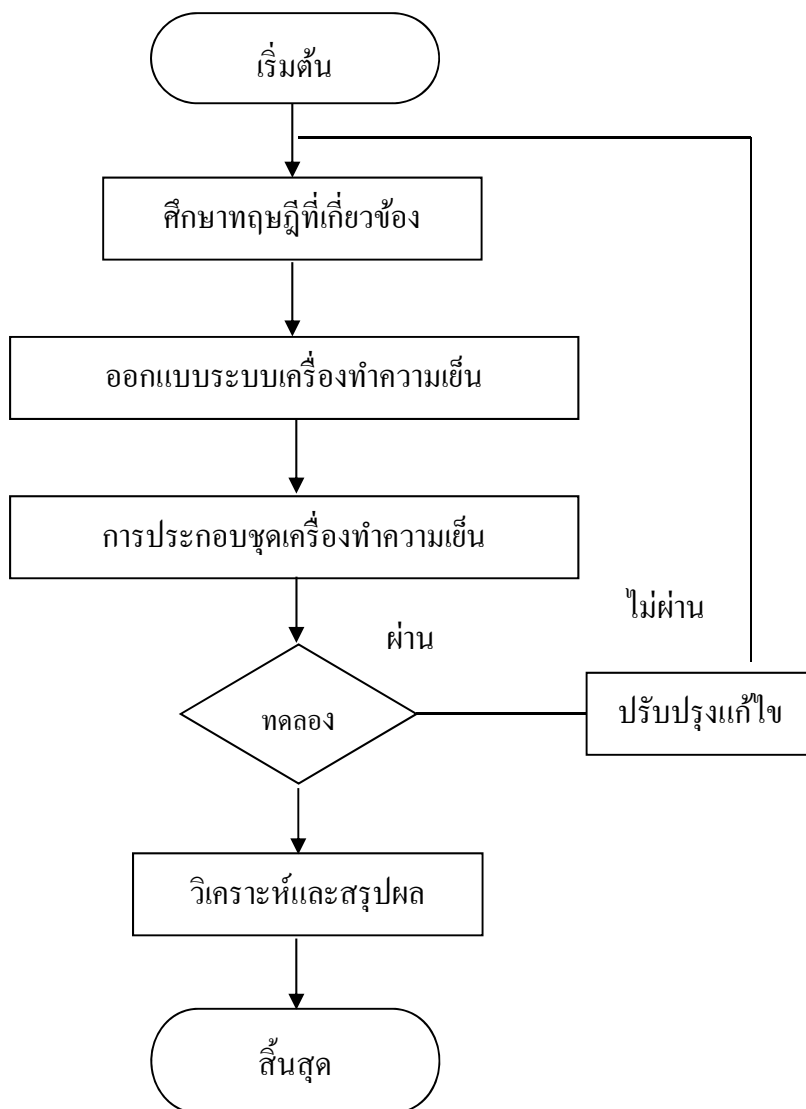


### บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

ในการดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพเครื่องทำความเย็น เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ผู้จัดทำได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

