_w$



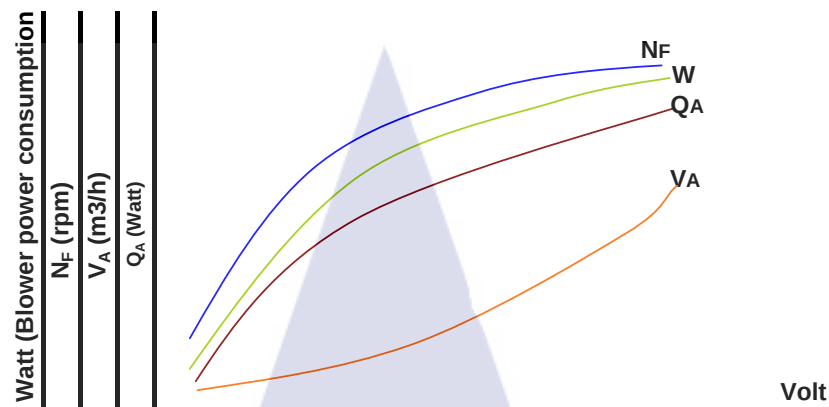
รูปที่ 4.3 กราฟ Heating Performance $Q_w - V_A$

Cooling Performance จากผลการทดลองพบว่าค่าที่ได้จากกราฟได้แก่

- M_v (โวลต์ของมอเตอร์ Blower)
- N_c (ความเร็วรอบของ Compressor)
- Q_A (ปริมาณการถ่ายเทความร้อนของอากาศมีหน่วยเป็น Watt)
- M_v (โวลต์ของมอเตอร์)
- P_s (ความดันในท่อ Suction)
- P_d (ความดันในท่อ Discharge)
- T_d (อุณหภูมิที่ทางออกของ Grill)
- L (Load ของมอเตอร์วัดจากทอร์ค)

Cooling Performance at compressor constant =

DDS (DENSO DESIGN STANDARD No.(1912))

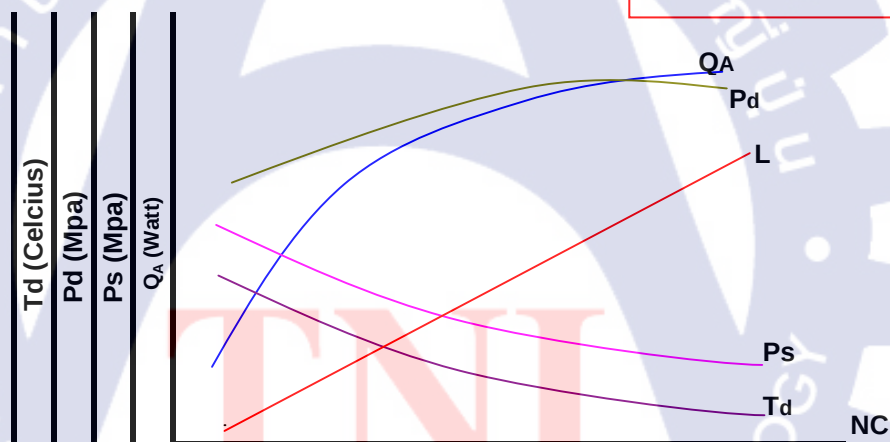


รูปที่ 4.4 กราฟ Cooling Performance at compressor

DDS (DENSO DESIGN STANDARD No.(1912))

Cooling Performance at voltage constant :

DDS (DENSO DESIGN STANDARD No.(1912))



รูปที่ 4.5 กราฟ Cooling Performance at voltage constant

DDS (DENSO DESIGN STANDARD No.(1912))

ถ้าความเร็วรอบของ Compressor (N_c) เพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณการถ่ายเทความร้อนของอากาศ (Q_A) และ Load (L) เพิ่มขึ้น ส่วนอื่นๆเช่น ความดันในท่อ Suction (P_s) , อุณหภูมิที่ทางออกของ Grill (T_d) มีแนวโน้มลดลงเมื่อความเร็วรอบ Compressor เพิ่มขึ้น ส่วนความดันในท่อ Discharge (P_d) จะมีแนวโน้มคงที่

4.2 วิเคราะห์และวิจารณ์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับวัตถุประสงค์ และจุดมุ่งหมายในการปฏิบัติงานหรือการจัดทำโครงการ

-Air Flow Distribution

- 1.มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีในการทดสอบ Air Flow Distribution ทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ
- 2.เข้าใจวิธีในการตรวจสอบ และออกแบบการกระจายตัวลมของ HVAC Unit ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละโหมดการทำงาน
- 3.สามารถอธิบายเหตุผลในการออกแบบ HVAC Unit และปัญหาที่เกิดขึ้น ผิดปกติกับ HVAC Unit

-Air Flow Volume

- 1.การทดสอบ Air Flow Volume ทำให้รู้ปริมาณลมที่ทางออกของ Grill ในโหมดต่างๆเมื่อปรับโหมดส่งลมต่างๆว่าได้ค่าตามที่ Design ไว้หรือไม่
- 2.ถ้าค่าที่ได้จากการทดสอบน้อยกว่าค่าที่ทำการ Design ที่ตั้งไว้จะต้องทำการวิเคราะห์สาเหตุ
- 3.เข้าใจในหลักการหาค่า Air Flow Volume ของ HVAC โดยคำนวณจาก Bell mouth ได้