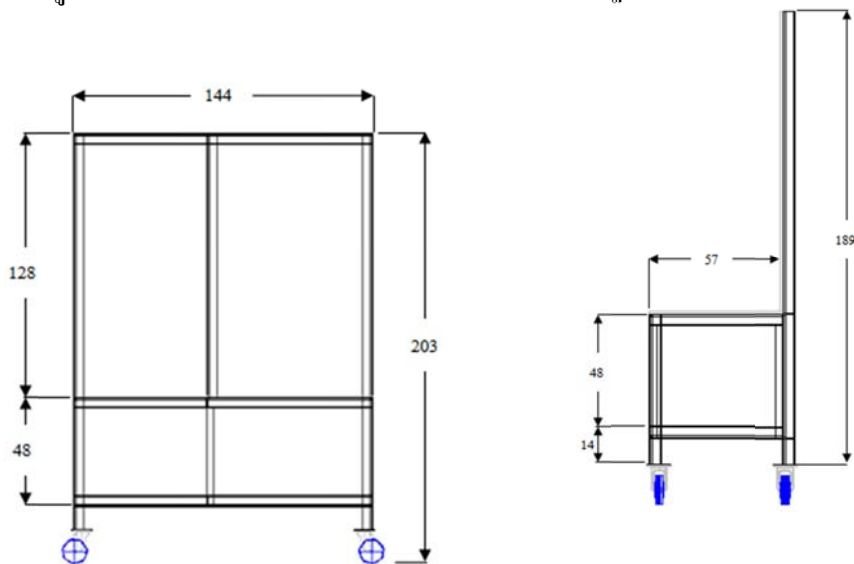
### 3.2 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้จัดทำโครงการได้ค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อนำความรู้มาเป็นพื้นฐานใช้ในการสร้างเครื่องทำความเย็นให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ค้นคว้าข้อมูลจากหนังสือเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศในเรื่องของชนิดและโครงสร้างของตู้เย็นที่มีใช้ในครัวเรือนและทางการค้าพบว่าตู้เย็น แบบ No Frost ตู้เย็นแบบมีช่องแช่แข็ง (Freezer) และแบบที่เป็นตู้สารทำความเย็นชนิดขนานกันแนบติดอยู่กับแผ่นโลหะ (Bare Pipe) ซึ่งตู้เย็นทั้ง 3 ชนิดจะติดตั้ง Evaporator ที่แตกต่างกันและอุปกรณ์ควบคุมความดันชนิดต่างๆ เช่น Capillary Tube, Thermostatic Expansion Valve, Automatic Expansion Valve, เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบชุดเครื่องทำความเย็น ให้สามารถศึกษาการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ควบคุมความดัน

### 3.3 ออกแบบเครื่องทำความเย็น

ผู้จัดทำได้ออกแบบชุดเครื่องทำความเย็นให้สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยสร้างเป็นโครงเหล็กมีล้อเลื่อนและติดตั้งอุปกรณ์ทางกลและทางไฟฟ้าเพื่อใช้ในการฝึกทักษะดังนี้ 1) การประกอบวงจรไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็น และ 2) การทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ควบคุมความดันชนิดต่างๆ กับ Evaporator ทั้ง 3 ชนิด

1. เพื่อให้เกิดความแข็งแรงรองรับน้ำหนักของอุปกรณ์ ผู้จัดทำได้ออกแบบโครงสร้างชุดฝึกทักษะเครื่องทำความเย็นโดยใช้เหล็กฉากขนาด 3.67×3.67 เซนติเมตรหนา 0.3 มิลลิเมตร โดยมีขนาดกว้าง×ยาว×สูงเท่ากับ 144×57×189 เซนติเมตรมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะ โครงสร้างชุดเครื่องทำความเย็น

2. ออกแบบตู้สแตนด์เลสภายในจัดวางชุด Evaporator 3 แบบดังนี้

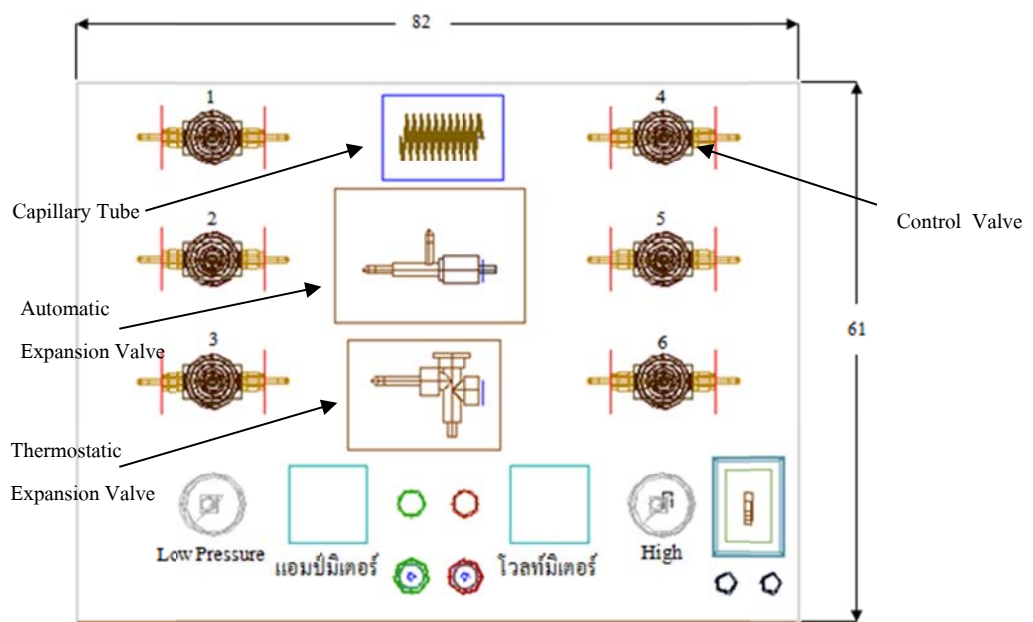
2.1 แบบ Plate Evaporator รุ่น 1640 มีขนาดกว้าง × ยาว × สูงเท่ากับ 36.5×26×15 เซนติเมตร

2.2 แบบ Fin and Tube Evaporator รุ่น KBC-1335 มีขนาดกว้าง × ยาว × สูงเท่ากับ 46×18×38 เซนติเมตร

2.3 แบบ Bare Pipe Evaporator มีขนาดกว้าง × สูงเท่ากับ 47×34 เซนติเมตร  
 ดังนั้นผู้จัดทำได้ออกแบบตู้สแตนด์เลสให้มีขนาดกว้าง × ยาว × สูงเท่ากับ 52×65×128 เซนติเมตร เพื่อจัดวางชุด Evaporator ได้ทั้ง 3 แบบ และออกแบบบานประตูของตู้สแตนด์เลสให้เป็นแบบกระจกใส เพื่อสังเกตสถานะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ Evaporator

3. ออกแบบชุด Condensing Unit ประกอบด้วย 1) คอมเพรสเซอร์ รุ่น AJ 4512 ขนาด 1 HP กระแสในพิกัด 6.5 A พร้อมเซอร์วิสลั่ว 2) แผงระบายความร้อนชนิดครีบบนระบายความร้อนด้วยอากาศขนาด กว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ 32×54×0.3 เซนติเมตร 3) พัดลมระบายความร้อนแบบเซดเดดโพลีสปีทเดี่ยว รุ่น JA2C400K Cap 1 MFD 0.25 A 4) อุปกรณ์แยกน้ำยาเหลว Accumulator รุ่น VA 355S High capacity 3.5 LBS. Di 3x13x5 นิ้ว 5) ถังพักน้ำยา Receiver Tank รุ่น 1921 พร้อมติดตั้งเซอร์วิสลั่ว Di 4x10 นิ้ว Inlet ¼ นิ้ว Outlet ¼ นิ้ว Wt, LBS. 4.5 6) ฟิเตอร์ไคเออร์ ขนาด 3/8 นิ้ว 7) ฐานรองรับชุด Condensing Unit มีขนาดกว้าง × ยาวเท่ากับ 32×54 เซนติเมตร ทำด้วยแผ่นเหล็กหนา 0.3 มิลลิเมตร

4. การออกแบบแผงยึดอุปกรณ์ทางกลมีขนาดกว้าง × สูงเท่ากับ 82×61 เซนติเมตรหนา 10 มิลลิเมตร โดยใช้วัสดุไม้อัดเคลือบขาวเพื่อรองรับอุปกรณ์เครื่องทำความเย็นรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะการออกแบบแผงยึดอุปกรณ์ทางกล

1) กำหนดตำแหน่งเพื่อติดตั้งชุดอุปกรณ์ควบคุมความดัน ซึ่งได้แก่ Capillary Tube, Automatic Expansion Valve (AEV), Thermostatic Expansion Valve (TEV)