-Heating Performance

- 1.การทดสอบ Heating Performance ทำให้รู้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของ HVAC ในโหมดเป่าเท้า (Foot) ว่าได้ค่าตามที่ Design หรือไม่
- 2.เข้าใจในวิธีการทดสอบและการหาค่า Heating Performance ของ Heater ใน HVAC ได้

-Cooling Performance

- 1.เพื่อทดสอบระบบ A/C ว่าค่า Cooling Performance จากการ Design กับค่าที่ได้จากการทดสอบต่างกันมากหรือไม่
- 2.เข้าใจในวิธีการทดสอบหาค่า Cooling Performance ของระบบ A/C ในรถยนต์ได้
- 3.สามารถดูผลการทดสอบ และวิเคราะห์ผลเบื้องต้นได้
- 4.เข้าใจในหลักการทำงานของ Product ที่เกี่ยวกับการทำความเย็น เช่น Evaporator , Condenser , Compressor

4.3 แนวทางแก้ไขปัญหหรือข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 4.3 แนวทางแก้ไขปัญหหรือข้อเสนอแนะ

Item	Article	Problem Solution
1	Tube prepare	- พิจารณาดำเนินการติดตั้งให้สามารถทำงานได้สะดวกไม่เกิดขวาง
2	Unit prepare	- ต้องเลือกจุดเจาะรูที่สามารถมองเห็นการเกิด Frost ได้ชัดเจน
3	Lay out prepare	- ควรวาง Lay out ทุกชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องในการทดสอบทั้งหมด
4	Air Flow Distribution Sub Duct FACE B/L FOOT DEF	- การทำ Duct ที่แต่ละ Grill ต้องพิจารณาทิศทางของลมด้วยเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดแรงดันของอากาศ - ในขณะที่ทำการวัดความเร็วลมที่แต่ละ Grill ต้องระวังในเรื่องของลมจากบริเวณโดยรอบเข้ามารบกวนเพราะจะทำให้ผลที่ได้จากการวัดคลาดเคลื่อน ดังนั้นต้องปรับพัดลมแอร์ในห้องให้อยู่ในระดับเบาที่สุด
5	Air Flow Volume Prepare Sub Duct + Lay out FACE FOOT DEF	- ต้อง Seal Sub-duct ให้ไม่เกิดการรั่วของระบบเพราะจะทำให้ผลที่ได้จากกาทดลองคลาดเคลื่อน - ต้องทำ Marker ที่ Control Panel เพื่อที่จะสามารถหมุนปุ่มปรับ Air Mix Door ได้ตรงกับ Condition ที่ใช้ในการทดสอบ
6	Heating Performance Prepare Heater Hose MV-QW, Va-QW Vw-QW	- การทดสอบนี้มีการใช้น้ำร้อนจาก Water Supply Unit ส่งเข้ามาในห้อง Bench Test ดังนั้นต้องตรวจสอบสภาพของสายและข้อต่อต่างๆ ว่าไม่มีการรั่วเกิดขึ้น เพราะอุณหภูมิของน้ำร้อนอาจทำให้เกิดอันตรายกับผู้ทำการทดสอบและอุปกรณ์อื่นๆ ในห้อง Bench Test ได้
7	Cooling Performance Prepare Hose Tube Lay out Prepare Sensor Refrigerant Charging MV-Qa NC-Qa	- การทดลองนี้มักจะเกิดน้ำที่บริเวณของท่อ Suction ต้องหาอุปกรณ์รองน้ำที่หยดลงจากท่อเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำหยดไปโดนอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ เพราะจะทำให้ไฟช็อตได้ - การชาร์จน้ำยาแอร์ควรตรวจสอบแรงดันที่ Manifold Gauge ด้วยเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากแรงดันที่สูงผิดปกติ
8	Result Checking & Retest	-
9	Part Investigation	-
10	Report	- ความผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูล เช่น จากการจดผิด หรือ การก๊อปปี้ข้อมูลผิด

เอกสารอ้างอิง

1. ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์ ; การทำความเย็นและปรับอากาศ ; กรุงเทพมหานคร : ถ.วิวรรณ, 2523
2. นิปปอนเดินโซ ; เครื่องปรับอากาศรถยนต์ สารทำความเย็นใหม่ R134a ; บริษัท นิปปอนเดินโซ ไทยแลนด์ เซลส์ จำกัด
3. แผนกอบรม ; คู่มือการฝึกอบรม เครื่องปรับอากาศรถยนต์ ; บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ประเทศไทย จำกัด
4. ศูนย์พัฒนาและฝึกอบรม ; ระบบทำความเย็นรถยนต์ ; บริษัท สยามกลการ จำกัด
5. Chege,James M ; Refrigeration and air conditioner ; New Jersey : Prentice-Hall,Inc.,1979.
6. Denso ; Car Air conditioners Service Manual ; Japan : Nippondenso co.,Ltd.,1987.
7. Dwinggins,boyce H ; Automotive Air Conditioning ; New York : Delmar Publishers Incorporated,1970.
8. Dossat, Roy J ; Principle of Refrigerant ; New York : John Wiley & Sons Inc.,1981.
9. Toyota ; Air Conditioning Fundamentals and repairs ; Japan : Toyota motor Corporation,1995.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล

นายพลุงเกียรติ ผิวอ่อน

วัน เดือน ปีเกิด

28 กรกฎาคม 2531

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนลาซาลโชติรวินครสวรรค์ พ.ศ. 2549

ประวัติการฝึกอบรม

TSAE Student Formula