2) กำหนดตำแหน่งเพื่อติดตั้งวาล์วควบคุมการปิด-เปิดสารทำความเย็นจำนวน 3 ตัวทางเข้า Evaporator 3 แบบ ได้แก่ Plate Evaporator (วาล์วหมายเลข 1), Fin and Tube Evaporator (วาล์วหมายเลข 2), Bare Pipe Evaporator (วาล์วหมายเลข 3) และวาล์วควบคุมการปิด - เปิดสารทำความเย็นจำนวน 3 ตัวก่อนเข้าอุปกรณ์ควบคุมความดัน 3 ชนิด Capillary Tube (วาล์วหมายเลข 4), Automatic Expansion Valve (AEV, วาล์วหมายเลข 5), Thermostatic Expansion Valve (TEV, วาล์วหมายเลข 6)

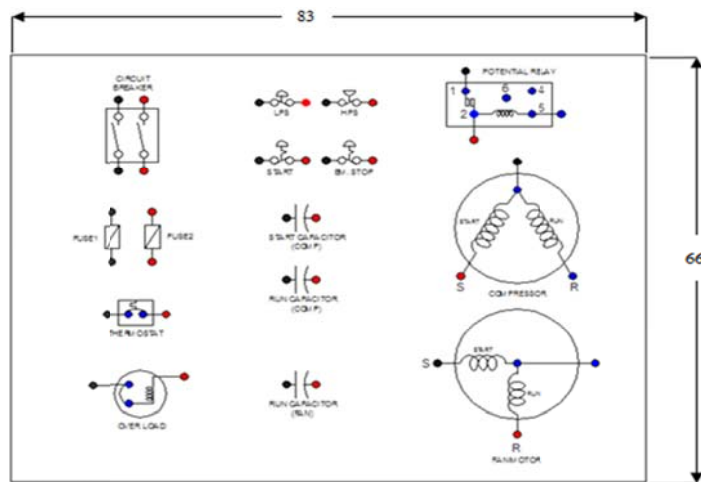
3) กำหนดตำแหน่งเพื่อติดตั้งเกจวัดความดันต่ำที่ทางเข้า Evaporator และเกจวัดความดันสูงที่ทางเข้าอุปกรณ์ควบคุมความดัน

#### 5. การออกแบบแผงยึดอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

ผู้จัดทำได้ออกแบบแผงยึดอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดกว้าง × สูงเท่ากับ 83×66 เซนติเมตรหนา 10 มิลลิเมตร ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและต่อสายไฟรอไว้ที่แจ๊คเสียบพร้อมจัดทำสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าให้สะดวกต่อการใช้ฝึกทักษะการประกอบวงจรไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็น รายการอุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบไปด้วย

- 1) คอมเพรสเซอร์ รุ่น AJ 4512
- 2) มอเตอร์พัดลมระบายความร้อน รุ่น JA2C400K
- 3) โอเวอร์โวลต์ พิกัดกระแส รุ่น MRA 8942-112
- 4) โพรเทนเซียลรีเลย์ รุ่น 820 ARR3A88 (3ARR3CU3AT12)
- 5) โล-ไฮ เพรชเซอร์ คอลโทรล
- 6) เทอร์โมสแตท รุ่น N2-0119 (A10 2502) อุณหภูมิ -10 ถึง -22 °C
- 7) คาปาซิเตอร์ รัน รุ่น 15 MFD 370V, คาปาซิเตอร์สตาร์ท รุ่น 108-130 MFD 370V
- 8) สวิตช์เปิด-ปิด
- 9) เบรกเกอร์ ขนาด 15 A
- 10) สวิตช์ฉุกเฉิน
- 11) เครื่องมือวัดไฟฟ้าได้แก่ แอมป์มิเตอร์ขนาด 0-30 A และ โวลต์มิเตอร์ขนาด 0-300 V

แสดงสัญลักษณ์และการต่อสายไฟที่แจ๊คเสียบ รายละเอียดดังรูปที่ 3.5

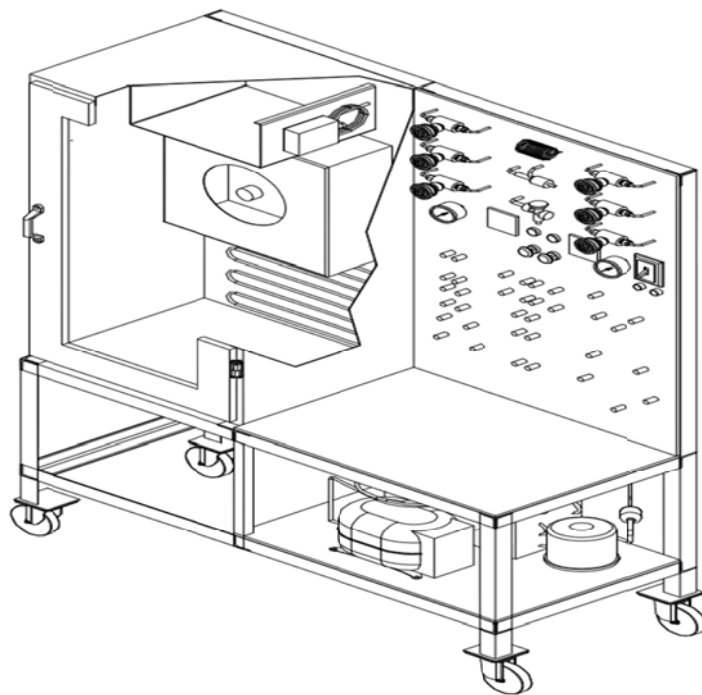


รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าชุดเครื่องทำความเย็น

### 3.4 การประกอบและติดตั้งเครื่องทำความเย็น

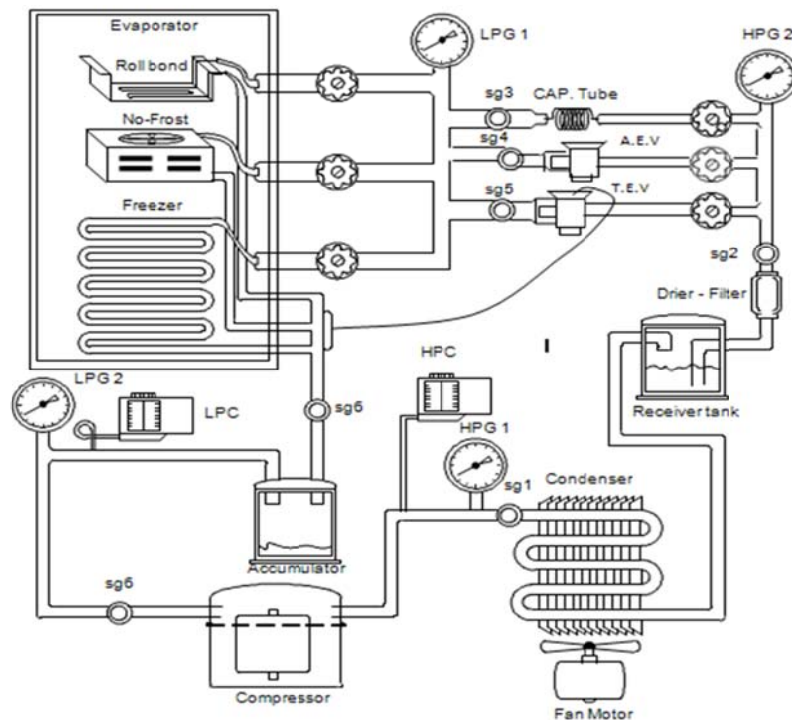
หลังจากออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ทางกลและทางไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ผู้จัดทำจึงได้ดำเนินการประกอบเครื่องทำความเย็นซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ประกอบ โครงสร้างชุดเครื่องทำความเย็นมีขนาด 145×57×180 เซนติเมตร ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 3.5

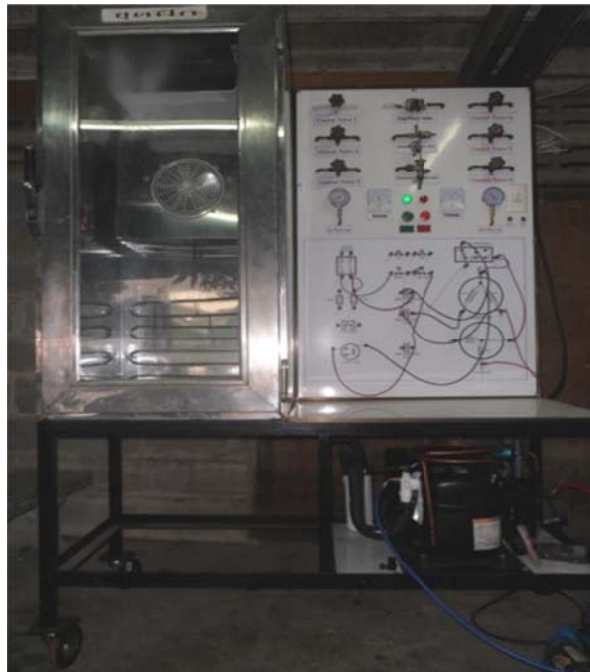


รูปที่ 3.5 ภาพรวมเครื่องทำความเย็น

2. ติดตั้งตู้สแตนเลส ขนาด 52×65×128 เซนติเมตร ภายในติดตั้ง Evaporator ทั้ง 3 แบบ
3. ติดตั้งชุด Condensing Unit ขนาด 32×54×0.3 เซนติเมตร ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์, แผงระบายความร้อน, พัดลมระบายความร้อน, อุปกรณ์แยกน้ำยาเหลว, ถังพักน้ำยา, ฟิลเตอร์ไดเออร์
4. ต่อท่อประกอบวงจรทางกล
5. ตรวจสอบหารอยรั่วในระบบวงจรทางกลชุดทำความเย็นโดยอัดไนโตรเจนเข้าไปในระบบประมาณ 200-250 psig แล้วใช้ฟองสบู่หยอดตามรอยเชื่อม ถ้ามีรอยรั่วฟองสบู่จะโตขึ้น เมื่อพบรอยรั่วให้ทำการปล่อยไนโตรเจนออกจากระบบก่อนทำการเชื่อมรอยรั่ว
6. การประกอบและติดตั้งชุดเครื่องทำความเย็นที่สมบูรณ์ทั้งทางกลและทางไฟฟ้าดังรายละเอียดข้างต้นโดยกำหนดให้ Condensing Unit ติดตั้งบริเวณด้านล่างเพื่อความเหมาะสมในการระบายความร้อนแสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะการประกอบท่อเข้ากับอุปกรณ์ทางกล



รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องทำความเย็น

### 3.5 การทำสุญญากาศในระบบทำความเย็น

- 1) ต่อสายเติมสารทำความเย็นทั้งสามเส้นเข้าที่เกจแมนิโฟลด์ให้ถูกต้อง
- 2) ปิดวาล์วที่เกจแมนิโฟลด์ทั้ง 2 ด้าน
- 3) ต่อสายเติมสารทำความเย็นด้านความดันต่ำ (สายสีน้ำเงิน) เข้าที่ด้านความดันต่ำของระบบทำความเย็น
- 4) ต่อสายเติมสารทำความเย็นด้านความดันสูง (สายสีแดง) เข้าที่ด้านความดันสูงของระบบทำความเย็น
- 5) ต่อสายเติมสารทำความเย็นสายกลาง (สายสีเหลือง) เข้าที่เครื่องทำสุญญากาศ
- 6) เปิดวาล์วที่เกจแมนิโฟลด์ทั้ง 2 ด้าน
- 7) เปิดสวิตช์ให้เครื่องทำสุญญากาศทำงาน
- 8) ให้เครื่องทำสุญญากาศทำงานประมาณ 30 นาที แล้วดูเข็มของCompound Gauge (เกจสีน้ำเงิน) จะต้องชี้ที่ 29.92 นิ้วปรอท (in.Hg) จึงแสดงว่าระบบเป็นสุญญากาศแล้ว
- 9) ปิดวาล์วที่เกจแมนิโฟลด์ทั้ง 2 ด้านแล้ว ปิดสวิตช์ให้เครื่องทำสุญญากาศหยุดทำงานประมาณ 10 นาที และสังเกตเข็มของ Compound Gauge เลื่อนขยับกลับมาที่ตำแหน่ง 0 หรือไม่ถ้าดีกลับมาที่ตำแหน่ง 0 แสดงว่ามีรอยรั่ว ให้ตรวจสอบหารอยรั่วและแก้ไขก่อนทำสุญญากาศระบบใหม่และถ้าเข็มอยู่ตำแหน่งเดิมแสดงว่าระบบไม่รั่ว เป็นการสิ้นสุดขบวนการการทำสุญญากาศที่สมบูรณ์และเตรียมขั้นตอนการเติมสารทำความเย็นต่อไป

### 3.6 การเติมสารทำความเย็นในระบบชุดเครื่องทำความเย็น

1) ถอดสายกลาง (สายสีเหลือง) ที่ต่อกับเครื่องทำสูญญากาศออกและนำมาต่อเข้ากับจุดต่อที่วาล์วของถังสารทำความเย็น R-12

2) ไล่อากาศในสายกลาง (สายสีเหลือง) ออก ทำได้โดยการเปิดวาล์วที่ถังสารทำความเย็น R-12 และคลายเกลียวปลายสายที่ต่อเข้ากับเกจแมนิโพลด์ออกพอมีเสียงอากาศรั่วออกได้นานประมาณ 3-4 วินาที แล้วขันเกลียวเข้าให้แน่น

3) เปิดวาล์วทางด้าน Compound Gauge ให้สารทำความเย็นไหลเข้าในระบบจนความดันทั้ง 2 ด้าน มีค่าประมาณ 20 psig เท่ากันแล้วปิดวาล์ว

4) เปิดสวิตช์เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ระบบทำงานพร้อมทั้งใช้แอมมิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้า ต้องไม่เกินค่า Full load ampere หรือค่ากระแส FLA

5) เปิดวาล์วทางด้าน Compound Gauge เพื่อให้สารทำความเย็นไหลเข้าทางด้านความดันต่ำอย่างช้าๆ โดยทำการเปิดวาล์วที่ชุดควบคุมทางเข้า Evaporator ทั้ง 3 ตัว และเปิดวาล์วที่ทางเข้าชุดอุปกรณ์ควบคุมความดันทั้ง 3 ตัว เพื่อให้สารทำความเย็นกระจายทั่วทั้งระบบ

6) เติมสารทำความเย็นจนกระทั่งอ่านค่าความดันด้านความดันด้านความดันต่ำ อยู่ในช่วง 12 psig และความดันทางด้านความดันสูงอยู่ในช่วงประมาณ 180-200 psig (ในสภาวะอากาศปกติ ที่ไม่สามารถควบคุมตัวแปรอุณหภูมิได้)

7) ปิดวาล์วทางด้าน Compound Gauge และทดลองให้ระบบทำงานประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อสังเกตความพอเพียงของปริมาณสารทำความเย็น โดยสังเกตจาก

7.1) กระแส Run ของมอเตอร์ Compressor ไม่เกินพิกัดจาก Name Plate ที่กำหนด

ขนาด 6.5 amp ความดันทาง Low Side Pressure ที่ 12 psig อุณหภูมิที่ Evaporator จะมีค่าเท่ากับ 6 °F ส่วนทางด้าน High Side Pressure อยู่ในช่วงประมาณ 180-200 psig จะมีค่าประมาณเมื่อเทียบเป็นองศาแล้วเท่ากับ 30-35 °F สูงกว่าอุณหภูมิรอบตัว (Ambient Temperature) ที่ลมหรืออากาศพัดผ่านเข้าคอนเดนเซอร์

7.2) อุณหภูมิที่ Evaporator ชนิด Plate Evaporator ประมาณ 6 °F ปริมาณสารทำความเย็นที่ 12 psig จากตารางเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิและแรงดันของสารทำความเย็น R-12