

๒๕๓,๔๕๖

๒,๕๑๕

๗๖

การสร้างชุดบริการสารสนเทศความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

ปริญญานิพนธ์

ของ

ปริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม ๒๕๔๓

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.คทา ชื่นดา)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.คทา ชื่นดา)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ วิโรจน์ เอ็งสุโสภณ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่ ๖ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2543

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำอย่างดียิ่ง
จาก ดร.คทา ชื่นตา ดร. อุปวิทย์ สุวคันธกุล ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร อาจารย์วีโรจน์ เอ็งสุโสภณ
ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณอาจารย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและความรู้แก่ผู้วิจัย จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

บริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการค้นคว้า	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
สมมุติฐานในการวิจัย	5
2 เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ	7
การทำความเย็น	7
วงจรทำความเย็นและปรับอากาศ	7
หลักการทำงานของวงจรทำความเย็น	8
การตรวจสอบรอยรั่วในระบบ	9
การทำสุญญากาศของระบบ	14
การบรรจุหรือการบริการสารทำความเย็นของระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	18
ระบบนิวเมติกส์	24
ชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุม โดยระบบนิวเมติกส์	25
ศึกษาการออกแบบโครงสร้างและการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ	25
สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุม โดยระบบนิวเมติกส์	27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	29
เครื่องมือที่ใช้การวิจัย	30
สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	31
การดำเนินการวิจัย	31
การวิเคราะห์ข้อมูล	41

สารบัญ

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	43
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบ นิวเมติกส์	43
ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	48
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	50
จุดมุ่งหมายในการวิจัย	50
ความสำคัญในการวิจัย	50
สมมุติฐานในการวิจัย	50
การดำเนินการวิจัย	50
สรุปผลการวิจัย	51
อภิปรายผล	51
ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	55
ก ส่วนประกอบของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ...	56
ข คู่มือการใช้ชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์	65
ค แบบประเมิน สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบ นิวเมติกส์	71
ง หนังสือขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย	76
ประวัติผู้วิจัย	89

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์	43
2 การวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์	44
3 การวิเคราะห์ลักษณะการบำรุงรักษาของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์	45
4 การวิเคราะห์ลักษณะความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์	46
5 การวิเคราะห์สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์	47
6 จัดลำดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 16 ท่าน ที่มีต่อสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์	48

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1 อุปกรณ์หลักของเครื่องทำความเย็น	7
2 หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็น	9
3 การตรวจสอบการรั่วโดยแช่ลงในน้ำ	10
4 การตรวจสอบการรั่วโดยใช้ฟองสบู่	11
5 ตะเกียงตรวจสอบการรั่ว	12
6 เครื่องตรวจสอบการรั่วอิเล็กทรอนิกส์	13
7 แสดงเครื่องปั๊มสุญญากาศที่ใช้ในการทำสุญญากาศ	15
8 การทำสุญญากาศ	16
9 แสดงการบรรจุน้ำยาในสถานะแก๊สเข้าสู่ในระบบทางด้านความดันต่ำ	19
10 แสดงการบรรจุสารทำความเย็นเหลวเข้าสู่ในระบบโดยน้ำหนักร	21
11 แสดงค่าความดันในระบบของตู้เย็นที่ใช้ในครัวเรือนใช้น้ำยาฟรีออน (R-12)	22
12 แสดงค่าความดันในระบบของเครื่องปรับอากาศ	22
13 การออกแบบโครงสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์	26
14 การสร้างต้นแบบการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ	26
15 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	32
16 รูปแบบการออกแบบภายนอก	33
17 การสร้างต้นแบบการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ	36
18 วงจรควบคุมไฟฟ้า ในชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์	37
19 วงจรควบคุมไฟฟ้า ในชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์	38

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยในปัจจุบันได้มีความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านวิชาการและเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จะมีการพัฒนาருคหน้าไปได้ไกลกว่าทางด้านอื่นๆ ในวงการอุตสาหกรรม เครื่องจักร และอุปกรณ์ของโรงงานอุตสาหกรรม จะมีส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์อยู่ด้วยเสมอ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องนำเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศมาติดตั้งในโรงงาน สำนักงาน รถยนต์ ตลอดจนบ้านพักอาศัย เป็นผลมาจากสภาวะแวดล้อมของอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น

การประหยัดพลังงานในการปรับอากาศในอาคารต่างๆ จะได้ผลเต็มที่ขึ้นอยู่กับการออกแบบอาคารให้เป็นอาคารที่ประหยัดพลังงานในการปรับอากาศที่ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์และจากภายนอกเข้าไปได้น้อย แต่ยังมีความร้อนที่เกิดจากดวงไฟฟ้า และอุปกรณ์ภายในอาคาร จึงมีการออกแบบระบบปรับอากาศ โดยการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องมีการติดตั้งถูกต้องเรียบร้อย มีการทดสอบการใช้งาน และการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศเป็นอย่างดี การประหยัดพลังงานในการปรับอากาศจะไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร หรือไม่ได้ผลดีเลยหากขาดองค์ประกอบที่กล่าวข้างต้นไป อย่างใดอย่างหนึ่ง

ข้อพิจารณาที่สำคัญยิ่งอีกประการหนึ่งในการดำเนินการให้ประหยัดพลังงานในการปรับอากาศคือความคุ้มค่าในการลงทุน ผู้ออกแบบระบบปรับอากาศจะต้องพิจารณาเลือกใช้มาตรการประหยัดพลังงานที่ลดค่าลงทุน หรือไม่ต้องลงทุนเพิ่ม หรือลงทุนแล้วคุ้มค่าการลงทุนเท่านั้น การกำหนดตำแหน่งห้องเครื่องที่เหมาะสม จะช่วยลดค่าลงทุนแล้วประหยัดพลังงาน การเลือกใช้สีขาวทาอาคารแทนการใช้สีเข้ม จะช่วยประหยัดพลังงานโดยไม่ต้องลงทุนเพิ่ม และการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศเย็นที่จะทิ้งกับอากาศร้อนจากภายนอกที่นำเข้ามาแทนที่ หรือการใช้หอผึ่งน้ำขนาดใหญ่ขึ้น เป็นการประหยัดพลังงานที่คุ้มค่าลงทุนที่เพิ่มขึ้น (ไพบูลย์ หังสพฤกษ์. 2540 : 351)

มีการพัฒนานำเอาแรงดันลมมาใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมที่เป็นระบบอัตโนมัติ เนื่องจากการประหยัดแรงงานและพลังงานที่ใช้ ส่วนมากเราเรียกระบบแรงดันลมนี้ว่า ระบบนิวเมติกส์ โครงสร้างของระบบนิวเมติกส์ มีอุปกรณ์บังคับแรงดันลมแบบง่ายๆ มีความปลอดภัยในการทำงานสูง เพราะมีอุณหภูมิการทำงานต่ำ เครื่องจักรที่ใช้พลังงานแรงดันลม จะมีราคาถูกกว่าระบบอื่นๆ เช่น ระบบไฮดรอลิก ที่ใช้น้ำมันมาเป็นตัวควบคุมแรงดัน การบำรุงรักษา และการควบคุมของระบบแรงดันลม หรือนิวเมติกส์ยังง่ายต่อการดัดแปลง เช่น วาล์ว ควบคุมแรงดันลม สามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าในการบังคับทิศทางและช่วงห่างของระยะทางได้ (ปานเพชร ชินินทร และคณะ. 2535 : 9)

การทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศประกอบด้วย ประกอบด้วย วงจรน้ำยา หรือวงจรสารทำความเย็น ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นตามวัฏจักร โดยมีอุปกรณ์ต่างๆ มาควบคุมแรงดันให้ได้ตามกำหนดในทางกล และมีวงจรไฟฟ้ามาควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ บุคลากร ที่มีความรู้ความสามารถ ที่จะติดตั้งตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ จะต้องมีความรู้วิชาชีพที่เป็นอย่างดี กล่าวคือ ต้องให้มีความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ควบคู่กันไป จึงสามารถผลิตบุคลากรให้มีประสิทธิภาพ ออกไปประกอบอาชีพได้ ซึ่งความรู้เหล่านี้ได้บรรจุลงในหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานช่างไฟฟ้า กรมอาชีวศึกษา ในวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ (กรมอาชีวศึกษา. 2540 : 8)

จะเห็นได้ว่า ทางด้านวงการอุตสาหกรรม หรือวงการศึกษามิงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศอยู่ด้วย ภาคปฏิบัติการติดตั้ง ซ่อมแซมบำรุงรักษา มีอยู่ทุกวงการ โดยเฉพาะงานบริการหรือเดิมสารทำความเย็นเข้าไปในระบบวงจรเพราะเป็นส่วนประกอบสำคัญ ในการทำงานของเครื่องทำความเย็น และเครื่องปรับอากาศทุกชนิด ก่อนการบรรจุสารทำความเย็นเข้าระบบ จะต้องมีการไล่อากาศที่ค้างอยู่ในสายกลางของเกจแมนิโฟลด์ โดยคลายเกลียวปลายสายด้านติดกับเกจแมนิโฟลด์ออกแล้วปล่อยให้สารทำความเย็นในท่อไล่อากาศออกทิ้งทุกครั้ง (สมศักดิ์ สุโขทัยกุล. 2539 : 369)

จากสาเหตุในการบริการหรือเดิมสารทำความเย็น ลำดับขั้นการทำงานจะต้องมีการตรวจสอบการรั่ว การทำสุญญากาศ แล้วจึงบริการหรือเดิมสารทำความเย็น จึงจะครบกระบวนการทำงาน ของวงจรสารทำความเย็น ของเครื่องทำความเย็นหรือเครื่องปรับอากาศ การที่ต้องทำการตรวจสอบรอยรั่ว การทำสุญญากาศตลอดจนต้องปล่อยสารทำความเย็นในสายกลางทิ้งออกภายนอกเพื่อไล่อากาศในสายกลางทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเวลา และสารทำความเย็นที่ถูกล้างไป

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยคาดว่าจะแก้ปัญหาในการลดเวลาการปฏิบัติงานและการสูญเสียสารทำความเย็น ในระบบวงจรสารทำความเย็น โดยการสร้างชุดบริการสารทำความเย็นและปรับอากาศควบคุมโดย ระบบนิวเมติกส์ขึ้น ซึ่งคุณสมบัติของชุดบริการสารทำความเย็นนี้จะทำงานต่อเนื่องจาก 1. การทำสูญญากาศ 2. การตรวจสอบรอยรั่ว 3. การบริการหรือเพิ่มสารทำความเย็น 4. ประหยัดเวลา 5. ลดการสิ้นเปลืองของสารทำความเย็น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์
2. เพื่อทดสอบและประเมินสมรรถนะ ของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้ชุดบริการสารทำความเย็นที่ทำงานต่อเนื่องจากการทำสูญญากาศ การตรวจสอบรอยรั่ว การบริการหรือเติมสารทำความเย็น ประหยัดเวลาและลดการสิ้นเปลืองของสารทำความเย็น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ มีขอบเขตการทดลองโดยใช้กับอุปกรณ์เครื่องทำความเย็น ของเครื่องปรับอากาศในบ้านไม่เกิน 36,000 Btu. (3 ตัน) เครื่องปรับอากาศรถยนต์ และตู้เย็นโดยกลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรที่ศึกษา ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญงานทำความเย็น และปรับอากาศในสถานประกอบการ และคณาจารย์ที่ทำการสอนวิชาเครื่องทำความเย็น และปรับอากาศจากวิทยาลัยเทคนิค ในกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 16 คน โดยใช้วิธีสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง จากสถานประกอบการที่ทำงานเกี่ยวกับงานทำความเย็นและปรับอากาศ จำนวน 6 บริษัทๆ ละ 1 คน รวม 6 คน และคณาจารย์จากวิทยาลัยเทคนิคในกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 5 สถานศึกษาๆ ละ 2 คน รวม 10 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น หมายถึง เครื่องบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

2.2 ตัวแปรตาม หมายถึง สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ใน 4 ด้าน ดังนี้

2.2.1 ลักษณะทางกายภาพของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

2.2.2 ลักษณะการใช้งานของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

2.2.3 ลักษณะการบำรุงรักษาของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

2.2.4 ความเหมาะสมการนำไปใช้งานของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดบริการสารทำความเย็น หมายถึง เครื่องเติมหรือบรรจugarสารทำความเย็นเข้าในอุปกรณ์ของระบบวงจรสารทำความเย็น ได้แก่ ระบบวงจรสารทำความเย็นเครื่องปรับอากาศในบ้านไม่เกิน 36,000 Btu. (3 ตัน) ระบบวงจรสารทำความเย็นรถยนต์ และระบบสารทำความเย็นของตู้เย็น

2. ระบบนิวเมติกส์ หมายถึง ระบบลมอัดที่เปลี่ยนรูปเป็นพลังงานกลมาควบคุมแรงดันให้อุปกรณ์ของระบบเคลื่อนที่ไปตามที่ต้องการได้

3. วาล์วนิวเมติกส์ หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัดที่นำมาใช้ควบคุมการไหลของสารทำความเย็น

4. ชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ หมายถึง ชุดที่สามารถทำเป็นสูญญากาศ ตรวจสอบการรอยรั่วในระบบและการเติมหรือบรรจugarสารทำความเย็นในวงจรระบบทำความเย็น โดยใช้วาล์วนิวเมติกส์มาควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ

5. สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น หมายถึง ความสามารถในการทำงานของชุดบริการสารทำความเย็นได้สมบูรณ์ ซึ่งจัดกลุ่มสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็นได้ 4 ด้าน ดังนี้

5.1 ลักษณะทางกายภาพ หมายถึง ขนาดของเครื่อง ความสวยงามของการติดตั้งอุปกรณ์ มีความแข็งแรง ปลอดภัยขณะใช้งาน และการออกแบบได้อย่างเหมาะสม

5.2 ลักษณะการใช้งาน หมายถึง ความสามารถการทำงานในระบบได้สะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา และการสิ้นเปลืองของสารทำความเย็น

5.3 ลักษณะการบำรุงรักษา หมายถึง การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงาน การประกอบอุปกรณ์ไม่ก่อให้เกิดชำรุดเสียหาย ซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุดได้ง่าย อุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องหาง่าย

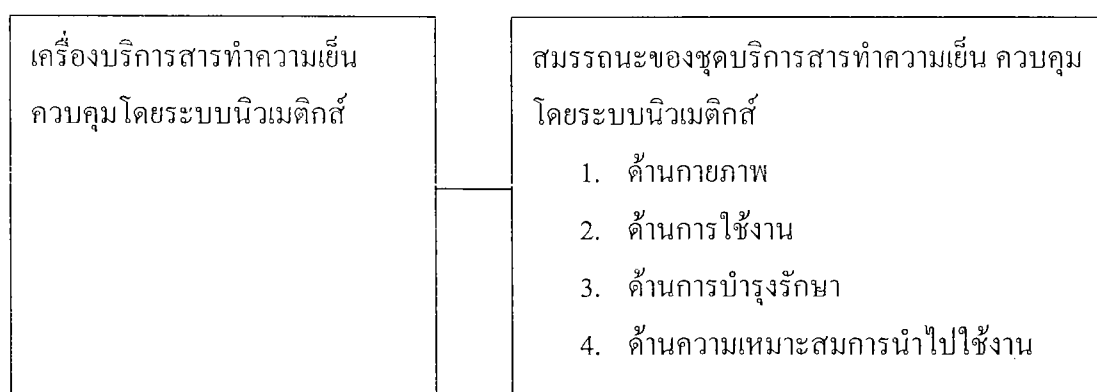
5.4 ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน หมายถึง สามารถนำไปใช้งานได้ในห้องเรียน โรงฝึกงานหรือนอกสถานศึกษา และความสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย

6. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่ปฏิบัติงานด้านเครื่องทำความเย็น และปรับอากาศในสถานประกอบการ หรือผู้ที่ทำการสอนวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศในสถานศึกษา วิทยาลัยเทคนิคในกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

สมมุติฐานในการวิจัย

สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ อยู่ในระดับดี

สรุปเป็นกรอบความคิด (conceptual framework) ได้ดังนี้



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์
ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ
 - 1.1 การทำความเย็น
 - 1.2 วงจรเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ
 - 1.3 หลักการทำงานของวงจรเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ
 - 1.4 การตรวจรอยรั่วของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ
 - 1.5 การทำสูญญากาศของระบบทำความเย็นและปรับอากาศ
 - 1.6 การบริการสารทำความเย็นของระบบทำความเย็นและปรับอากาศ
2. ระบบนิวเมติกส์
3. ชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์
 - 3.1 ศึกษาการออกแบบโครงสร้างและการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ
 - 3.2 สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

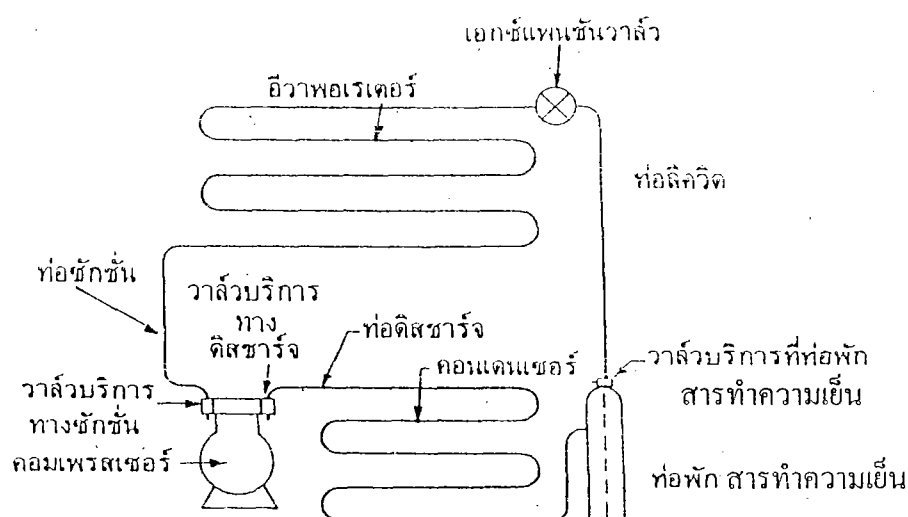
เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

1.1 การทำความเย็น

โดยทั่วไปความหมายของคำว่า “การทำความเย็น” หมายถึง กระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็น เช่นการดึงเอาปริมาณความร้อนจากอากาศในห้องปรับอากาศ หรือ ภายในตู้เย็นออกไประบายทิ้งภายนอก ทำให้อากาศภายในมีอุณหภูมิลดต่ำลง

1.2 วงจรเครื่องทำความเย็น และปรับอากาศ

วงจรเครื่องทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ เป็นวงจรของระบบการทำความเย็นแบบ อัดไอ (vapor compression system) ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 อุปกรณ์หลักของเครื่องทำความเย็น

1.2.1 อุปกรณ์หลักของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

1. อีวาพอเรเตอร์ ทำหน้าที่ในการดูดซับปริมาณความร้อนจากบริเวณหรือเนื้อที่ต้องการทำความเย็น ขณะที่สารทำความเย็น (refrigerant) ภายในตรงบริเวณต่อที่ระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส จะดูดซับปริมาณความร้อนผ่านผิวท่อทางเดินสารทำความเย็นเข้าไปยังสารทำความเย็นภายในระบบ ทำให้อุณหภูมิรอบๆ อีวาพอเรเตอร์ลดลง

2. คอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่ในการดูดสารทำความเย็นในสถานะที่เป็นแก๊ส โดยดูดแก๊สที่มีอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำจากอีวาพอเรเตอร์ และเพิ่มให้มีความดันและอุณหภูมิสูงจนถึงจุดที่แก๊สพร้อมที่จะควบแน่นเป็นของเหลวเมื่อมีการถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็น

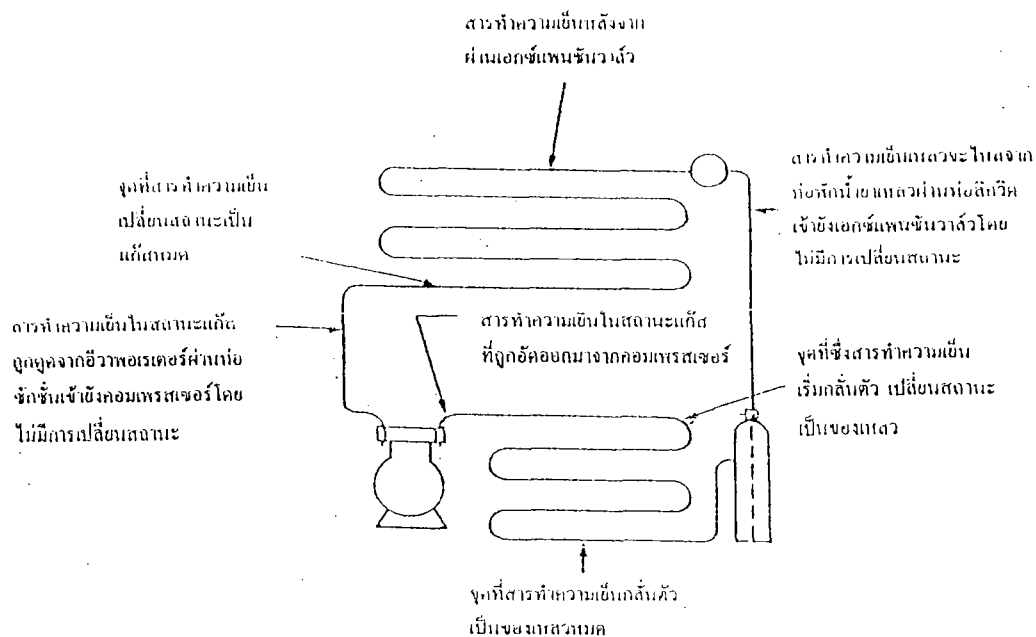
3. คอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่ให้สารทำความเย็นในสถานะที่เป็นแก๊สกลั่นตัวเป็นของเหลวด้วยการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น กล่าวคือสารทำความเย็นในสถานะแก๊สที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ซึ่งถูกเพิ่มความดันมาจากคอมเพรสเซอร์ เมื่อถูกระบายความร้อนแผ่ ออก จะกลั่นตัวเป็นของเหลวแต่ยังคงมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่

4. ท่อพักสารทำความเย็นเหลว สารทำความเย็นเหลวมีความดันและอุณหภูมิสูง ซึ่งกลั่นตัวมาแล้วจากคอนเดนเซอร์จะถูกส่งเข้ามาพักในท่อพักสารทำความเย็นก่อนส่งไปยังเอ็กซ์แพนชันวาล์วอีกทีหนึ่ง

5. เอ็กซ์แพนชันวาล์ว ทำหน้าที่ในการควบคุมการไหลของสารทำความเย็นเหลวที่ผ่านเข้าไปยังอีวาพอเรเตอร์ โดยการลดความดันของสารทำความเย็นให้ต่ำลงจนสามารถระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นไอ ได้ที่อุณหภูมิต่ำในอีวาพอเรเตอร์

1.3 หลักการทำงานของวงจรทำความเย็น

หลักการทำงานของวงจรทำความเย็น ดังแสดงในภาพประกอบ 2 เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานจะทำให้สารทำความเย็นในสถานะแก๊ส ออกจากคอมเพรสเซอร์มีความดันสูง และอุณหภูมิสูง ไหลผ่าน คอนเดนเซอร์ จะทำให้สารทำความเย็นในสถานะที่เป็นแก๊สกลั่นตัวเป็นของเหลวความดันสูง เพราะมีการระบายความร้อนแผ่ ออก อุณหภูมิก็ยังสูงอยู่ ก็จะถูกส่งเข้าไปยังท่อพักสารทำความเย็น ผ่านไปยังเอ็กซ์แพนชันวาล์ว โดยที่เอ็กซ์แพนชันวาล์ว จะทำหน้าที่ควบคุมการไหลของสารทำความเย็น ทำให้สถานะของเหลวความดันสูง เป็นสารทำความเย็น ความดันต่ำ ไหลผ่านอีวาพอเรเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ดูดซับปริมาณความร้อน เปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สความดันต่ำไหลไปยังคอมเพรสเซอร์ จะทำหน้าที่เพิ่มความดันให้สารทำความเย็นสถานะแก๊สความดันต่ำเป็นสถานแก๊สความดันสูงต่อไป



ภาพประกอบ 2 หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็น

1.4 การตรวจสอบรอยรั่วในระบบ (สมศักดิ์ สุโมทยกุล. 2539 : 359-363)

หลังจากการติดตั้งหรือถอดประกอบชิ้นส่วนใด ๆ ของระบบเครื่องทำความเย็นแล้ว จะต้องตรวจสอบรอยรั่วตามจุดต่อต่าง ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าจุดต่อเหล่านั้นไม่รั่ว ก่อนที่จะทำสุญญากาศและบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบต่อไป วิธีการตรวจรั่วอาจแตกต่างกันไปตามชนิดของสารทำความเย็นที่ใส่ที่เพิ่มเข้าในระบบเพื่อใช้ในการตรวจรั่ว ซึ่งการตรวจรั่วมีหลัก 2 ประการ คือ

1. ทำสุญญากาศระบบเพื่อตรวจสอบการรั่ว ทำโดยเมื่อทำสุญญากาศระบบแล้ว ให้ปิดวาล์วแก๊สแมนิโฟลด์ทิ้งไว้ประมาณ 8-24 ชั่วโมง แล้วดูว่าเข็มของเกจสูงขึ้นหรือไม่ ถ้าเข็มเกจสูงขึ้น แสดงว่าระบบรั่ว จำเป็นต้องหาจุดที่รั่วและแก้ไขใหม่ ถ้าเข็มเกจไม่สูงขึ้น แสดงว่าระบบไม่รั่ว สามารถบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบต่อไปได้ วิธีทำสุญญากาศระบบเพื่อการตรวจรั่วนี้ไม่นิยมปฏิบัติกันต่อเนื่องจากจะต้องหาจุดที่รั่วอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นการเสียเวลามาก

2. เพิ่มความดันเข้าในระบบเพื่อตรวจสอบการรั่ว ในการเพิ่มความดันของแก๊สเข้าในระบบนั้น อาจใช้แก๊สไนโตรเจนหรือฟร็อน (R-12, R-22) เพิ่มเข้าไปก็ได้ ซึ่งการเพิ่มแก๊สเข้าในระบบเพื่อการตรวจรั่ว กระทำเป็น 3 ขั้นตอน คือ

2.1 เพิ่มแก๊สเข้าในระบบประมาณ 20-30 ปอนด์ / ตารางนิ้ว เป็นการตรวจรั่วครั้งที่

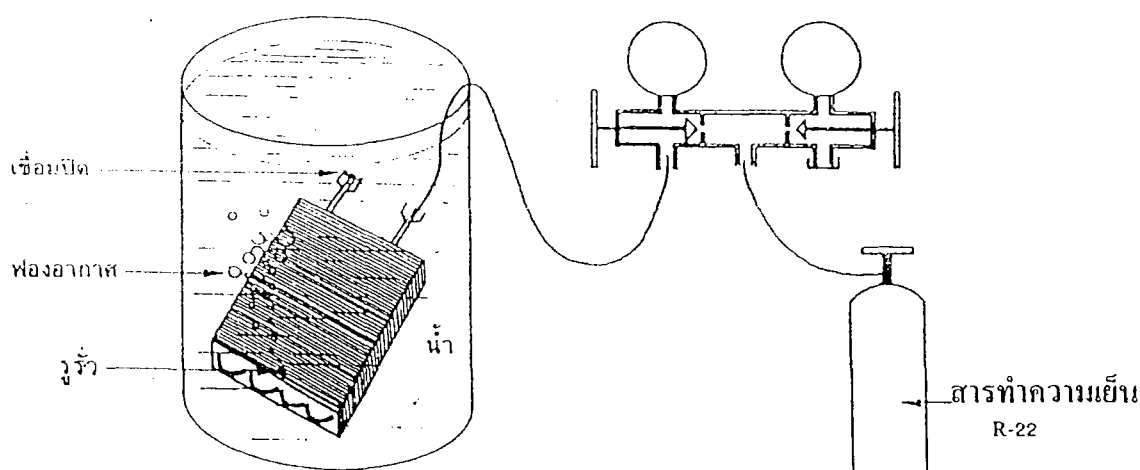
1

2.2 เพิ่มแก๊สเข้าในระบบจนถึง 70-100 ปอนด์ / ตารางนิ้ว เป็นการตรวจสอบการรั่วครั้งที่ 2

2.3 ถ้าพบว่าไม่มีการรั่วทั้ง 2 ครั้ง ให้เพิ่มแก๊สเข้าอีกจนถึง 200-250 ปอนด์ / ตารางนิ้ว และเป็นการตรวจสอบครั้งสุดท้าย ถ้าใช้ไนโตรเจนผ่านเรคกูเรเตอร์ การที่ต้องค่อยๆ เพิ่มความดันในระบบถึง 3 ครั้ง ก็เพื่อความปลอดภัยเพราะถ้าเพิ่มความดันเข้าในระบบมากๆ ถึง 200-250 ปอนด์ / ตารางนิ้วเลยทีเดียว อาจระเบิดแตกและเกิดอันตรายได้

จากหลักการเพิ่มแรงดันเข้าในระบบนี้ ยังสามารถแบ่งวิธีการตรวจสอบการรั่วออกได้อีกหลายวิธี และทุกๆ วิธีในการเพิ่มแก๊สเข้าในระบบควรกระทำเป็น 3 ขั้นตอนดังข้อที่ 2 ส่วนวิธีการที่ใช้ในการตรวจรั่วระบบสามารถทำได้ดังนี้

1.4.1 แช่ลงในน้ำ นับว่าเป็นวิธีตรวจสอบการรั่วที่ให้ผลดีที่สุด โดยเพิ่มแก๊สไนโตรเจน หรือ R-22 ประมาณ 20-30 ปอนด์/ตารางนิ้ว แล้วจุ่มลงในน้ำเพื่อตรวจรั่ว ดังแสดงในภาพประกอบ 3

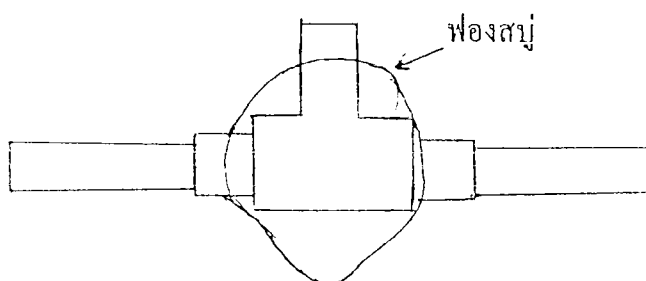


ภาพประกอบ 3 การตรวจสอบการรั่วโดยแช่ลงในน้ำ

จากภาพประกอบ 3 ถ้าไม่มีฟองอากาศรั่วในระบบ ให้เพิ่มความดันเข้าในระบบจนถึง 70 หรือ 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว สังเกตฟองอากาศอีกครั้งหนึ่ง หากไม่พอรอยรั่ว ให้เพิ่มความดันเข้าไปอีกจนถึง 200-250 ปอนด์/ตารางนิ้ว ให้ตรวจสอบครั้งสุดท้าย ถ้าภายในระบบไม่รั่ว ก็ดำเนินการขั้นตอนต่อไป

1.4.2 ใช้ฟองสบู่ การตรวจสอบการรั่วโดยวิธีนี้ใช้เพิ่มแก๊สเข้าไปเช่นเดียวกับวิธีแรก แต่แทนที่จะจุ่มลงในน้ำก็ใช้ฟองสบู่ตรวจหาที่รั่วแทน

หลังจากเพิ่มแก๊สเข้าในระบบดังกล่าวแล้ว ให้ใช้ฟองสบู่ตรวจสอบการรั่วตามข้อต่อต่าง ๆ ของท่อทางเดินสารทำความเย็น หากมีการรั่ว ฟองสบู่จะโป่งออกจนแตก สำหรับระบบที่ทำงานอยู่แล้วถ้าเกิดรั่วที่จุดใดๆ จะสังเกตเห็นคราบน้ำมันจับอยู่รอบ ๆ ทั้งนี้เพราะขณะที่สารทำความเย็นรั่วออกมา จะพาเอาน้ำมันในระบบติดออกมาด้วยแล้วสารทำความเย็นจะระเหยตัวไป ส่วนน้ำมันจะจับเป็นคราบบดอยู่



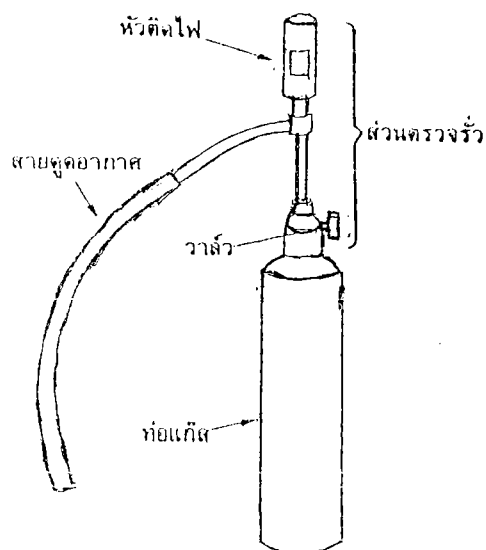
ภาพประกอบ 4 การตรวจสอบการรั่วโดยใช้ฟองสบู่

1.4.3 ใช้ตะเกียง การตรวจสอบการรั่วโดยวิธีนี้อาศัยหลักคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12, R-22 นั่นคือเมื่อถูกเผาไหม้จะเปลี่ยนสีเปลวไฟ จากสีเหลืองส้มเป็นสีเขียวตองอ่อน

การตรวจสอบการรั่วโดยวิธีนี้ควรปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1. เปิดวาล์วให้แก๊สในท่อออกมา
2. จุดไฟที่หัวจุดไฟ (burner)
3. นำปลายสายยางสำหรับดูดอากาศเข้า ไปตามจุดข้อต่อต่าง ๆ ของท่อทางเดินสารทำความเย็นที่สงสัยว่าจะรั่ว
4. สังเกตสีเปลวไฟ หากจุดใดของระบบเกิดรั่ว สารทำความเย็น R-12 จะถูกดูดเข้าไปผสมกับแก๊สจุดไฟเปลี่ยนสีของเปลวไฟเป็นสีเขียวตองอ่อน

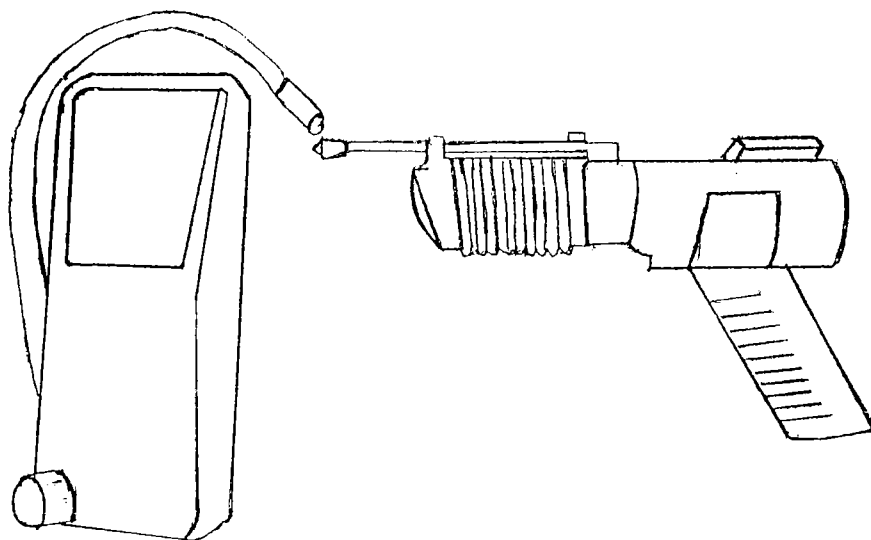
- ตะเกียงตรวจสอบการรั่วรั้นนอกจากจะใช้แก๊สสำหรับจุดไฟแล้ว บางครั้งก็พบว่าใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงในการจุดเปลวไฟแทนได้ด้วย



ภาพประกอบ 5 ตะเกียงตรวจสอบการรั่ว

1.4.4 ใช้เครื่องตรวจสอบการรั่วอิเล็กทรอนิกส์ การตรวจสอบการรั่วโดยวิธีนี้ใช้ตรวจระบบที่ใช้สารทำความเย็น R-12, R-22 เท่านั้น เช่นเดียวกับตะเกียงตรวจสอบการรั่ว

เครื่องตรวจสอบการรั่วนี้อาจมีลักษณะเป็นแบบป็นหรือแบบกล่อง ทุกแบบมีหลักการทำงานเช่นเดียวกัน คือจะมีปลายรับสัมผัสแก๊สที่ไวมาก ซึ่งถ้าพบว่ามีสารทำความเย็นฟรอนรั่วจะทำให้เกิดเสียงดังเป็นสัญญาณให้ทราบ



ภาพประกอบ 6 เครื่องตรวจสอบการรั่วอิเล็กทรอนิกส์

การเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งในการตรวจสอบการรั่วดังกล่าวแล้วข้างต้น ย่อมขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊สที่ใช้เพิ่มเข้าในระบบเพื่อตรวจสอบการรั่วในสถานการณ์ หรือโอกาสที่จะอำนวยความสะดวกวิธีใดได้

ข้อควรระวังในการตรวจสอบการรั่ว การตรวจสอบการรั่วโดยหลักเพิ่มความดันเข้าในระบบนั้นมีข้อควรระวังดังนี้

1. ห้ามใช้แก๊สออกซิเจนเพิ่มเข้าระบบเพื่อตรวจสอบการรั่ว เพราะออกซิเจนเป็นแก๊สที่ช่วยให้ไฟติดและตัวเองติดไฟ อาจเกิดการระเบิดขึ้นได้ง่าย เนื่องจากความดันในถังสูงมาก
2. การใช้แก๊สไม่ว่าจะเป็นไนโตรเจนหรือคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มเข้าในระบบควรมีเกจเรกูลเลเตอร์ เพื่อควบคุมแรงดันไม่ให้เพิ่มเข้าระบบโดยตรงมากเกินไปจนเกินขีดอันตราย (250 ถึง 300 ปอนด์ /ตารางนิ้ว) มิฉะนั้นอาจทำให้ระบบเกิดระเบิดเป็นอันตรายได้ สำหรับตู้เย็นไม่ควรเกิน 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว

ข้อแนะนำในการตรวจสอบการรั่ว ในการตรวจสอบการรั่วของระบบมีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1. ตรวจสอบด้วยสายตาว่ามีจุดต่อต่าง ๆ ของระบบมีคราบน้ำมันจับอยู่ที่ใดบ้าง
2. ต่อชุดเกจแมนิโฟลด์เข้ากับระบบ ในกรณีที่ไม่มีวาล์วบริการ
3. ถ้าอ่านค่าของเกจได้ถึง 60-80 ปอนด์/ตารางนิ้ว ให้ตรวจหาจุดรั่วด้วยเครื่องตรวจสอบการรั่ว (leak detector) ได้
4. ถ้าเกจแสดงให้เห็นว่าไม่มีความดันในระบบ หรืออ่านค่าได้ต่ำมาก ให้เติมสารทำความเย็นเข้าไปอีก 1 ปอนด์ ในขณะที่หยุดระบบ ตามลำดับดังนี้

- ก. ต่อสายบรรจุสารทำความเย็นจากท่อสารทำความเย็นเข้ากับทางเข้าตรงกลางของเกจแมนิโฟลด์
- ข. เปิดวาล์วด้านเกจวัดความดันทางสูงและวาล์วของท่อสารทำความเย็น
- ค. สังเกตดูว่าสารทำความเย็นไหลเข้าในระบบ เกจจะแสดงค่าความดันที่เพิ่มขึ้น
- ง. ถ้าจำเป็น ควรจุ่มท่อสารทำความเย็นลงในน้ำอุ่น เพื่อช่วยให้สารทำความเย็นไหลเข้าในระบบได้เร็วขึ้น
- จ. ปิดวาล์วด้านเกจวัดความดันทางสูงและวาล์วของท่อสารทำความเย็น
5. ใช้เครื่องตรวจสอบการรั่ว ตรวจสอบจุดต่อต่าง ๆ ของท่อทางเดินสารทำความเย็นในระบบทุกจุด และที่คอนเด็นเซอร์ คอมเพรสเซอร์ ท่อพักสารทำความเย็นเหลว และอีวาพอเรเตอร์
6. ในการตรวจอีวาพอเรเตอร์ ให้เดินมอเตอร์พัดลมด้วยความเร็วที่ต่ำที่สุด และสังเกตที่ความเย็นของลมส่ง ถ้าเย็นน้อยก็เป็นข้อยืนยันว่าสารทำความเย็นในระบบรั่ว
7. ถ้าจุดต่อต่างๆ รั่ว ให้ขันให้แน่น หากต้องเชื่อมต่อใหม่ให้ปล่อยสารทำความเย็นในระบบทิ้งก่อนแล้วจึงเชื่อมต่อใหม่ และทำการตรวจสอบการรั่วซ้ำอีกครั้งหนึ่ง
8. เมื่อจะต้องซ่อมชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ จำเป็นต้องปล่อยสารทำความเย็นในระบบทิ้งก่อนที่จะถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์นั้นๆ ออกซ่อม
9. ถ้าพบว่าจุดรั่วของระบบพาด้านน้ำมันในระบบออกมามาก จะต้องตรวจระดับน้ำมันคอมเพรสเซอร์ หากน้อยเกินเกณฑ์ให้เติมน้ำมันเข้าไปอีก

1.5 การทำสุญญากาศระบบ (สมศักดิ์ สุโมตยกุล. 2539 : 365-368)

การทำสุญญากาศระบบ (vacuum the system) หรือที่เรียกว่า “การทำแวกคัม” จะกระทำหลังจากการตรวจสอบการรั่วระบบแต่ต้องก่อนที่จะบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบ การทำสุญญากาศเป็นการใช้เครื่องปั๊มสุญญากาศ (vacuum pump) ดูดเอาอากาศและความชื้นภายในระบบออกให้หมด ถ้าเป็นระบบเก่าก็รวมถึงการขจัดเอาสารทำความเย็นที่เสื่อมคุณภาพแล้วออกจากระบบ เพื่อให้แน่ใจว่าภายในระบบเป็นสุญญากาศอย่างแท้จริง

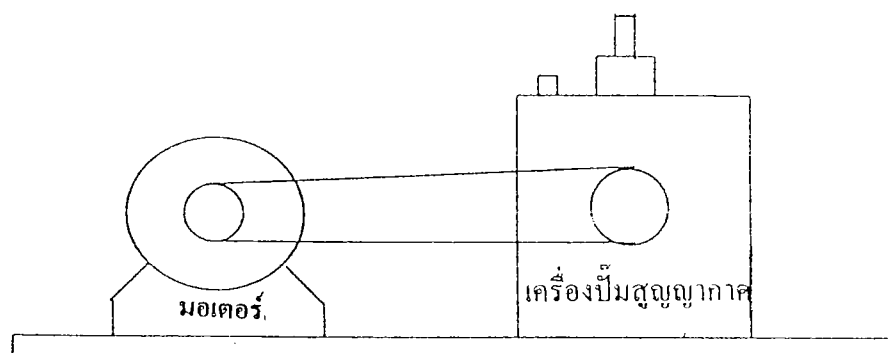
เครื่องมือและเครื่องวัดที่จำเป็นต้องใช้ในการทำสุญญากาศระบบประกอบด้วยเครื่องปั๊มสุญญากาศและเครื่องวัดสุญญากาศที่เที่ยงตรง ไม่ควรใช้คอมเพรสเซอร์เป็นเครื่องปั๊มสุญญากาศ หรือใช้คอมเพรสเซอร์ของระบบทำสุญญากาศด้วยตัวเอง เพราะถ้าทำสุญญากาศได้ไม่ถึงระดับแล้วจะเกิดปัญหาต่อระบบเครื่องทำความเย็นขึ้นภายหลัง

ในขณะที่กำลังทำสุญญากาศระบบ ถ้าความดันของเกจวัดความดันต่ำจะอ่านค่าได้ต่ำกว่า 0 ปอนต์ / ตารางนิ้ว เกจจะแสดงค่าให้ทราบว่าในระบบเป็นสุญญากาศ ซึ่งเข้าใจได้ง่าย ๆ ว่าความดันในระบบขณะนี้จะต้องมีค่าน้อยกว่าค่าความดันบรรยากาศ

จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าในการทำสุญญากาศนั้น อากาศถูกดูดออกจากระบบ แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดของการทำสุญญากาศก็คือ ต้องดูแลเอาความชื้นออกจากในระบบให้หมดเช่นกัน ดังได้กล่าวแล้วว่า การลดความดันที่ผิวหน้าของของเหลว จะทำให้จุดเดือดของของเหลวนั้นลดต่ำลงด้วย ของเหลวเช่นน้ำ เมื่อถูกลดความดันที่ผิวหน้า จุดเดือดของน้ำนั้นจะลดต่ำลง ฉะนั้นแม้ว่า จะมีความชื้นอยู่ในระบบเครื่องทำความเย็น เมื่อระบบถูกทำสุญญากาศ ความดันในระบบจะลดต่ำลง ความชื้นที่เหลืออยู่ในระบบ จะถูกเปลี่ยนสถานะได้ง่ายเข้า

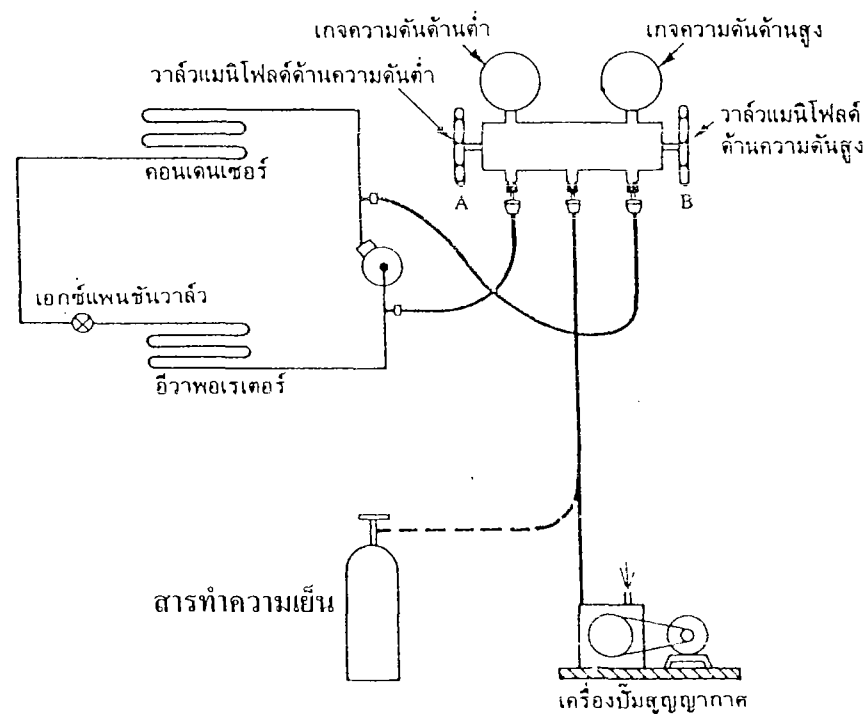
ขณะที่ระบบใกล้สุญญากาศหรือที่ความสูงของปรอทใกล้ 29 นิ้วปรอท น้ำจะมีจุดเดือดที่ 0 องศาฟาเรนไฮต์ นี่เป็นข้อยืนยันอย่างแน่นอนว่าในการทำสุญญากาศระบบ ถ้าใช้เวลานานเพียงพอและเครื่องปั๊มสุญญากาศมีขีดความสามารถดีพอแล้ว ความชื้นในระบบจะถูกดูดปนออกมาหมดด้วย

ถ้าเครื่องปั๊มสุญญากาศมีขีดความสามารถดีพอทำสุญญากาศได้ถึง 29 นิ้วปรอทแล้ว การทำสุญญากาศของระบบสามารถใช้เวลาน้อยลงได้ แต่ถ้าเครื่องปั๊มสุญญากาศมีขีดความสามารถน้อยกว่า ก็จำเป็นต้องใช้เวลาในการทำสุญญากาศนานมากกว่า อย่างไรก็ตามเครื่องปั๊มสุญญากาศจะต้องทำสุญญากาศได้ถึง 28 นิ้ว ปรอทเป็นอย่างน้อย จึงจะสามารถทำให้ภายในระบบไม่มีความชื้นหลงเหลืออยู่เลย



ภาพประกอบ 7 แสดงเครื่องปั๊มสุญญากาศที่ใช้ในการทำสุญญากาศ

ในระหว่างการทำสุญญากาศนี้ สามารถตรวจสอบการรั่วระบบได้ด้วยโดยการปิดวาล์วทั้งสองของเกจแมนิโฟลด์ ซึ่งขณะนี้เครื่องปั๊มสุญญากาศจะถูกตัดออกจากระบบ ให้สังเกตค่าความดันที่อ่านได้บนเกจวัดความดันด้านต่ำ ทั้งไว้ประมาณ 5 นาที ถ้าค่าความสูงขึ้นกว่าเดิมเกินกว่า 1 นิ้วปรอท แสดงว่าจะต้องมีการรั่วที่ใดที่หนึ่งของระบบ ถ้าค่าความดันเกจคงอยู่ที่เดิม แสดงว่าระบบไม่รั่ว ให้เปิดวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนิโฟลด์อีกครั้งหนึ่ง และเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศต่อ เมื่อระบบทำสุญญากาศเรียบร้อยแล้วก็พร้อมที่จะชาร์จน้ำยาเข้าไปในระบบต่อไป ในการหยุดการทำสุญญากาศต้องปิดวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนิโฟลด์ให้อยู่ในตำแหน่งปิด ก่อนหยุดเครื่องปั๊มสุญญากาศ แล้วจึงปลดสายกลางของเกจแมนิโฟลด์ที่ติดอยู่กับเครื่องปั๊มสุญญากาศออกอีกทีหนึ่ง



ภาพประกอบ 8 การทำสุญญากาศ

– การทำสุญญากาศระบบ ควรกระทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ต่อชุดเกจแมนิโฟลด์เข้ากับวาล์วบริการ
2. เปิดวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนิโฟลด์ โดยการหมุนทวนเข็มนาฬิกา
3. ต่อสายท่อกลางของเกจแมนิโฟลด์เข้ากับปั๊มสุญญากาศ
4. เดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ
5. เพิ่มความดันของเกจวัดความดันต่ำ เริ่มลดต่ำกว่าตำแหน่ง 0 ส่วนเกจวัดความดันสูง

จะไม่สามารถอ่านค่าได้

6. เมื่อเข็มของเกจวัดความดันต่ำ อ่านค่าถึง -29.92 นิ้วปรอท ให้เดินเครื่องปั๊มสุญญากาศต่อไปอีกอย่างน้อย 20 นาที

7. ถ้าเข็มของเกจวัดความดันต่ำ ไม่สามารถลดลงถึง -29.92 นิ้วปรอท ให้ทำการตรวจสอบข้อต่อต่าง ๆ ใหม่ทั้งหมด

8. ถ้าค่าเกจทางสุญญากาศที่อ่านได้ไม่เป็นที่น่าพอใจ ให้หมุนวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนิโฟลด์ให้อยู่ในตำแหน่งปิด ถ้าค่าความดันสูงขึ้น แต่ยังต่ำกว่า 0 ปอนด์/ตารางนิ้ว แสดงว่าระบบรั่ว ให้หยุดเครื่องปั๊มสุญญากาศ แล้วค้นหาที่รั่วและซ่อมใหม่

9. ถ้าค่าเกจทางสุญญากาศคงที่ในขณะที่วาล์วทั้งคู่ของเกจแมนิโฟลด์อยู่ในตำแหน่งปิด แสดงว่าปั๊มสุญญากาศไม่ดีพอ

10. ภายหลังจากเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ 20-30 นาทีแล้ว ปิดวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนิโฟลด์

11. หยุดเครื่องปั๊มสุญญากาศ ขณะนี้ระบบทำสุญญากาศเรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งจะบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบต่อไป

ในการทำสุญญากาศระบบ ควรทำตามลำดับขั้นตอนที่ให้ไว้ เพราะถ้าปฏิบัติสลับหรือข้ามขั้นแล้วอาจก่อให้เกิดผลเสียได้ เช่น ถ้าหยุดเครื่องปั๊มสุญญากาศ (ข้อที่ 11) ก่อนปิดวาล์ว A และวาล์ว B ของเกจแมนิโฟลด์ (ข้อที่ 10) แล้ว ความดันของอากาศภายนอกจะดันย้อนกลับเข้าในระบบ โดยเข้าทางลิ้นของเครื่องปั๊มสุญญากาศ ทำให้ภายในระบบไม่เป็นสุญญากาศอย่างแท้จริง

ในทางปฏิบัตินั้นถ้าจะให้ดีและใช้เวลาน้อยกว่าควรใช้วิธีเพิ่มสารทำความเย็นในสถานะที่เป็นแก๊สอัดปน-ดูดออก (dilution method) โดยให้ปฏิบัติตามข้อที่ 1-4 แล้วปิดวาล์ว A และ วาล์ว B ของเกจแมนิโฟลด์ หยุดเครื่องปั๊มสุญญากาศแล้วปลดปลายสายกลางของเกจแมนิโฟลด์จากเครื่องปั๊มสุญญากาศไปต่อเข้ากับท่อสารทำความเย็น เปิดวาล์วท่อสารทำความเย็น ปล่อยให้แก๊สในสายโดยคลายเกลียวหัวสายกลางทางด้านเกจแมนิโฟลด์เล็กน้อย ปล่อยให้สารทำความเย็นในท่อไหลอากาศในสายทิ้ง แล้วจึงขันให้แน่นดังเดิม เปิดวาล์ว A เพิ่มสารทำความเย็นเข้า

ในระบบเล็กน้อย ปิดวาล์ว A และวาล์วท่อสารทำความเย็น เริ่มการทำสุญญากาศระบบใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีนี้จะช่วยให้ความชื้นที่หลงเหลืออยู่ในระบบถูกสารทำความเย็นดูดซับไว้และถูกเครื่องปั๊มสุญญากาศดูดออกอีกครั้งหนึ่งซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาในการทำสุญญากาศระบบได้

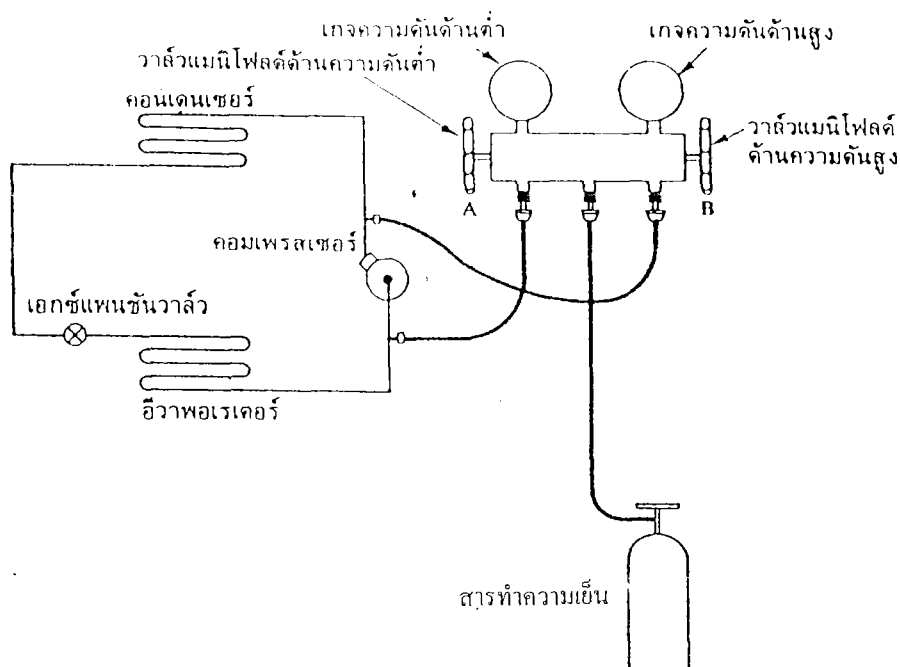
1.6 การบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบ หรือการบริการสารทำความเย็น (สมศักดิ์ สุโมทยกุล. 2539 : 368-372)

การบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบ (charging the system) เป็นการปฏิบัติต่อจากการทำสุญญากาศระบบ สายกลางของเกจแมนิโฟลด์ที่ปลดออกจากปั๊มสุญญากาศ หลังจากหยุดการทำสุญญากาศระบบแล้วจะถูกต้องเข้ากับท่อบรรจุสารทำความเย็น เมื่อต่อสายกลางของเกจแมนิโฟลด์เข้ากับท่อสารทำความเย็นแล้วจะต้องทำการไล่อากาศในสายกลางนี้เสียก่อน โดยคลายสายกลางด้านติดกับเกจแมนิโฟลด์เล็กน้อย เปิดวาล์วท่อสารทำความเย็น ความดันของ สารทำความเย็นในท่อจะดันออกเป็นการไล่อากาศในสาย แล้วจึงขันหัวต่อสายกลางให้แน่นตามเดิม ซึ่งขณะนี้สารทำความเย็นพร้อมที่จะบรรจุเข้าในระบบได้

การบรรจุสารทำความเย็นสามารถปฏิบัติได้ 2 วิธีคือ

1.6.1 การบรรจุสารทำความเย็นในสถานะแก๊สเข้าในระบบทางด้านความดันต่ำ เป็นการบรรจุเป็นแก๊สเข้าในระบบทางด้านความดันต่ำ โดยเดินมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ดูดสารทำความเย็นเข้าในระบบการเติมสารทำความเย็นเข้าในระบบโดยวิธีนี้จะใช้เวลาเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย แต่เป็นวิธีที่ธรรมดาๆ และปลอดภัยในการปฏิบัติ

ในขณะที่หยุดระบบเครื่องปรับอากาศให้เปิดวาล์วด้านเกจวัดความดันสูง ปลดปล่อยให้สารทำความเย็นในท่อสารทำความเย็นผ่านเข้าทางด้านความดันสูงของระบบ และคอยควบคุมให้เกจด้านความดันสูงมีความดันประมาณ 50 ปอนด์/ตารางนิ้ว เพื่อป้องกันไม่ให้คอมเพรสเซอร์เกิดชำรุดจากการเพิ่มความดันอย่างรวดเร็ว ขณะนี้สารทำความเย็นได้ถูกบรรจุเข้าในระบบทางด้านความดันสูง ให้เพิ่มสารทำความเย็นเข้าในระบบจนกระทั่งไม่สามารถบรรจุเพิ่มเข้าได้อีกเนื่องจากความดันของแก๊สในระบบเท่ากับความดันของสารทำความเย็นภายในท่อ ตามปกติการบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบจะกระทำไม่ได้ถ้าไม่เดินเครื่องปรับอากาศและปิดวาล์วด้านความดันสูงของเกจแมนิโฟลด์ และการบรรจุสารทำความเย็นจะกระทำต่อไปได้ โดยการเดินระบบเครื่องปรับอากาศแล้วค่อยๆ เปิดวาล์วเกจด้านความดันต่ำ เมื่อเริ่มเดินเครื่อง และบรรจุสารทำความเย็นในสถานะแก๊สเข้าในระบบทางด้านความดันต่ำ ให้สังเกตความดันด้านเกจวัดความดันสูงของระบบ ประกอบการบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบด้วย



ภาพประกอบ 9 แสดงการบรรจุสารทำความเย็นในสถานะแก๊สเข้าไปในระบบทางด้านความดันต่ำ

ลำดับขั้นตอนการบรรจุสารทำความเย็นในสถานะแก๊สเข้าไปในระบบ มีดังนี้

1. ถอดปลายสายกลางของเกจแมนิโฟลด์ออกจากเครื่องปั๊มสุญญากาศ แล้วต่อเข้ากับท่อสารทำความเย็นดังภาพประกอบ 9
2. เปิดวาล์วท่อสารทำความเย็น สถานะแก๊ส
3. ใช้สารทำความเย็นในท่อ ไล่อากาศที่ค้างอยู่ในสายกลางของเกจแมนิโฟลด์ โดยคลายปลายสายด้านติดกับเกจแมนิโฟลด์เล็กน้อย ปล่อยให้สารทำความเย็นจากในท่อไล่อากาศออกทิ้งจนปลายสายกลับเข้าให้แน่นตามเดิม
4. เปิดวาล์ว A บรรจุสารทำความเย็นเข้าไปในระบบเล็กน้อยดูที่ความดันเกจประมาณ 30 ปอนด์/ตารางนิ้ว แล้วปิดวาล์ว A อีกครั้งหนึ่ง
5. เดินมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของระบบเครื่องทำความเย็น
6. ค่อย ๆ เปิดวาล์ว A ควบคุมให้สารทำความเย็นในสถานะแก๊สบรรจุสารทำความเย็นเข้าไปในระบบ สังเกตดูเข็มของเกจแมนิโฟลด์ทั้งด้านความดันสูง และด้านความดันต่ำ ให้ได้ความดันตามเกณฑ์ที่กำหนด
7. ปิดวาล์ว A เมื่อความดันในระบบ ทั้งด้านความดันสูง และด้านความดันต่ำได้ตามเกณฑ์พอดีแล้ว
8. ทดลองเดินเครื่องทำความเย็น ในขณะที่ยังติดเกจแมนิโฟลด์อยู่กับระบบ อย่างน้อยที่สุดประมาณ 3 ชั่วโมง

1.6.2 บรรจุสารทำความเย็นในสถานะสารทำความเย็นเหลวเข้าระบบ ในขณะที่หยุดระบบเครื่องทำความเย็น โดยวิธีใช้กับการบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบของบริษัทผู้ผลิตมากกว่าช่างซ่อมและบริการ ในทางปฏิบัติมีลำดับขั้นดังนี้

1. ถอดปลายสายกลางของเกจแมนิโฟลด์ออกจากเครื่องปั๊มสุญญากาศแล้วต่อเข้ากับท่อสารทำความเย็นดังแสดงในภาพประกอบ 10

2. เปิดวาล์วท่อสารทำความเย็น ในสถานะแก๊ส

3. ใช้สารทำความเย็นในท่อ ไล่อากาศที่ค้างอยู่ในสายกลางของเกจแมนิโฟลด์ โดยคลายเกลียวปลายสายด้านติดกับเกจแมนิโฟลด์เล็กน้อย ปลดปล่อยให้สารทำความเย็นจากในท่อไล่อากาศทิ้ง หมุนเกลียวปลายสายกลับเข้าให้แน่นตามเดิม

4. ปิดวาล์วท่อสารทำความเย็นในสถานะแก๊ส แล้วเปิดวาล์วท่อสารทำความเย็นในสถานะของเหลวแทน

5. เปิดวาล์ว B ให้สารทำความเย็นเหลวไหลเข้าในระบบ สังเกตดูน้ำหนักของสารทำความเย็นในท่อที่ลดลง ให้ได้ตามเกณฑ์ คอยควบคุมวาล์ว B ให้ดี

6. ถ้าสารทำความเย็นจากในท่อ ไม่สามารถอัดเข้าในระบบได้อีก เนื่องจากความดันในระบบเท่ากับความดันของสารทำความเย็นในท่อ ให้ใช้น้ำแข็งลูบโดยรอบท่อพักสารทำความเย็นของระบบ จะทำให้ความดันของสารทำความเย็นในระบบลดลง สามารถอัดเพิ่มสารทำความเย็นเข้าในระบบได้อีก

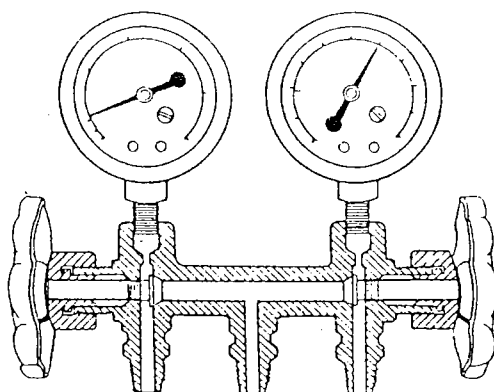
7. เมื่อน้ำหนักของสารทำความเย็นในท่อสารทำความเย็นลดลงตามเกณฑ์แล้ว ปิดวาล์ว B

8. ทดลองเดินระบบเครื่องทำความเย็น ในขณะที่ยังติดเกจแมนิโฟลด์อยู่ อย่างน้อยที่สุดประมาณ 3 ชั่วโมง

ข้อควรระวัง ในการบรรจุสารทำความเย็นในสถานะสารทำความเย็นเหลวเข้าระบบ มีข้อควรระวังดังนี้

1. ห้ามเดินระบบเครื่องทำความเย็น ในขณะที่กำลังบรรจุสารทำความเย็นเหลวเข้าในระบบทางด้านความดันเพราะความดันในระบบจะถูกอัดกลับเข้าท่อสารทำความเย็น

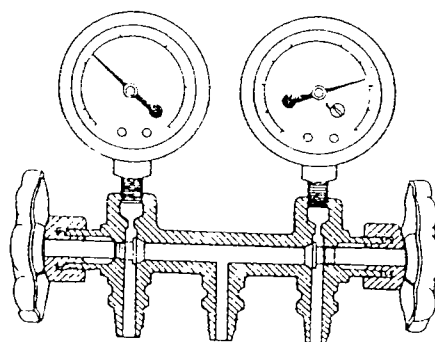
2. ในการบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบในสถานะแก๊สทางด้านความดันต่ำระวัง อย่าเปิดวาล์วท่อสารทำความเย็นผิด ปลดปล่อยเอาสารทำความเย็นเหลวเข้าไปเป็นอันตราย เพราะจะทำให้สิ้นคอมเพรสเซอร์ชำรุดได้



ภาพประกอบ 11 แสดงค่าความดันในระบบของตู้เย็นที่ใช้ในครัวเรือนใช้สารทำความเย็นฟรอน (R-12)

สำหรับตู้เย็นที่ใช้ในครัวเรือน โดยทั่วไปใช้สารทำความเย็นฟรอน (R-12) บรรจุอยู่ในระบบเครื่องทำความเย็น ค่าความดันภายในระบบควรมีค่าโดยประมาณ ดังนี้

- ด้านความดันต่ำ 8-12 ปอนด์/ตารางนิ้ว
- ด้านความดันสูง 160-170 ปอนด์/ตารางนิ้ว



ภาพประกอบ 12 แสดงค่าความดันในระบบของเครื่องปรับอากาศ (ชนิดติดหน้าต่าง)

- สำหรับเครื่องปรับอากาศชนิดติดหน้าต่างจะใช้สารทำความเย็นฟรีออน (R-22) บรรจุเข้าในระบบเครื่องปรับอากาศ ค่าความดันภายในระบบควรมีค่าโดยประมาณ ดังนี้

- ด้านความดันต่ำ 68-75 ปอนด์/ตารางนิ้ว
- ด้านความดันสูง 250-270 ปอนด์/ตารางนิ้ว

2. ค่าการกินกระแสของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ในขณะที่กำลังเดินระบบเครื่องทำความเย็นเพื่อการบรรจุสารทำความเย็นทุกครั้ง จะต้องใช้คลิป์แอมป์จับดูการกินกระแสของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ด้วยเสมอ เพื่อควบคุมการบรรจุสารทำความเย็นอย่าให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์กินกระแสเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ถ้าพบว่าเมื่อบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบและสังเกตได้ว่ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์กินกระแส ได้ตามเกณฑ์แล้วแต่ค่าความดันเกจทั้งทางด้านความดันต่ำ และด้านความดันสูงยังไม่ได้รวมทั้งผลความเย็นของระบบก็ยังไม่ดีพอ แสดงว่าระบบเกิดการขัดข้องอย่าพยายามบรรจุสารทำความเย็นเพิ่มเข้าอีก จะต้องตรวจหาข้อขัดข้อง และทำการแก้ไขใหม่เสียก่อน

3. สังเกตดูสารทำความเย็นเหลวที่กระจกมองสารทำความเย็นตามปกติแล้ว กระจกมองสารทำความเย็นมักจะติดตั้งอยู่ในช่วงของเหลว ฉะนั้นสารทำความเย็นในระบบที่ผ่านตรงกระจกมองสารทำความเย็นที่ถ้าบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบพอดีแล้ว จะเห็นสารทำความเย็นเหลวใสไหลผ่านโดยไม่มีฟองแก๊สวิ่งผ่านให้เห็นเลย

4. สังเกตการจับตัวของหยดน้ำโดยรอบนอกท่อทางดูด ในการบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบนอกจากจะสังเกตค่าความดันภายในระบบ ซึ่งอ่านได้จากเกจแมนิโฟลด์และค่าการกินกระแสของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ซึ่งอ่านค่าได้จากคลิป์แอมป์แล้วควรจะต้องสังเกตดูการจับตัวของหยดน้ำโดยรอบภายนอกท่อทางดูดของระบบประกอบด้วย ต้องระวังอย่าบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบมากเกินไปจนเกิดน้ำแข็งจับรอบท่อทางดูดเลยเข้าไปถึงหัวคอมเพรสเซอร์ซึ่งแสดงว่าสารทำความเย็นเหลวท่วมเลยเข้ามาเดือดเปลี่ยนสถานะดูดรับปริมาณความร้อนถึงบริเวณนี้ อาจทำให้เกิดอันตรายแก่ ลื่นของคอมเพรสเซอร์ได้

5. สังเกตดูค่าผลความเย็นที่อีวาพอเรเตอร์ ถ้าทุกอย่างได้ตามเกณฑ์ และลมส่งที่อีวาพอเรเตอร์เย็นดีแล้ว การบรรจุสารทำความเย็นเข้าระบบก็ใช้ได้

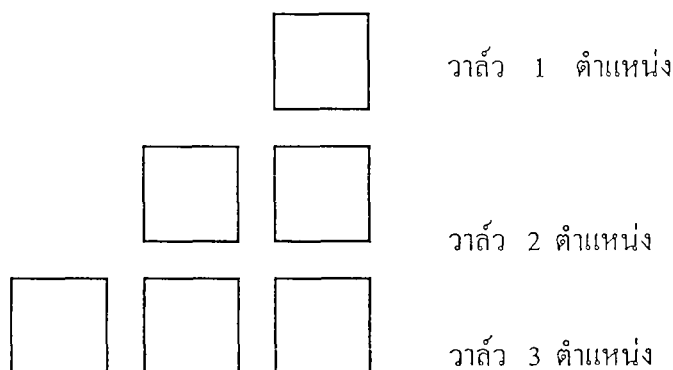
การปิดระบบ หลังจากการบรรจุสารทำความเย็นเข้าในระบบและได้ทดลองเดินเครื่องทำความเย็นในขณะที่ยังติดเกจแมนิโฟลด์อยู่จนเป็นที่พอใจ และแน่ใจแล้วว่าระบบทำความเย็นใช้งานได้ดี จึงทำการปิดระบบโดยการเชื่อม หรือปิดวาล์วบริการก็เสร็จสมบูรณ์

ระบบนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์ หมายถึง การนำระบบแรงดันลมมาใช้งานให้เป็นประโยชน์ โดยแรงดันที่เกิดขึ้นมาดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ในกระบอกสูบได้ผลที่ออกมา จะได้กำลังงานจากลูกสูบมากขึ้น จึงมีการนำระบบแรงดันลมมาใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมที่เป็นอัตโนมัติ เนื่องจากเป็น การประหยัดแรงงาน โครงสร้างของอุปกรณ์บังคับแรงดันลมเป็นแบบง่าย ๆ มีความปลอดภัยใน การทำงานสูง อุณหภูมิในการทำงานต่ำ สามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าในการบังคับระยะห่างของชิ้นงาน ได้ เช่น วาล์วนิวเมติกส์ นำเอาขดลวดสนามแม่เหล็ก (coil) ไฟฟ้ามาควบคุมการเปิดและปิดทิศทาง ลมได้ตามต้องการ

วาล์วนิวเมติกส์ สัญลักษณ์และการเรียกชื่อวาล์วนิวเมติกส์เขียนวงจรการทำงานของ เครื่องจักรในระบบนิวเมติกส์จะเขียนเฉพาะหน้าที่การทำงานเท่านั้น ไม่ได้เขียนโครงสร้างภายใน วาล์วจึงต้องทำการเรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนและเรียกชื่อวาล์ว

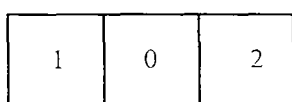
สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตำแหน่งการทำงานของวาล์วจะแทนด้วยรูปสี่เหลี่ยม เช่น



ในสัญลักษณ์สี่เหลี่ยมที่แทนตำแหน่งของวาล์วจะประกอบด้วยตำแหน่งที่วาล์วไม่ถูกเลื่อน และตำแหน่งที่วาล์วถูกเลื่อน

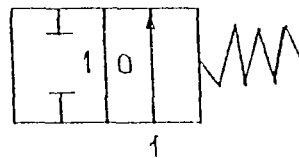


วาล์วที่ควบคุม 2 ตำแหน่งที่ตำแหน่งปกติ 1 ตำแหน่งโดยที่ 0 หมายถึง ตำแหน่งปกติ 1 ปกติ หมายถึง ตำแหน่งที่ทำงาน

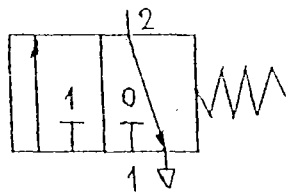


วาล์วควบคุม 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งปกติ 1 ตำแหน่ง และทำงาน 2 ตำแหน่ง โดยที่ 0 หมายถึง ตำแหน่งปกติ 1 หมายถึง ตำแหน่งทำงานโดยที่วาล์วเลื่อนไปทางขวามือ 2 หมายถึงตำแหน่งทำงานโดยที่วาล์วเลื่อนไปทางซ้ายมือ

ตัวอย่างการอ่านสัญลักษณ์ของวาล์วในการอ่านสัญลักษณ์ของวาล์วให้ทำการอ่านจำนวนช่องทางที่ลมสามารถผ่านเข้าออกได้ก่อนและตามด้วยตำแหน่งการทำงานของวาล์วยกตัวอย่าง เช่น



อ่านว่าวาล์ว 2 ทาง 2 ตำแหน่ง คือมีช่องทางลมเข้าออก 2 ทาง คือ 1, 2 และมี 2 ตำแหน่ง คือตำแหน่งปกติ (0) และตำแหน่งทำงานคือ (1)



อ่านว่าวาล์ว 3 ทาง 2 ตำแหน่ง คือมีช่องทางลมเข้าออก 3 ทาง คือ 1, 2, 3 และมี 2 ตำแหน่ง คือตำแหน่งปกติ (0) และตำแหน่งทำงานคือ (1)

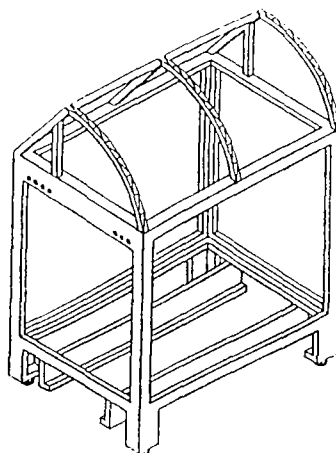
ชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

3.1 ศึกษาการออกแบบโครงสร้างและการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบงานการควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรม จะมีลักษณะของวงจรการทำงานที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานของเครื่องจักรนั้น ๆ ดังนั้น การออกแบบวงจรให้เหมาะสมกับการใช้งานเครื่องจักร จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลของงานที่มีประสิทธิภาพอีกทั้งยังสามารถประหยัดราคาของอุปกรณ์ที่ใช้งานอีกด้วย (มบุญ ชื่นชม. 2533 : 141)

ในโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน ผู้ออกแบบจำเป็นต้องวิเคราะห์ความต้องการพลังงานอย่างรอบคอบ ปัจจัยพื้นฐานสำหรับการออกแบบก็คือ ความปลอดภัย ความคล่องตัว ความสม่ำเสมอของแรงดัน ความเชื่อถือได้ ความง่ายในการใช้งาน การบำรุงรักษา และค่าใช้จ่าย (ธนบูรณ์ ศศิภาณุเดช. 2530 : 224)

การออกแบบการสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ได้แบ่งขั้นตอน ดังนี้

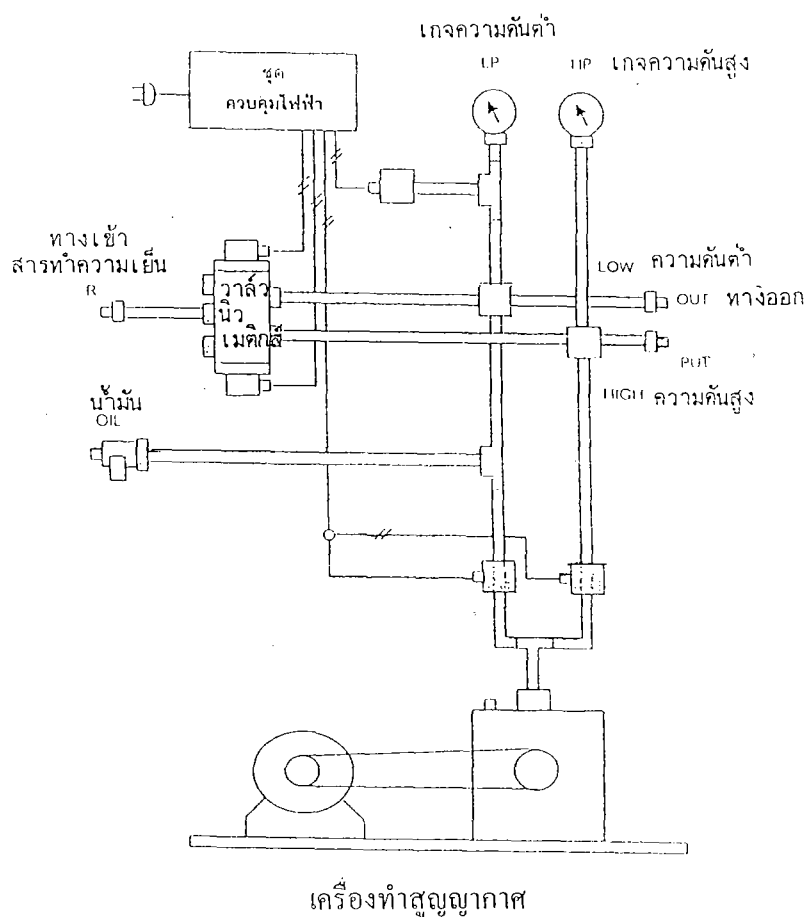
3.1.1 ศึกษาการออกแบบโครงสร้างของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์



ภาพประกอบ 13 การออกแบบโครงสร้างชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

จากภาพประกอบ 13 การออกแบบโครงสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ส่วนประกอบของโครงสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ มีรายละเอียดต่างๆ อยู่ใน ภาคผนวก ก.

3.1.2 การสร้างต้นแบบของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์



ภาพประกอบ 14 การสร้างต้นแบบการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ

3.2 สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

สมรรถนะในการทำงานของมอเตอร์เป็นการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้า ให้เป็นกำลังกลเพื่อใช้หมุนขั้วงานของมอเตอร์นั้น ต้อง สูญเสียกำลังไฟฟ้าไปส่วนหนึ่ง ทำให้กำลังกลที่จ่ายออกหรือกำลังหมุนขั้วที่แกนมอเตอร์น้อยกว่ากำลังไฟฟ้าที่รับเข้า อัตราส่วนระหว่างกำลังกลกับกำลังไฟฟ้า เรียกว่าประสิทธิภาพ ดังนั้น ประสิทธิภาพของมอเตอร์ก็คือ สมรรถนะในการทำงานของมอเตอร์นั่นเอง (สุภชัย สุรินทร์วงศ์. 2535 : 155)

วิธีเลือกขนาดสมรรถนะกำลังมอเตอร์ถูกต้องจะประหยัดทั้งการลงทุนครั้งแรก ก็ไม่ต้องจ่ายเงินมากขึ้นซื้อมอเตอร์ขนาดที่โตกว่าโดยไม่จำเป็น และค่าใช้งาน และค่าบำรุงรักษา ทั้งจะต้องมีประสิทธิภาพงานสูง อายุใช้งานนานและคงทน (บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. 2522 : 604)

อุดมศักดิ์ ธัญญรักษ์ (2540 : 5) ได้ทำการวิจัยเรื่อง สมรรถนะของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง หมายถึง ความสามารถในการฉีดพลาสติกได้ ไม่น้อยกว่า 10 กรัม และผิวชิ้นงานที่ได้ต้องสมบูรณ์ไม่มีตำหนิใด ๆ ซึ่งสามารถจัดกลุ่มสมรรถนะของเครื่องฉีดได้ 5 ด้าน ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพ หมายถึง ขนาดของเครื่องฉีดกระทัดรัด สวยงามชิ้นส่วนทุกชิ้นออกแบบให้ สามารถแยกชิ้นและประกอบได้ มีความแข็งแรง ปลอดภัยขณะใช้งานและขนาดของเครื่องฉีดพลาสติก ออกแบบได้อย่างเหมาะสม
2. ลักษณะการใช้งาน หมายถึง การเตรียมวัตถุดิบและการอุ่นกระบอกละเอียดสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลาได้วัตถุดิบ ได้สะดวกและการหยุดปฏิบัติงานได้ทันที
3. ลักษณะการบำรุงรักษา หมายถึง การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงานทำได้เหมาะสม การประกอบชิ้นส่วนทุกชิ้นไม่ก่อให้เกิดการชำรุดเสียหาย ถ้าชำรุดก็สามารถซ่อมแซมได้ง่าย ทั้งนี้ เพราะวัสดุทุกชิ้นหาได้ง่ายและราคาถูก
4. ประสิทธิภาพของการฉีดพลาสติก หมายถึง อัตราการฉีดพลาสติกต่อ 1 ครั้งไม่น้อยกว่า 10 กรัม ภายในเวลา 1 นาที ต่องาน 1 ชิ้น โดยที่ชิ้นงานมีความเรียบร้อยสมบูรณ์ตามแบบแม่พิมพ์

5. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน หมายถึง ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน ก็สามารถใช้งานได้ โดยนำไปใช้ในห้องเรียนหรือโรงฝึกงานของสถานศึกษา และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย

สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์สามารถใช้ในเครื่องปรับอากาศบ้าน เครื่องปรับอากาศรถยนต์ และผู้เย็นได้คุณสมบัติของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์จะรวบรวมการทำงานเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทำสูญญากาศ การตรวจรอยรั่วและการเติมหรือบริการสารทำความเย็น การทำงานจะกระทำต่อเนื่องกันโดยที่ไม่ต้องถอดสายเกจ ทางด้านที่ติดกับวงจรสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศบ้าน เครื่องปรับอากาศ

อากาศรถยนต์ และผู้ยื่นออกจกนกว่าการทำงานขอระบบของสารทำความเย็นสมบูรณ์ ซึ่งจัดกลุ่มสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็นได้ 4 ด้าน ดังนี้ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะการใช้งาน ลักษณะการบำรุงรักษา และความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน

สรุป ผู้วิจัยได้นำเอาแนวคิด ของ นายอุดมศักดิ์ ธัญญารักษ์ (2540 : 5) ที่ได้วิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้งได้ 5 ด้าน แต่ผู้วิจัยเอาใช้ใน 4 ด้าน ดังนี้ ด้านกายภาพ, ด้านการใช้งาน, ด้านการบำรุงรักษา, ด้านความเหมาะสม และด้านนำไปใช้งาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเครื่องรับวิทยุ AM-FM สำหรับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดประลองเครื่องรับวิทยุ AM-FM ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.33/91.76 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย (ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง. 2532)

การวิจัย การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 (ฟก. 012) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดประลองไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 (ฟก. 012) มีประสิทธิภาพทางด้านความเที่ยงตรง เมื่อเทียบกับทฤษฎีเกินกว่าร้อยละ 90 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย (จิระศักดิ์ สิ้นสุขอุดมชัย. 2535)

การวิจัย การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการวัดอุตสาหกรรม และการควบคุมระบบ ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดประลองการวัดอุตสาหกรรมและการควบคุมระบบที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.83/81.50 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย (ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ. 2536)

การวิจัย เพื่อสร้างชุดฝึกสถานการณ์จำลองปัญหาในระบบปรับอากาศในรถยนต์ ผลการวิจัย ปรากฏว่า ชุดฝึกสถานการณ์จำลอง มีประสิทธิภาพ 96% ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และผลการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (ปกาศิต ภัทรรังษี. 2536)

การวิจัย การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบใช้คันโยก ผลการวิจัย ปรากฏว่าสมรรถนะของเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้ง แบบคันโยก อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ (อุดมศักดิ์ ธัญญารักษ์. 2540.)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างชุดบริการสารสนเทศความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการวิจัย
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญงานทำความเย็นและปรับอากาศในสถานประกอบการ และคณาจารย์ที่ทำการสอนวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ จากวิทยาลัยเทคนิคในกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 16 คน โดยใช้วิธีแบบเจาะจง จากสถานประกอบการ จำนวน 6 บริษัทๆ ละ 1 คน รวม 6 คน คือ

1. บริษัท สิทธิมอเตอร์ เทรคคิง จำกัด
นายพิชิต มากอิน
2. บริษัท เซนแอ็ดวานซ์ จำกัด
นายสมศักดิ์ สุวรรณสกุล
3. บริษัท สยามไดกินเซลล์ จำกัด
นายภิรมย์ พุ่มพวง
4. บริษัท พีพีที เอ็นจิเนียร์ จำกัด
นายวรพงษ์ รัตนสุวรรณ
5. บริษัท แครี่เรียร์ จำกัด สาขาบางบอนเซอร์วิส
นายพีระ ผกาศรี

6. ร้าน ซี ซี เอ็นจิเนียริ่ง

นายจักรชัย เรืองไทย

จากสถานศึกษาในกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 5 สถานศึกษาฯ ละ 2 คน รวม 10 คน คือ

1. สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

อาจารย์ประกอบ วิเศษสุทธิชัย

อาจารย์อุทัย มั่นวงศ์

2. วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

อาจารย์ประเสริฐ ปรีชาพีช

อาจารย์อรรถพล สังขวดี

3. วิทยาลัยเทคนิคคอนเมือง

อาจารย์ธวัชชัย ภักธรณวดี

อาจารย์กฤษณะ สุภารมย์

4. วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชาราม

อาจารย์ทวีศักดิ์ มาลัยวิจิตร

อาจารย์ดิเรก นาครักษ์

5. วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร

อาจารย์วรกร ชยุติกุล

อาจารย์พนิจศักดิ์ สุขสาธู

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบ นิวเมติกส์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. สร้างแบบประเมินสมรรถนะ ของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบ นิวเมติกส์

2. ตรวจสอบแบบประเมิน ดำเนินการดังนี้

2.1 นำแบบประเมินเสนอต่อกรรมการผู้ควบคุมปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความ ถูกต้อง

2.2 นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง สำหรับผู้เชี่ยวชาญ 3 คน คือ

2.2.1 รักษาการรองอธิการ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ถ.พระราม 1 เขตปทุมวัน

อาจารย์สนอง สุเมธะ คอม. บริหารอาชีวศึกษา

2.2.2 หัวหน้างานวิจัย สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

อาจารย์ ดร. ศุภพร เสวตพงษ์ PhD. In Education

2.2.3 อาจารย์ 3 ระดับ 9 ภาควิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

อาจารย์รัชชัย อัครวิบูลย์กุล คอม. บริหารอาชีวศึกษา

3. นำแบบประเมินที่แก้ไขแล้ว นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญงานด้านเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศในสถานประกอบการและคณาจารย์ที่ทำการสอนวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ จากวิทยาลัยเทคนิคในกรุงเทพมหานคร สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อนำผลการประเมินไปวิเคราะห์ต่อไป

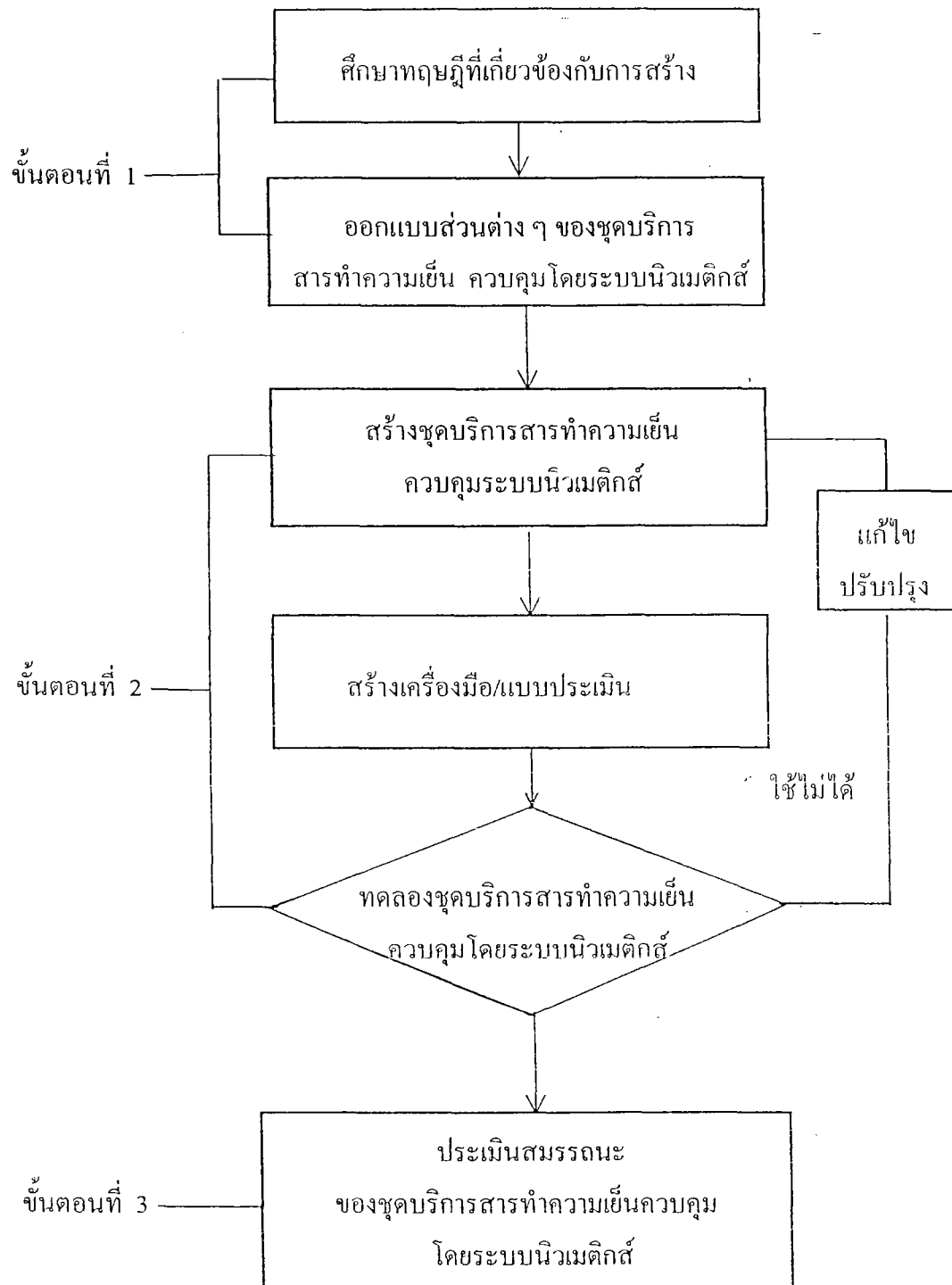
สถานที่และระยะเวลาที่ใช้การวิจัย

สถานที่สำหรับการสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ผู้วิจัยได้ใช้ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ถนนพระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 และ ประเมินสมรรถนะ ของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ผู้วิจัยได้ใช้ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ถนนพระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 และวิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชราม ถ.เอกชัย แขวงบางบอน เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ และ วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร เขตป้อมปราบ กรุงเทพฯ บริษัทสิทธิมอเตอร์ เทรคคิง จำกัด ถนนประชากรราษฎร์ สาย 1 เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาที่ใช้การวิจัย ระหว่างเดือน ตุลาคม 2542 – มีนาคม 2543

การดำเนินการวิจัย

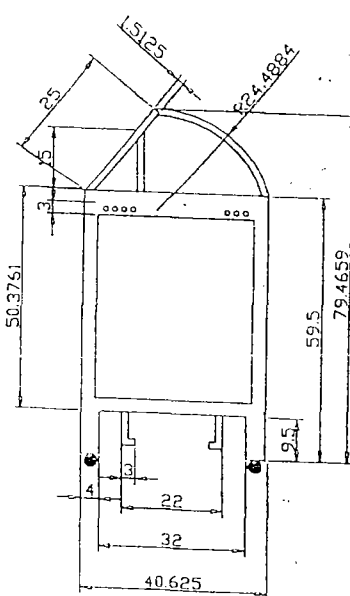
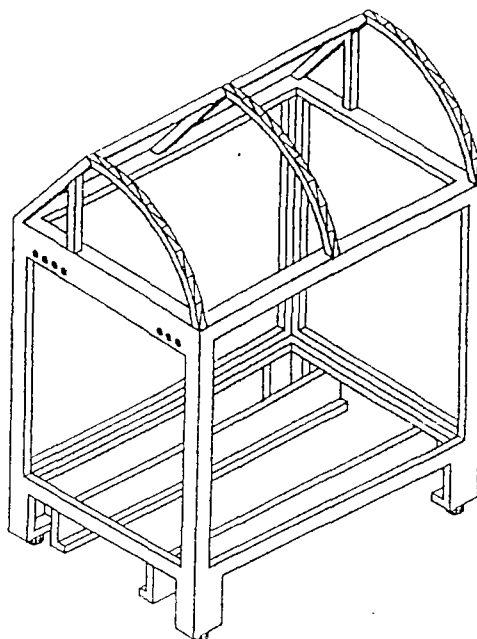
ในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 คือ ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง ออกแบบส่วนต่าง ๆ ของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ขั้นตอนที่ 2 สร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ สร้างเครื่องมือ แบบประเมินและทดลองชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ขั้นตอนที่ 3 ประเมินสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์



ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษารายละเอียดและการออกแบบส่วนต่าง ๆ ของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ดังนี้

1.1 การออกแบบภายนอก



ภาพประกอบ 16 รูปแบบออกแบบภายนอก

1.2 รายการวัสดุและอุปกรณ์ การสร้างชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบ
นิวเมติกส์

1.2.1 เหล็กฉาก 1.5 นิ้ว	ขนาดยาว 6 m	จำนวน 1 เส้น
1.2.2 เหล็กฉาก 1 นิ้ว	ขนาดยาว 6 m	จำนวน 1 เส้น
1.2.3 เหล็กแบน 1 นิ้ว	ขนาดยาว 1 m	จำนวน 1 เส้น
1.2.4 อลูมิเนียมกลวงกลม 1 cm	ขนาดยาว 6 m	จำนวน 1 เส้น
1.2.5 อลูมิเนียมฉาก 0.5 นิ้ว	ขนาดยาว 6 m	จำนวน 1 เส้น
1.2.6 อลูมิเนียมฉาก 1.5 นิ้ว	ขนาดยาว 6 m	จำนวน 1 เส้น
1.2.7 แผ่นพลาสติกสี 2 m.m	ขนาด 60x 50 cm	จำนวน 2 แผ่น
1.2.8 แผ่นพลาสติกสี 2 m.m	ขนาด 50x 40 cm	จำนวน 2 แผ่น
1.2.9 แผ่นพลาสติกสี 2 m.m	ขนาด 60x 30 cm	จำนวน 1 แผ่น
1.2.10 แผ่นพลาสติกสี 1 m.m	ขนาด 60x 50 cm	จำนวน 1 แผ่น
1.2.11 ล้อยางกลม	ขนาด 2 นิ้ว	จำนวน 4 ลูก
1.2.12 เกจวัดแรงดันด้านต่ำ		จำนวน 1 ตัว
1.2.13 เกจวัดแรงดันด้านสูง		จำนวน 1 ตัว
1.2.14 หนีบประคูด	ขนาด 4 นิ้ว	จำนวน 3 อัน
1.2.15 โซลินอยด์วาล์ว 5/3		จำนวน 1 ตัว
1.2.16 โซลินอยด์วาล์ว 2/2		จำนวน 2 ตัว
1.2.17 เพรสเซอร์สวิทช์		จำนวน 2 ตัว
1.2.18 เครื่องทำสุญญากาศ		จำนวน 1 เครื่อง
1.2.19 ท่อทองแดง 2 หุน	ขนาด 4 m	จำนวน 1 เส้น
1.2.20 หม้อแปลง 500 mA	ขนาด 9 V	จำนวน 1 หม้อ
1.2.21 หม้อแปลง 1 A	ขนาด 12 V	จำนวน 1 หม้อ
1.2.22 รีเลย์	ขนาด 9 V	จำนวน 3 ตัว
1.2.23 รีเลย์	ขนาด 12 V	จำนวน 2 ตัว
1.2.24 รีเลย์	ขนาด 220 V	จำนวน 3 ตัว
1.2.25 ฐานรองรีเลย์		จำนวน 5 อัน
1.2.26 ตั้งตั้งเวลา (Timer)	ขนาด 220 V	จำนวน 2 ตัว
1.2.27 วงจรกำเนิดเสียง	ขนาด 9 V	จำนวน 1 ชุด

1.3 เครื่องมือ

1.3.1 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์	จำนวน 1 ชุด
1.3.2 เครื่องเชื่อมแก๊ส พร้อมอุปกรณ์	จำนวน 1 ชุด
1.3.3 เครื่องสว่านเจาะ ตั้งโต๊ะ	จำนวน 1 เครื่อง
1.3.4 เครื่องเจียรไนกลม	จำนวน 1 เครื่อง
1.3.5 เครื่องปั๊มลม	จำนวน 1 เครื่อง

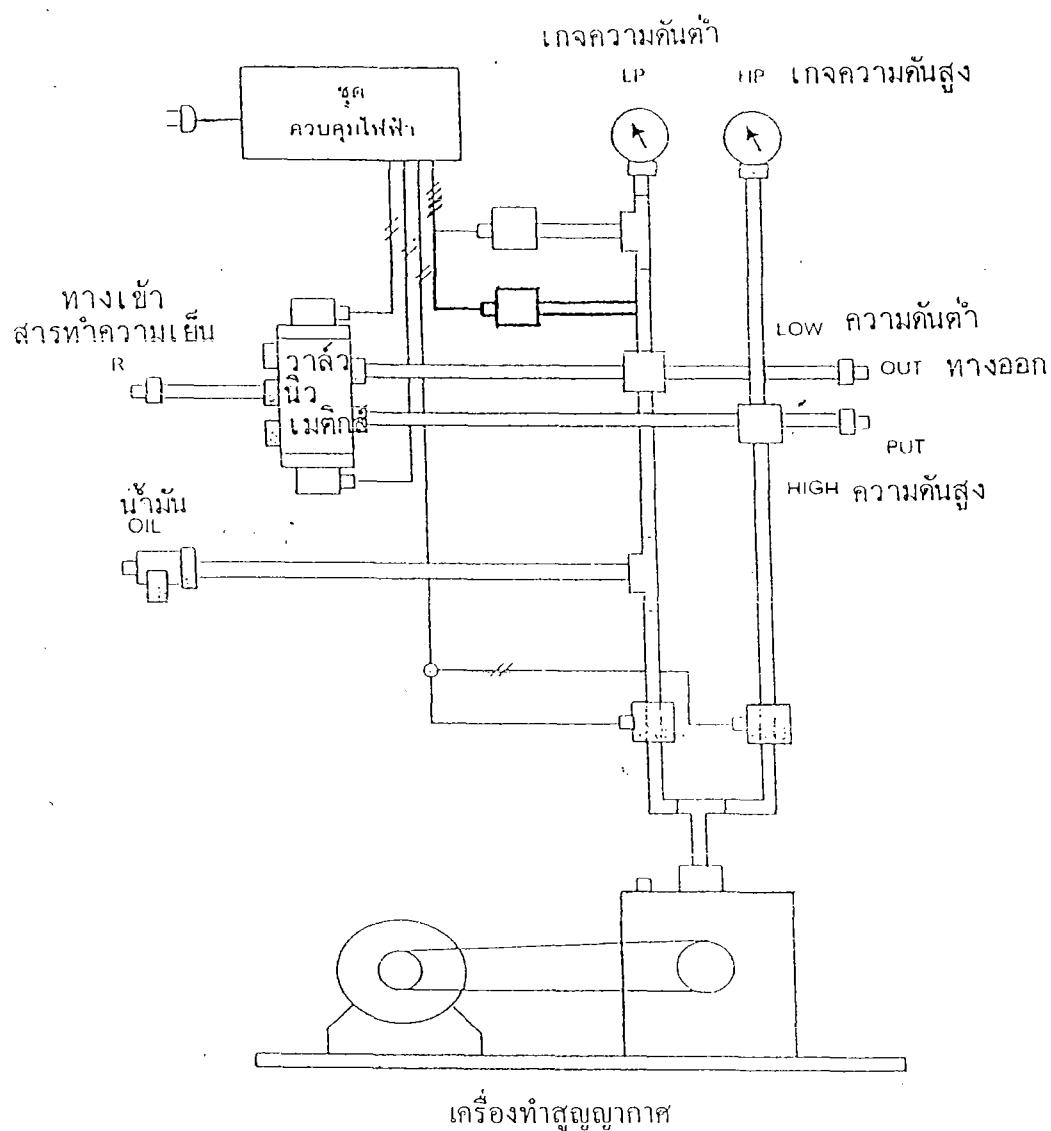
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

2.1 จัดซื้อวัสดุ และอุปกรณ์ การสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

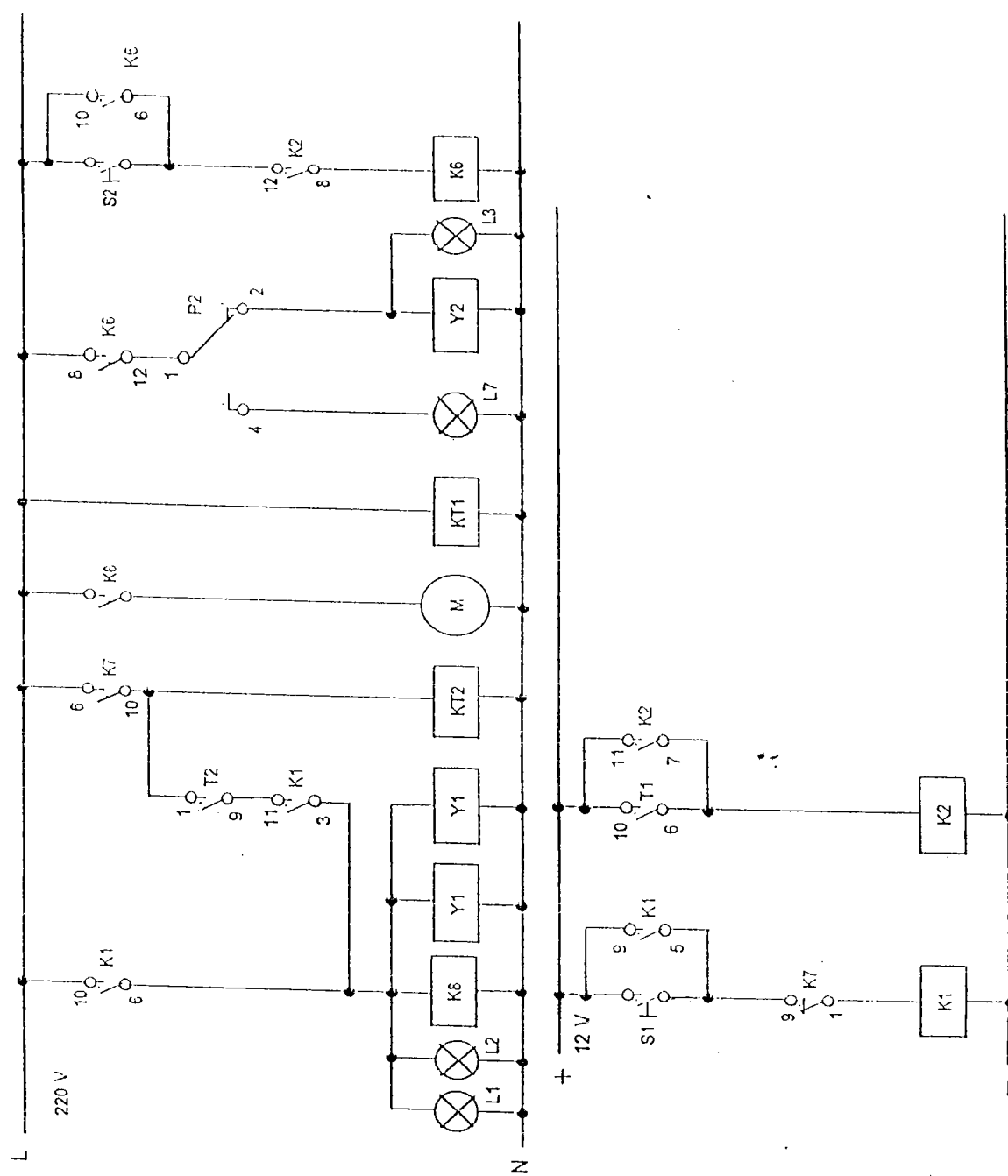
2.2 ลงมือสร้างและประกอบโครงสร้างตามขนาดในภาพประกอบ 16

2.3 ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ตามภาพประกอบ 17

2.4 เดินระบบไฟฟ้าตามวงจรที่กำหนดไว้ในภาพประกอบ 18 และภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 17 การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ



ภาพประกอบ 18 วงจรควบคุมไฟฟ้าไม่ตัดบริการสารถ้าความเย็น ความดันโดยระบบนิวเมติกส์

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ทาควบคุมโดยระบบ นิวเมติกส์ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้น โดยสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ และการ สร้างแบบประเมินสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการและข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินสมรรถนะ
2. สร้างแบบประเมินสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบ

นิวเมติกส์ นำมาปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสม ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นคำชี้แจงวัตถุประสงค์และการตอบแบบประเมินสมรรถนะ

ตอนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale)

กำหนดค่าคะแนน เป็น 5 ระดับ

- 5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี
- 3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้
- 2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
- 1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

สมรรถนะ ที่ใช้ในการประเมิน ประกอบด้วย 4 ด้าน ดังนี้

- 1 ลักษณะด้านกายภาพ
- 2 ลักษณะด้านการใช้งาน
- 3 ลักษณะด้านการบำรุงรักษา
- 4 ด้านความเหมาะสมการนำไปใช้งาน

ตอนที่ 4 เป็นคำถามแบบปลายเปิด สำหรับผู้ตอบประเมินแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม และให้ข้อเสนอต่าง ๆ

การตรวจสอบแบบประเมิน ดำเนินการดังนี้

1. นำแบบประเมินเสนอต่อกรรมการผู้ควบคุมปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
2. ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ไปยัง สถาบัน

เทคโนโลยีปทุมวัน เมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2543

3. นำหนังสือและแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง สำหรับผู้เชี่ยวชาญ 3 คน คือ

3.1 อาจารย์สนอง สุเมธะ คอม. บริหารอาชีวศึกษา รักษาการรองอธิการสถาบัน

เทคโนโลยีปทุมวัน ถ.พระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

3.2 อาจารย์ ดร. ศุภพร เสวตพงษ์ Ph D. in Education หัวหน้างานวิจัย
สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

3.3 อาจารย์ ธวัชชัย อัครวิบูลย์กุล คอม. บริหารอาชีวศึกษา อาจารย์ 3 ระดับ 9
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำด้วยตนเอง ดังนี้

4.1 ขอนหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ไปยังหน่วยงานที่
เกี่ยวข้อง หนังสือออกวันที่ 15 มีนาคม 2543

4.2 นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย และแบบประเมินสมรรถนะของชุดบริการสารทำ
ความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ไปหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ด้วยตนเอง ในวันที่ 15-16 มีนาคม
2543

4.3 แนะนำส่วนประกอบ และการใช้งานก่อนผู้เชี่ยวชาญทดสอบ ดังนี้

สถานที่สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ถ. พระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ ในวันที่
17 มีนาคม 2543 เวลา 8.00 – 12.00 น.

คณาจารย์สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน 2 คน

คณาจารย์วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี 2 คน

วันที่ 17 มีนาคม 2543 เวลา 13.00 – 20.00 น.

คณาจารย์วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง 2 คน

ผู้เชี่ยวชาญ ร้าน ซี ซี เอ็นจิเนียริง 1 คน

บริษัท สยามไคกันเซลล์ จำกัด 1 คน

สถานที่ บริษัท สิทธิมอเดอร์ เทคคิง ถนนประชาราษฎร์ สาย 1 บางโพ เขตดุสิต
กรุงเทพ ในวันที่ 18 มีนาคม 2543 เวลา 8.00 – 11.00 น.

ผู้เชี่ยวชาญ บริษัท สิทธิมอเดอร์ เทคคิง 1 คน

วันที่ 18 มีนาคม 2543 เวลา 13.00 – 16.00 น.

ผู้เชี่ยวชาญ บริษัท เซน แอ็ควีส จำกัด 1 คน

สถานที่วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชราม ถ.เอกชัย แขวงบางบอน เขตบางขุนเทียน
กรุงเทพฯ ในวันที่ 20 มีนาคม 2543 เวลา 9.00 – 12.00 น.

คณาจารย์วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชราม 2 คน

วันที่ 20 มีนาคม 2543 เวลา 13.00 – 16.00 น.

ผู้เชี่ยวชาญ บริษัท แคร์ เรียร์ จำกัด สาขาบางบอนเซอร์วิส 1 คน

สถานที่วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร เขตป้อมปราบ วันที่ 21 มีนาคม 2543 เวลา 9.00 – 12.00 น.

คณาจารย์วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร 2 คน

สถานที่สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ ฯ วันที่ 21 มีนาคม 2543 เวลา 14.00 – 17.00 น.

บริษัท พีพีที เอ็นจิเนียร์ จำกัด 1 คน

4.4 เมื่อทดสอบแล้ว ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นลงในแบบประเมินสมรรถนะ เพื่อนำผลการประเมินไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบทดสอบและประเมินผลมาดำเนินการวิเคราะห์หาสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

1. รวบรวมคะแนน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ด้านงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เกี่ยวกับชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ลักษณะกายภาพ ลักษณะการใช้งาน ลักษณะการบำรุงรักษา ลักษณะความเหมาะสมการนำไปใช้งาน

2. นำคะแนนที่ได้มาคำนวณ

2.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ	$\bar{x}$	คือ	ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	คือ	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	คือ	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

3. กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูล เป็นค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	แปลความ
4.50 - 5.00	ดีมาก
3.50 - 4.49	ดี
2.50 - 3.49	พอใช้
1.50 - 2.49	ต้องปรับปรุง
1.00 - 1.49	ใช้ไม่ได้

การนำเสนอผลงานวิเคราะห์ข้อมูล จัดกระทำ 2 แบบ ดังนี้

1. เสนอเป็นการบรรยายเกี่ยวกับสมรรถนะทั้ง 4 ด้าน ของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ตารางแปลความหมาย เกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

2. ข้อมูลจากคำถามปลายเปิดแสดงความคิดเห็นอิสระผู้วิจัยนำคำตอบและข้อเสนอแนะมารวบรวมเรียงลำดับ เสนอเป็นข้อจากข้อที่มีความถี่ของผู้ตอบมากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุดตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง ตามขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง ออกแบบส่วนต่าง ๆ ของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ขั้นตอนที่ 2 สร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ สร้างเครื่องมือแบบประเมินและทดลองชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมระบบนิวเมติกส์ ขั้นตอนที่ 3 ประเมินสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ผู้วิจัยดำเนินการเสร็จทั้ง 3 ขั้นตอนแล้วได้นำ ข้อมูลการประเมินสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ในขั้นตอนที่ 3 มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

การประเมินสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์นี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สมรรถนะ 4 ด้าน ดังนี้คือ ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะการใช้งาน ลักษณะการบำรุงรักษาและความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ทั้ง 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

ตาราง 1 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{X}$	SD	แปลความ
1.1 ขนาดของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์	4.37	0.5	ดี
1.2 การออกแบบโครงสร้างมีความแข็งแรง	4.12	0.5	ดี
1.3 ความเหมาะสมในการจัดวางอุปกรณ์	4.43	0.62	ดี
1.4 สะดวกในการจัดเก็บ	4.5	0.51	ดีมาก
1.5 ความปลอดภัยขณะใช้งาน	4.68	0.48	ดีมาก
รวม	4.42	0.52	ดี

จากตาราง 1 สามารถวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของชุดบริการสารทำความเย็นควบคู่กัน โดยระบบนิวเมติกส์ ตามรายละเอียดดังนี้

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยเหล่านั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย เพื่อเป็นตัว แทนของลักษณะทางกายภาพ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าลักษณะทางกายภาพทั่วไปอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{x} = 4.42$) และค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อจากค่ามากที่สุดไปยังค่าน้อยที่สุดคือ

ความปลอดภัยในการใช้งาน ข้อมูลจากตารางแสดงว่าในขณะที่ทำงานนั้นมีความปลอดภัย สูงอยู่ในระดับดีมาก มีค่ามากที่สุด คือมีค่า ($\bar{x} = 4.68$)

สะดวกในการจัดเก็บ ข้อมูลจากตาราง แสดงว่าการจัดเก็บชุดสารทำความเย็นควบคู่กันโดย ระบบนิวเมติกส์สะดวกอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{x} = 4.50$)

ความเหมาะสมในการจัดวางอุปกรณ์ ข้อมูลจากตารางแสดงว่าในการจัดวางอุปกรณ์มีความ เหมาะสม อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{x} = 4.43$)

ขนาดของชุดบริการสารทำความเย็นควบคู่กันโดยระบบนิวเมติกส์กระทัดรัด สวยงาม ข้อมูลจากตารางแสดงว่าขนาดของชุดบริการสารทำความเย็นควบคู่กันโดยระบบนิวเมติกส์กระทัดรัด สวยงาม อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{x} = 4.37$)

การออกแบบโครงสร้างมีความแข็งแรง ข้อมูลจากตารางแสดงว่า การออกแบบโครงสร้าง มีความแข็งแรง อยู่ในระดับดี มีค่าน้อยที่สุด คือมีค่า ($\bar{x} = 4.12$)

ตาราง 2 การวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของชุดบริการสารทำความเย็นควบคู่กัน โดยระบบนิวเมติกส์

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{x}$	SD	แปลความ
2.1 การทำสัญญาภายในขณะใช้งาน	4.56	0.51	ดีมาก
2.2 ความรวดเร็วในการใช้งาน	4.43	0.51	ดี
2.3 การตรวจสอบการรั่วในระบบ	4.31	0.6	ดี
2.4 สามารถบริการสารทำความเย็นได้ตามขั้นตอน	4.37	0.5	ดี
2.5 ประหยัดเวลาในการทำงาน	4.25	0.68	ดี
รวม	4.38	0.56	ดี

จากตาราง 2 สามารถวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของชุดบริการสารทำความเย็นควบคู่กัน โดยระบบนิวเมติกส์ ตามรายละเอียดดังนี้

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยเหล่านั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย เพื่อเป็นตัวแทนลักษณะการใช้งาน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ลักษณะการใช้งานอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{x} = 4.38$) และค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อจากค่ามากที่สุดไปยังค่าน้อยที่สุด คือ

การทำสัญญาภายในขณะใช้งาน ข้อมูลจากตารางแสดงว่า การทำสัญญาภายในขณะใช้งานได้แน่นอนอยู่ในระดับดีมาก มีค่ามากที่สุด คือมีค่า ($\bar{x} = 4.56$)

ความรวดเร็วในการใช้งาน ข้อมูลจากตารางแสดงว่าชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ในการใช้งานได้รวดเร็วอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{x} = 4.43$)

สามารถบริการสารทำความเย็นได้ ตามขั้นตอน ข้อมูลจากตารางแสดงว่าสารทำความเย็นสามารถทำตามขั้นตอน อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{x} = 4.37$)

การตรวจสอบการรั่วในระบบ ข้อมูลจากตารางแสดงว่าการตรวจสอบการรั่วในระบบอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{x} = 4.31$)

ประหยัดเวลาในการทำงาน ข้อมูลจากตารางแสดงว่าประหยัดเวลาในการทำงาน อยู่ในระดับดี มีค่าน้อยที่สุด คือมีค่า ($\bar{x} = 4.25$)

ตาราง 3 การวิเคราะห์ลักษณะการบำรุงรักษาของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{x}$	SD	แปลความ
3.1 การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงานทำได้เหมาะสม	4.00	0.52	ดี
3.2 วาล์วนิวเมติกส์สามารถนำมาซ่อมแซมได้	4.31	0.7	ดี
3.3 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ทำหาได้ง่าย	4.62	0.62	ดีมาก
3.4 ชุดควบคุมไฟฟ้าชำรุดสามารถซ่อมแซมได้	4.87	0.35	ดีมาก
3.5 การบำรุงรักษาเครื่องทำสัญญาอากาศได้	4.25	0.45	ดี
รวม	4.41	0.53	ดี

จากตาราง 3 สามารถวิเคราะห์ลักษณะการบำรุงรักษาของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ตามรายละเอียดดังนี้

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยเหล่านั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยรวม เพื่อเป็นตัวแทนของลักษณะการบำรุงรักษาจึงสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะการบำรุงรักษาอยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{x} = 4.41$) และค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อจากค่ามากที่สุดไปยังค่าน้อยที่สุด คือ

ชุดควบคุมไฟฟ้าชำรุดสามารถซ่อมแซมได้ ข้อมูลจากตารางแสดงว่าชุดควบคุมไฟฟ้าเกิดชำรุดสามารถซ่อมแซมได้ง่ายอยู่ในระดับดีมาก มีค่ามากที่สุด ก็คือค่า ($\bar{x} = 4.87$)

อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ทำงานได้ง่าย ข้อมูลจากตารางแสดงว่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ทำงานมีอยู่ทั่วไปหาซื้อง่าย อยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{x} = 4.62$)

วาล์วนิวเมติกส์สามารถนำมาซ่อมแซมได้ ข้อมูลจากตาราง แสดงว่าวาล์วนิวเมติกส์สามารถนำมาซ่อมแซมได้ อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{x} = 4.31$)

การบำรุงรักษาเครื่องทำสูญญากาศได้ ข้อมูลจากตารางแสดงว่า การบำรุงรักษา เครื่องทำสูญญากาศได้ อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{x} = 4.25$)

การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติทำได้เหมาะสม ข้อมูลจากตารางแสดงว่า การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงานทำได้เหมาะสม อยู่ในระดับดี มีค่าน้อยที่สุด มีค่าน้อยที่สุด คือมีค่า ($\bar{x} = 4.00$)

ตาราง 4 การวิเคราะห์ลักษณะความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ตามรายละเอียดดังนี้

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{x}$	SD	แปลความ
4.1 ความสิ้นเปลืองของสารทำความเย็นลดลง	4.31	0.79	ดี
4.2 การเคลื่อนย้ายไปปฏิบัติงานในที่ต่าง ๆ ได้	4.37	0.81	ดี
4.3 สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกนักศึกษา	4.56	0.62	ดีมาก
4.4 สามารถนำไปใช้ในวงการอุตสาหกรรมได้	4.37	0.72	ดี
4.5 ทำงานได้ครบถ้วนและถูกต้องตามวัตถุประสงค์	4.81	0.4	ดีมาก
รวม	4.48	0.67	ดี

จากตาราง 4 สามารถวิเคราะห์ลักษณะความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ตามรายละเอียด ดังนี้

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยเหล่านั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยรวม เพื่อเป็นตัวแทนของลักษณะความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมตริก จึงสามารถสรุปได้ว่าความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานอยู่ในระดับดี คือค่า ($\bar{x} = 4.48$) และค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อจากค่ามากที่สุดไปยังค่าน้อยที่สุด คือ

ทำงานได้ครบถ้วน และถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า ทำงานได้ครบถ้วนและถูกต้องตามวัตถุประสงค์อยู่ในระดับดีมากที่สุด คือมีค่า ($\bar{x} = 4.81$)

สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกนักศึกษา ข้อมูลจากตารางแสดงว่า สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกนักศึกษาอยู่ในระดับดีมาก คือมีค่า ($\bar{x} = 4.56$)

การเคลื่อนย้ายไปปฏิบัติงานในที่ต่าง ๆ ได้ ข้อมูลจากตารางแสดงว่า การเคลื่อนย้ายไปปฏิบัติงานในที่ต่าง ๆ ได้ อยู่ในระดับดี คือมีค่า ($\bar{x} = 4.37$)

สามารถนำไปใช้ในวงการอุตสาหกรรมได้ ข้อมูลจากตารางแสดงว่า สามารถนำไปใช้ในวงการอุตสาหกรรมได้ อยู่ในระดับดีคือมีค่า ($\bar{x} = 4.37$)

ความสิ้นเปลืองของสารทำความเย็นลดลง ข้อมูลจากตาราง แสดงว่า ความสิ้นเปลืองของสารทำความเย็นลดลง อยู่ในระดับดีคือมีค่า มีค่าน้อยที่สุด ($\bar{x} = 4.31$)

หลังจากทราบผลการวิเคราะห์สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ทั้ง 4 ด้าน แล้ว ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ สมรรถนะทั้ง 4 ด้าน รวมเข้าด้วยกันแล้ว หาค่าเฉลี่ยดังนี้

ตาราง 5 การวิเคราะห์สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

รายละเอียดสมรรถนะ	$\bar{x}$	SD	แปลความ
5.1 ลักษณะทางกายภาพ	4.42	0.52	ดี
5.2 ลักษณะการใช้งาน	4.38	0.56	ดี
5.3 ลักษณะการบำรุงรักษา	4.41	0.53	ดี
5.4 ลักษณะความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน	4.48	0.67	ดี
รวม	4.42	0.55	ดี

จากตาราง 5 สามารถวิเคราะห์สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ได้ดังนี้

ผลรวมค่าเฉลี่ย สมรรถนะชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ มีจำนวนสมรรถนะทั้งหมด 4 ด้าน รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ ($\bar{x} = 4.42$) และในแต่ละด้านจะมีค่าเฉลี่ยจากค่าที่มากที่สุด ไปยังค่าน้อยที่สุด ดังนี้ ลักษณะความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งานค่า

เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ ($\bar{x} = 4.48$) ลักษณะทางกายภาพค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x} = 4.42$) ลักษณะการบำรุงรักษามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x} = 4.41$) ลักษณะการใช้งานมีค่าน้อยที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x} = 4.38$) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปได้ว่า สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ อยู่ในระดับดี ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับข้อมูลจากคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระเกี่ยวกับสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ผู้วิจัยได้นำคำตอบและข้อเสนอแนะมารวบรวมและเรียงลำดับเป็นรายชื่อ จากข้อที่มีผู้เชี่ยวชาญตอบมากที่สุดไปจนถึงข้อที่มีผู้เชี่ยวชาญตอบน้อยที่สุด ดังนี้

ตาราง 6 จัดลำดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 16 ท่าน ที่มีต่อสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

ลำดับความคิดเห็น	จำนวนผู้แสดงความคิดเห็น
1. ควรมีการปรับปรุงในเรื่องของเวลาควรใช้เป็นดิจิทัลรอนในการจับเวลาตรวจเร็ว	2
2. ตัวเครื่องเหมาะสมกับการใช้งานประเภทตู้ทำความเย็น เครื่องปรับอากาศรถยนต์ แต่ไม่เหมาะกับเครื่องปรับอากาศที่อยู่ในที่สอ และพื้นที่ใช้งานที่จำกัด	2
3. ขนาดของตัวเครื่องมีความกะทัดรัด สามารถเคลื่อนย้ายสะดวก และสามารถใช้งานได้อย่างดี สามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่างในตัวเครื่องเดียวเหมาะสำหรับเป็นชุดฝึกสอนหรือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม	2
4. ความสะดวกในการใช้งานดีมาก แต่ควรปรับปรุงในเรื่องของโครงสร้างให้มีความแข็งแรงมากขึ้น	2
5. การใช้กับงานปรับอากาศรถยนต์ ควรมีอุปกรณ์ป้องกันระหว่างตัวเครื่องกับตัวถังรถยนต์	1
6. การติดตั้งหลอดสัญญาณ บนแผงหน้าปัทม์ควรจับยึดกับแผ่นวงจรก่อน แล้วจึงนำมาติดที่บอร์ดหน้าปัทม์	1

ตาราง 6 (ต่อ)

ลำดับความคิดเห็น	จำนวนผู้แสดงความคิดเห็น
7. การปรับตั้งระบบควรติดตั้งให้สามารถทำงานได้สะดวก	1
8. ลูกล้อยของชุดบริการสารทำความเย็นทั้งชุดควรมีระบบห้ามลูก ล้อป้องกัน	1
9. การนำน้ำยาออกจากระบบควรปรับปรุงให้ดีขึ้น	1
10. วงจรควบคุมการบริการสารทำความเย็น ที่ควบคุมการปิดเปิด วาล์วนิวเมติกส์ ควรนำมาติดตั้งบนหน้าปัด จะสะดวกใน การตั้งความดันที่ต้องการได้	1
11. เห็นควรจัดประชาสัมพันธ์ คุณลักษณะและคุณภาพและเผยแพร่ตามวิทยาลัยเทคนิคต่าง ๆ ด้วย	1

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเกี่ยวกับการสร้าง ชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ และทดสอบเพื่อประเมินสมรรถนะ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญงานทำความเย็นและปรับอากาศ จากสถานประกอบการ จำนวน 6 คน และคณาจารย์วิทยาลัยเทคนิค สังกัดกรมอาชีวศึกษา จำนวน 10 คน รวมทั้งหมด 16 คน เป็นผู้ประเมินสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

จุดมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์
2. เพื่อทดสอบและประเมินสมรรถนะ ของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้ได้ชุดบริการสารทำความเย็นที่ทำงานต่อเนื่องจากการทำสูญญากาศ การตรวจสอบรอยรั่ว การบริการหรือเติมสารทำความเย็น ประหยัดเวลาและลดการสิ้นเปลืองของสารทำความเย็น

สมมุติฐานของการวิจัย

สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์อยู่ในระดับดี

การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 คือ ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง ออกแบบส่วนต่าง ๆ ของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ขั้นตอนที่ 2 สร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ สร้างเครื่องมือ แบบประเมินและทดสอบชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ขั้นตอนที่ 3 ประเมินสมรรถนะของชุด บริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ซึ่งการประเมินสมรรถนะ 4 ด้าน ดังนี้ ด้านทางกายภาพ ด้านลักษณะการใช้งาน ด้านการบำรุงรักษา และด้านลักษณะความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยมานำเสนอเป็นหัวข้อเพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้

1. ชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยการทำสูญญากาศ การตรวจสอบรอยรั่ว การบริการหรือเติมสารทำความเย็น ประหยัดเวลา และลดการสิ้นเปลืองของสารทำความเย็น

2. เครื่องบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ มีสมรรถนะสูงทั้งทางลักษณะความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะการบำรุงรักษา และลักษณะการใช้งาน

อภิปรายผล

จากสมมุติฐานการวิจัยที่ได้ตั้งไว้ ปรากฏผลการวิจัยที่ได้มาคือ สมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์อยู่ในระดับดี เป็นผลการประเมินรวมของสมรรถนะทั้ง 4 ด้าน คือลักษณะทางกายภาพ ลักษณะการใช้งาน ลักษณะการบำรุงรักษา ลักษณะความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ แต่ผู้วิจัยเห็นว่า ถ้าวิเคราะห์รายละเอียดในสมรรถนะเป็นหัวข้อย่อยจะพบว่า สมรรถนะทางกายภาพในข้อ 1.2 ด้านการออกแบบโครงสร้าง มีความแข็งแรง นั้น จะต้องปรับปรุง เนื่องจากใช้วัสดุที่มีความหนาไม่เพียงพอ และในข้อ 1.3 ความเหมาะสมในการจัดวางอุปกรณ์ ของตัวควบคุมความดันของสารทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศแล้ว จะทำให้การตั้งความดันที่ตัวควบคุมความดันลำบาก ต้องปรับปรุงได้โดยการนำตัวควบคุมความดัน มาติดตั้งบนหน้าปัทม์จึงจะเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การวิจัยนี้สมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะบางสิ่ง บางอย่าง เพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ ๆ เกี่ยวกับงานวิจัยนี้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอนาคต ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ปรับปรุง โครงสร้างของผนังตู้ของเครื่องให้มีความแข็งแรงขึ้น โดยเพิ่มความหนาของผนังตู้ให้มากขึ้น

1.2 การปรับปรุงชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้น ควรปรับปรุง การติดตั้งอุปกรณ์ตัวควบคุมความดันของสารทำความเย็น อยู่ที่หน้าปัทม์เพื่อสะดวกในการปรับความดัน ตามที่ต้องการได้รวดเร็วขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาวิจัยการสร้างชุดบริการสารทำความเย็น โดยการใช้สวิตช์ความดันที่แบบอิเล็กทรอนิกส์ มาควบคุม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมอาชีวศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540.

กานดา พูนลาภทวี. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2530.

ฉัตรแก้ว ฮาตระกูล. การสร้างชุดวิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่อง การอ่านแบบภาพประกอบ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2530. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2532. อัดสำเนา.

ชูชัย บุญญา. การสร้างชุดการสอนวิชาตกแต่งผิวสำเร็จ เรื่อง การชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา พ.ศ. 2538. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2531. อัดสำเนา.

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. เทคโนโลยีการศึกษาทฤษฎีและการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร : สำนักโอเดียนสโตร์, 2533.

ชำนาญ บุญคุ้ม. “การสร้างชุดการสอนวิชาเทคโนโลยีพลาสติก เรื่อง การขึ้นรูปด้วยความร้อน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ. 2527. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2532. อัดสำเนา.

บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. มอเตอร์ไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2522.

บันลือ พฤษะวัน. หลักสูตรกับการบูรณาการทางการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2531.

ปกาสิต ภัทรรังษี. การสร้างชุดฝึกสถานการณ์จำลองปัญหา ระบบปรับอากาศในรถยนต์. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536. อัดสำเนา.

ประกาศิต ดันตือลงการ. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535. อัดสำเนา.

ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สิมทรัพย์สมบูรณ์. นิเวศน์อุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : บริษัทศึกษาพร จำกัด, 2531.

มนูญ ชื่นชม. นิวเมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2533.

ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการวัดอุตสาหกรรมและการควบคุมระบบ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536. อัดสำเนา.

ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การออกแบบระบบไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด, 2530.

ลัดดา สุขปรีดี. เทคโนโลยีทางการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2523.

ศรศักดิ์ ลัทธிகุล. การสร้างชุดการสอนวิชาตกแต่งผิวสำเร็จ เรื่อง การชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา พ.ศ. 2528. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2531. อัดสำเนา.

ศุภชัย สุรินทร์วงศ์. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2535.

สนอง อิ่มอม. เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศรถยนต์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์อมรินทร์ พรินติ้ง กรุ๊ป, 2532.

สมศักดิ์ สโมทยกุล. เครื่องปรับอากาศรถยนต์. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2531.

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. การสอนทักษะภาคปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.

สุนันท์ สังข์อ่อน. สื่อการสอนและนวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2526.

สุวัฒน์ มุทธเมธา. การเรียนการสอนปัจจุบัน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2523.

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. เทคโนโลยีทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.

อุดมศักดิ์ ธีญญักษ์. การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้งแบบใช้คันโยก. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.

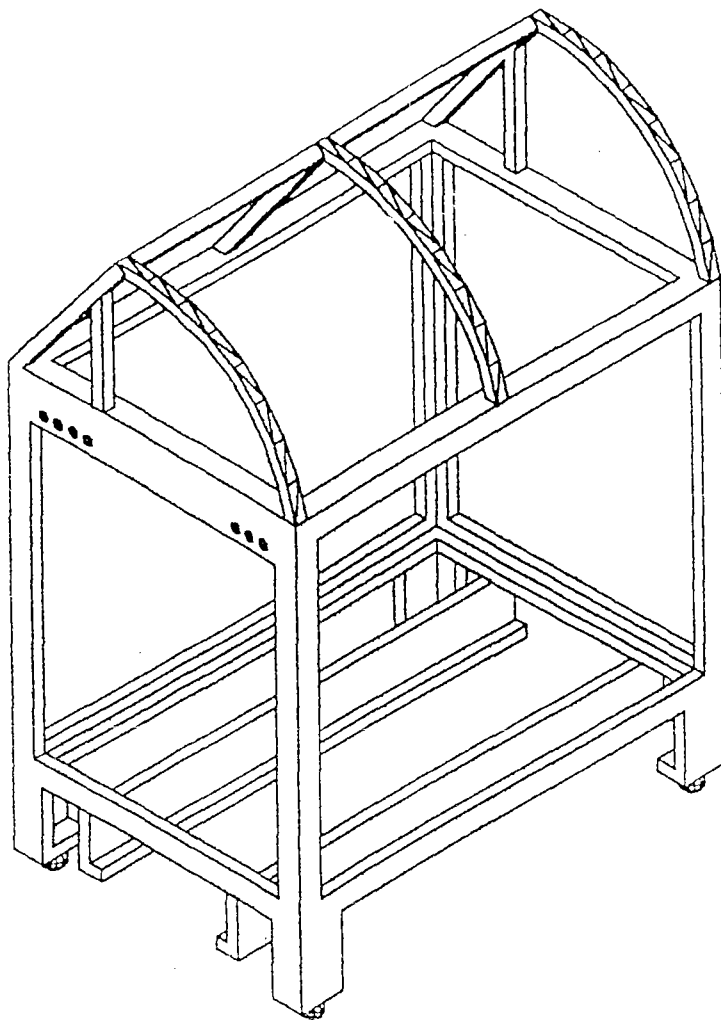
William H., Analin Donald L. Automotive Air Conditioning. New York : McGraw-Hill, 1977.

Andrew D. Turnquist, Carl H., Bracciano. Alfred F., Modern Refrigeration and Air Condition. Illinois : Coodheart Willcox Company. Inc., 1968.

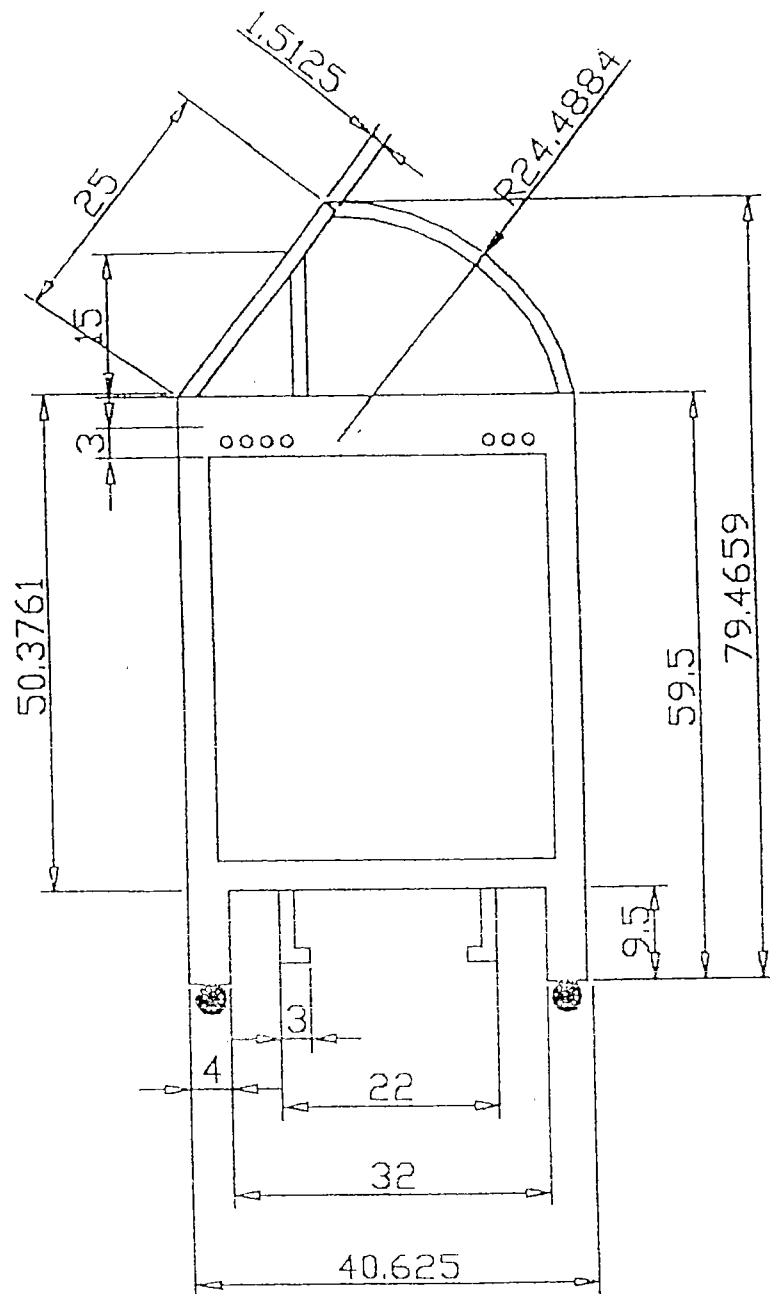
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

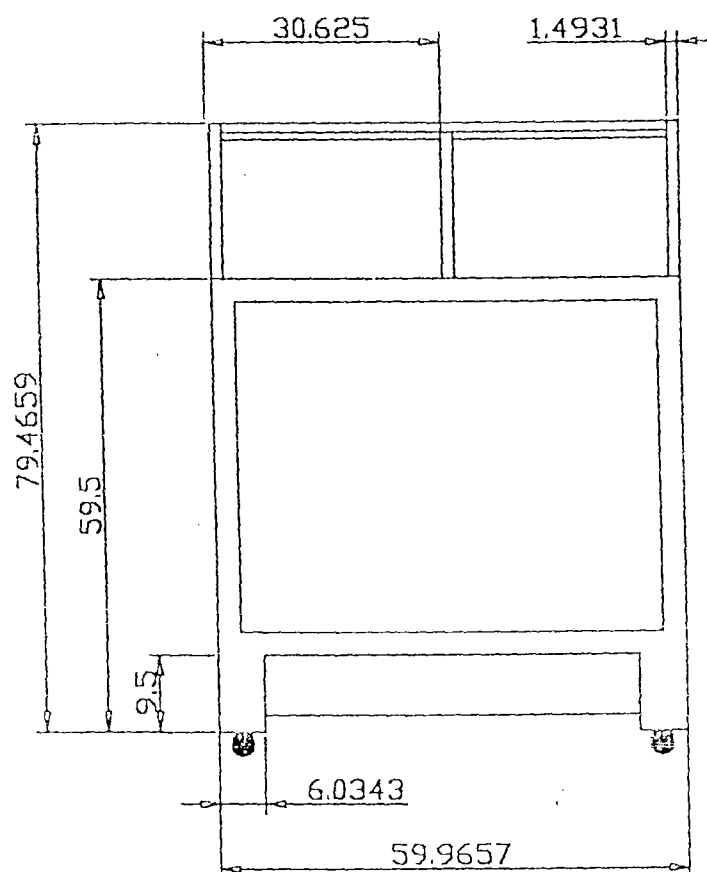
ส่วนประกอบของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์



การออกแบบโครงสร้างภายนอก



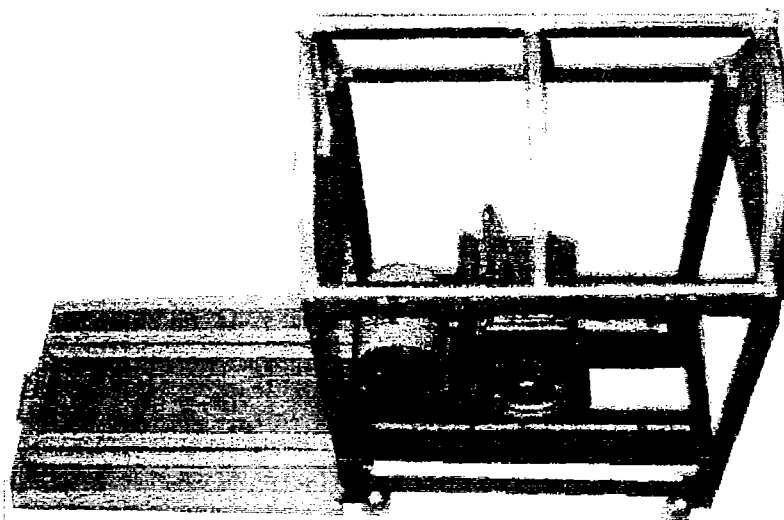
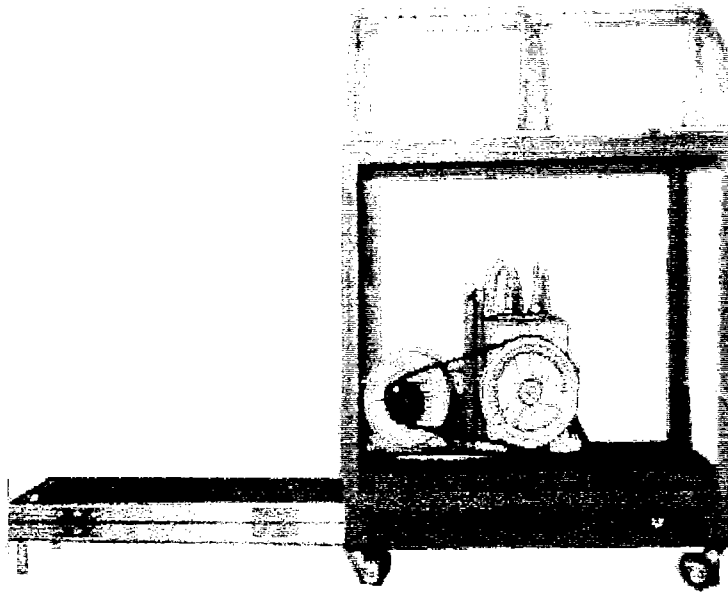
ขนาดโครงสร้าง



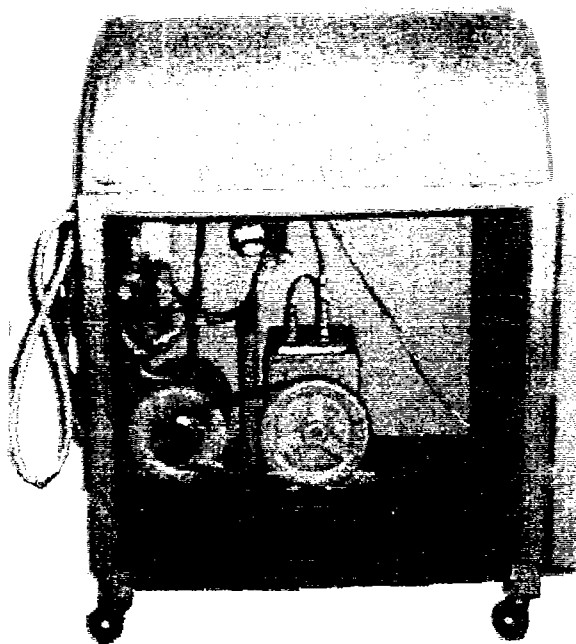
ขนาดโครงสร้าง

รายการราคาของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

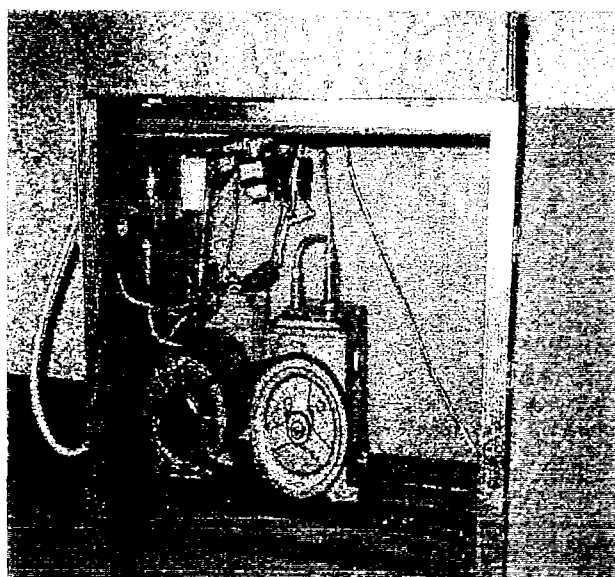
ลำดับที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	จำนวน	ราคา (บาท)
1	เหล็กฉาก 1.5 นิ้ว	6 m	1	120
2	เหล็กฉาก 1 นิ้ว	6 m	1	90
3	เหล็กแบน 1 นิ้ว	1 m	1	80
4	อลูมิเนียมกลวงกลม 1 cm	6 m	1	50
5	อลูมิเนียมฉาก 0.5 นิ้ว	6 m	1	80
6	อลูมิเนียมฉาก 1.5 นิ้ว	6 m	1	100
7	แผ่นพลาสติกสี 2 m.m	60×50 cm	2	324
8	แผ่นพลาสติกสี 2 m.m	50×40 cm	2	220
9	แผ่นพลาสติกสี 2 m.m	60×30 cm	1	120
10	แผ่นพลาสติกสี 1 m.m	60×50 cm	1	120
11	ล้อยางกลม	2 นิ้ว	4	70
12	เกจวัดแรงดันด้านต่ำ	-	1	250
13	เกจวัดแรงดันด้านสูง	-	1	250
14	หุ้จับประคุด	4 นิ้ว	3	90
15	โซลินอยด์วาล์ว 5/3	-	1	5700
16	โซลินอยด์วาล์ว 2/2	-	2	2000
17	เพรสเซอร์สวิทช์	-	2	7500
18	เครื่องทำสูญญากาศ	-	1	3800
19	ท่อทองแดง 2 หุน	4 m	1	100
20	หม้อแปลง 500 mA	9 V	1	47
21	หม้อแปลง 1 A	12 V	1	85
22	รีเลย์	9 V	3	120
23	รีเลย์	12 V	2	220
24	รีเลย์	220 V	3	360
25	ฐานรองรีเลย์	-	5	275
26	ตัวตั้งเวลา (Timer)	220 V	2	400
27	วงจรกำเนิดเสียง	9 V	1	60
28	อื่น ๆ			3000
รวม				25631



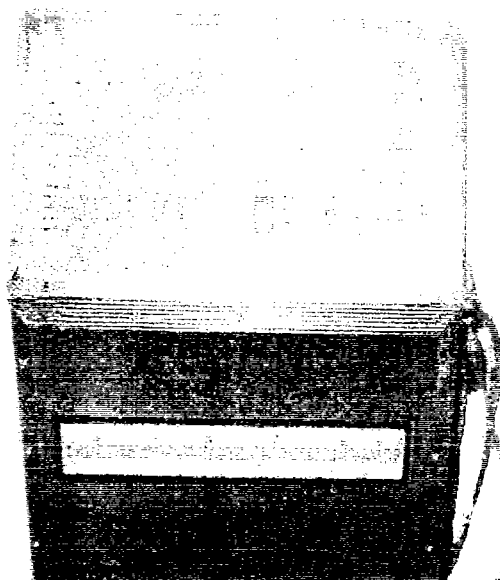
การติดตั้งเครื่องทำสุญญากาศและถาดวางถังสารทำความเย็น



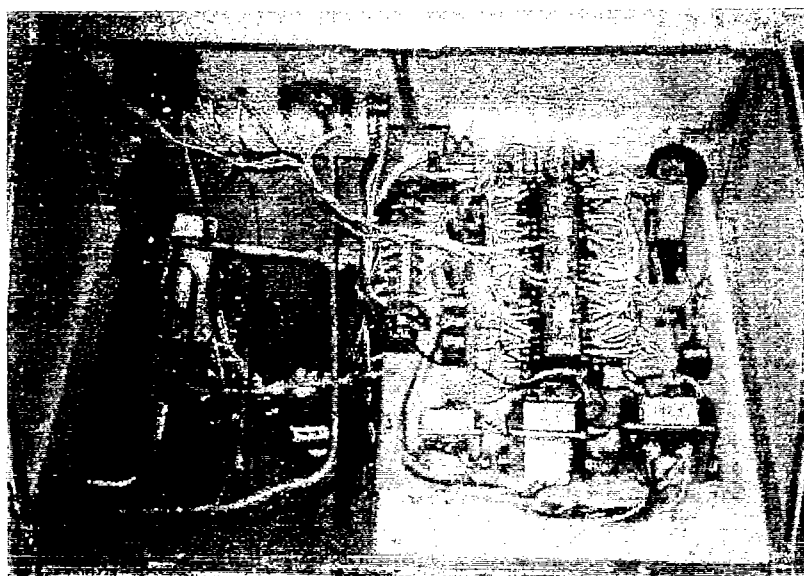
การแสดงตำแหน่งการติดตั้งทำสุญญากาศภายในด้านหลัง



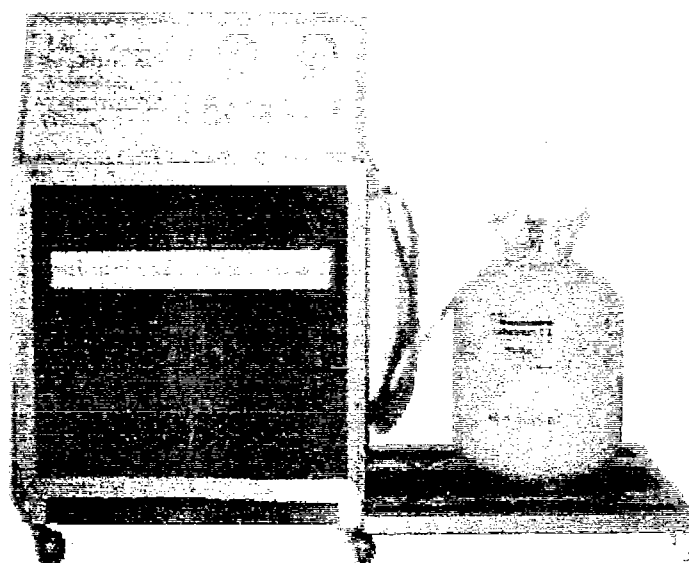
การแสดงการติดตั้งวาล์วนิวเมติกส์ 5/3 และ 2/2



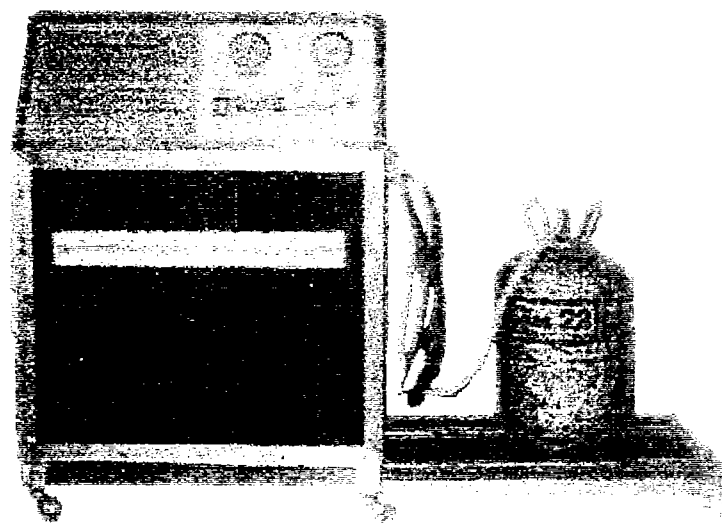
การแสดงด้านหน้าปิดของการทำงาน



การแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ



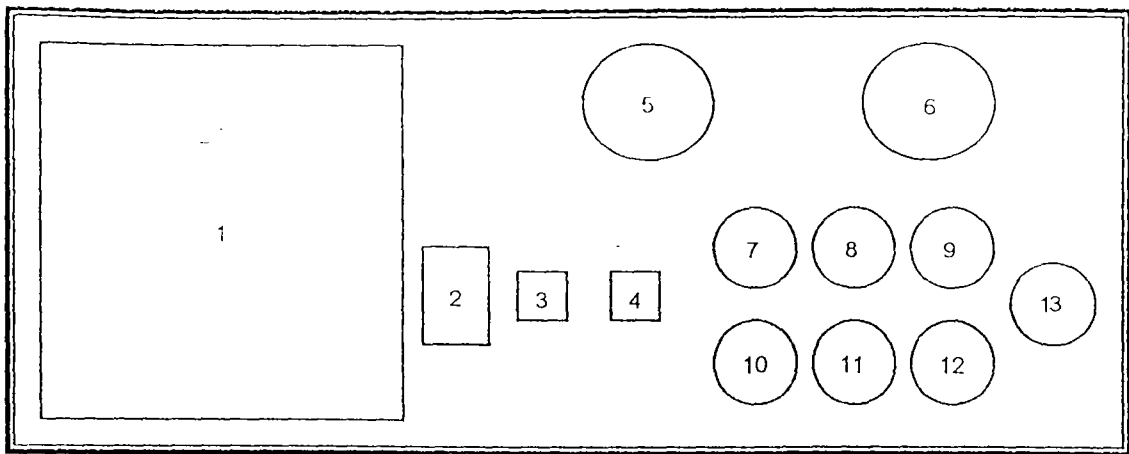
แสดงการวางถังสารทำความเย็น (p-12) บนถาด



แสดงการวางถังสารทำความเย็น (p-22) บนถาด

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้ชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์



- | | |
|------------|---|
| หมายเลข 1 | คือ คำอธิบายการใช้เครื่อง |
| หมายเลข 2 | คือ สวิตช์เปิดเครื่อง |
| หมายเลข 3 | คือ สวิตช์ 1 (ทำสัญญาณจากระบบ) |
| หมายเลข 4 | คือ สวิตช์ 2 (เติมน้ำยาเข้าระบบ) |
| หมายเลข 5 | คือ เกจทางด้านแรงต่ำ |
| หมายเลข 6 | คือ เกจทางด้านแรงสูง |
| หมายเลข 7 | คือ หลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่องทำสุญญากาศ |
| หมายเลข 8 | คือ หลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของวาล์ว 2/2 |
| หมายเลข 9 | คือ หลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของวาล์ว 5/3 |
| หมายเลข 10 | คือ หลอดไฟแสดงสถานะเวลาในการตรวจรั่วภายในระบบ |
| หมายเลข 11 | คือ หลอดไฟแสดงระบบเกิดรั่ว |
| หมายเลข 12 | คือ หลอดไฟแสดงให้เปิดเครื่องปรับอากาศ |
| หมายเลข 13 | คือ หลอดไฟแสดงสถานะเสร็จการทำงาน |

รูป บอกตำแหน่งอุปกรณ์หน้าปัดของชุดบริการสารทำความเย็น

คู่มือการใช้ชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

1. ต่อสายด้านความดันต่ำจากตัวเครื่องเข้าวาล์วบริการทางด้าน S และต่อสายด้านความดันสูงเข้าทางด้าน D ของคอมเพรสเซอร์
2. ต่อสาย Input Refrigerant ของตัวเครื่องเข้ากับถังน้ำยาแอร์ ถ้าจะเติมน้ำมันคอมเพรสเซอร์ก็ต่อสาย OIL เข้ากับน้ำมันคอมเพรสเซอร์
3. เปิดสวิตช์ POWER หลอดไฟแสดงการทำงานของวงจรควบคุมจะติด
4. กดสวิตช์ 1 เครื่องทำสุญญากาศก็จะทำงานมีสัญญาณไฟ (VACUUM) จะสว่าง และวาล์ว 2/2 จะเปิด สัญญาณไฟแสดง (VALVE 1) จะสว่าง แสดงว่าระบบอยู่ในช่วงทำสุญญากาศ เมื่อทำสุญญากาศเสร็จเครื่องก็จะทำการตรวจรั่วในระบบโดยอัตโนมัติ
5. ถ้าเกิดการรั่วภายในระบบ จะมีเสียงสัญญาณเตือน หลอดแสดง (ระบบว่าเกิดการรั่ว) จะสว่างขึ้น ต้องปิดสวิตช์ POWER เพื่อทำการตรวจหารอยรั่วในระบบ
6. ภายหลังจากระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจเช็คระบบถ้าระบบไม่มีการรั่ว หลอดไฟที่หน้าปัดเครื่อง (เดินเครื่องปรับอากาศ) จะสว่าง เพื่อเตือนให้เปิดเครื่องปรับอากาศ
7. กดสวิตช์ 2 เพื่อเป็นการเติมน้ำยา สัญญาณไฟ (VALVE 2) จะสว่าง น้ำยาจะไหลเข้าในระบบ เมื่อน้ำยาเต็มในระบบ หลอดไฟ (END) จะสว่าง เพื่อบอกว่าเสร็จสิ้นการเติมน้ำยา

รายละเอียดในขั้นตอนต่าง ๆ

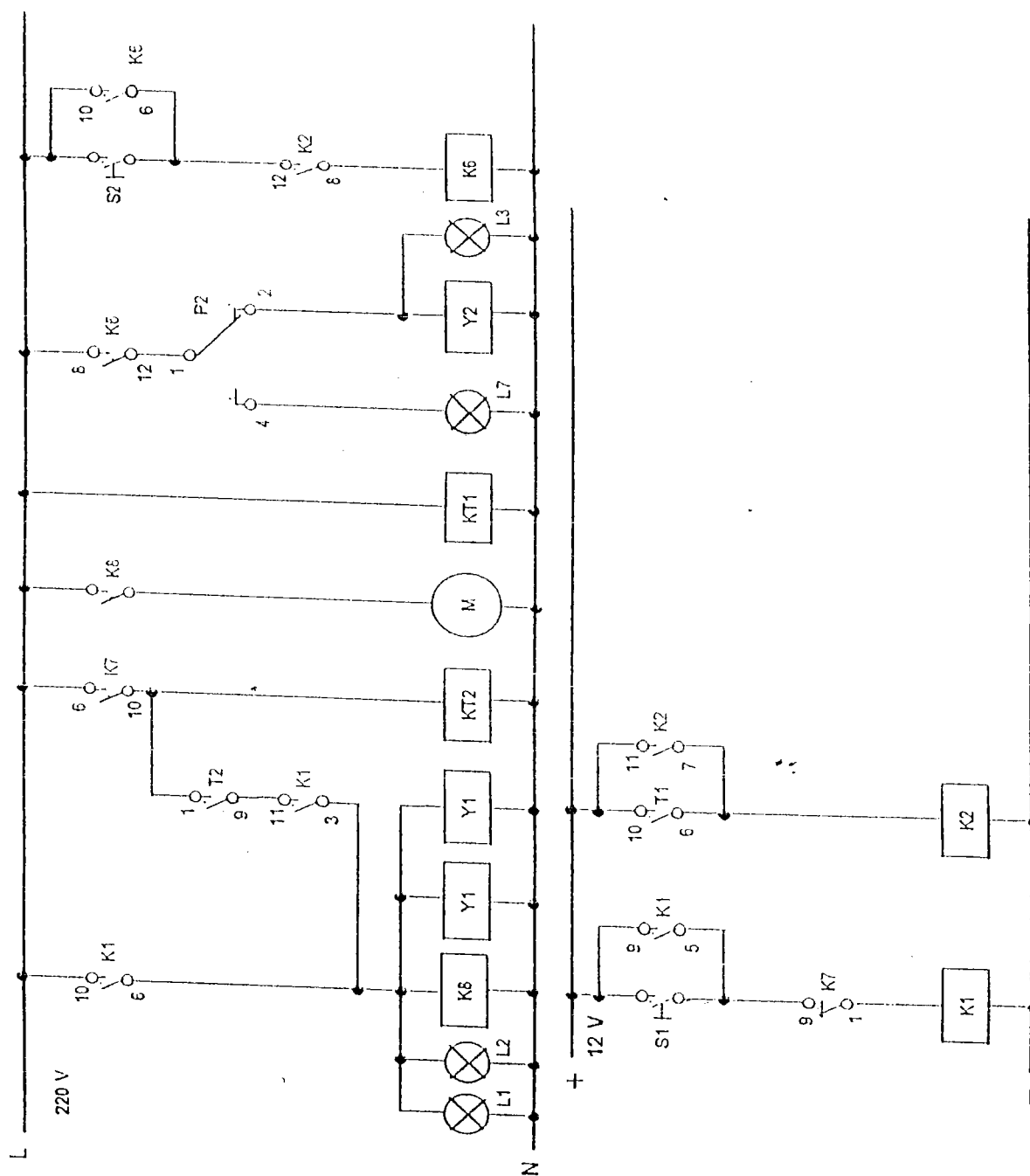
ขั้นตอนการทำสุญญากาศ

- เมื่อกดสวิทช์ 1 วงจรควบคุมก็จะสั่งให้เครื่องทำสุญญากาศทำงาน และวาล์ว 2/2 ทั้งสองตัวก็จะเปิด เพื่อเครื่องทำสุญญากาศดูดอากาศออกผ่านทางวาล์ว จะมีเพรสเชอร์สวิทช์ตัวที่ 1 ตั้งค่าไว้ที่ 29.92 นิ้วปรอท เมื่อทำสุญญากาศระบบถึง 29.92 นิ้วปรอท จะมี Timer 1 ตั้งเวลาเพื่อทำสุญญากาศต่ออีก 25 นาที แล้วจึงหยุดการทำงานสุญญากาศ ต่อจากนั้น Timer 2 จะทำการตรวจรอยรั่วอีก 15 นาที ถ้าระบบรั่วเพรสเชอร์สวิทช์ 1 ที่ตั้งค่าไว้ที่ 29.92 นิ้วปรอท ก็จะเพิ่มขึ้นก็ทำให้สัญญาณเตือนดังว่าระบบมีการรั่วเกิดขึ้น

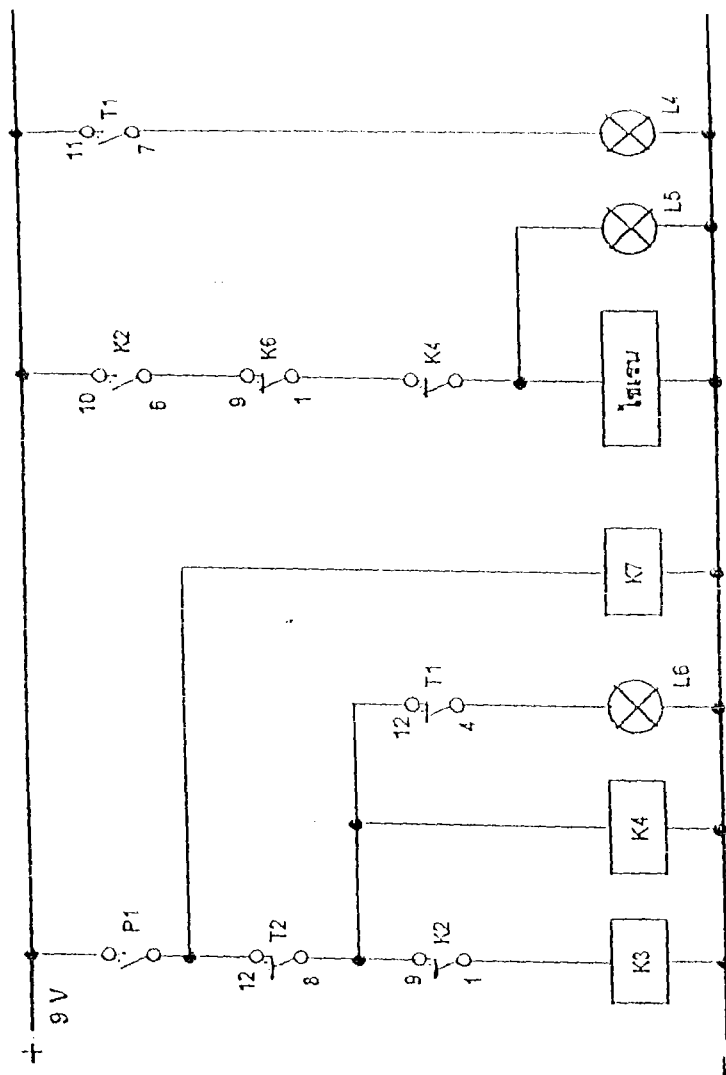
แต่ถ้าไม่มีการรั่วเกิดขึ้นไฟก็จะแสดงว่าให้เดินเครื่องปรับอากาศ

ขั้นตอนการเติมน้ำยา

- เมื่อกดสวิทช์ 2 วงจรควบคุมสั่งให้วาล์ว 5/3 เปิด น้ำยา ก็จะไหลผ่านวาล์วนี้ จะมีเพรสเชอร์สวิทช์ตัวที่ 2 ตั้งค่าพิกัดของน้ำยาที่เติมเข้าในระบบจะมีค่าที่ปอนด์/ตารางนิ้ว ถ้าถึงพิกัดวาล์วที่เปิดเพื่อเติมน้ำยาก็จะปิด ในระหว่างที่เดินเครื่องปรับอากาศระดับน้ำยาที่เติมเข้าไปก็จะลดลง วาล์ว 5/3 ก็จะเปิดอีกครั้ง จะเป็นอย่างนี้ไปจนกว่าน้ำยาที่เติมเข้าไปในระบบจะเต็มพิกัดของระบบนั้นจริง ๆ วาล์วก็จะปิด สัญญาณไฟก็จะแสดงว่าเสร็จในการเติมน้ำยา



วงจรควบคุมไฟฟ้าในชุดปฏิบัติการสำหรับทำความเป็นระบบควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์



K1	คือ คอยล์รีเลย์ตัวที่ 1	KT1	คือ คอยล์ไทม์เรลตัวที่ 1	L1	คือ หลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่องทำอุณหภูมิอากาศ
K2	คือ คอยล์รีเลย์ตัวที่ 2	KT2	คือ คอยล์ไทม์เรลตัวที่ 2	L2	คือ หลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของวาล์ว 2/2
K3	คือ คอยล์รีเลย์ตัวที่ 3	Y1	คือ คอยล์วาล์ว 2/2	L3	คือ หลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของวาล์ว 5/3
K4	คือ คอยล์รีเลย์ตัวที่ 4	Y2	คือ คอยล์วาล์ว 5/3	L4	คือ หลอดไฟแสดงสถานะวาล์วในการตรวจรั่วภายในระบบ
K5	คือ คอยล์รีเลย์ตัวที่ 5	M	คือ มอเตอร์เครื่องทำอุณหภูมิอากาศ	L5	คือ หลอดไฟแสดงระบบเบ็ดตัว
K6	คือ คอยล์รีเลย์ตัวที่ 6	P1	คือ เพรสเซอร์รีเลย์ตัวที่ 1	L6	คือ หลอดไฟแสดงให้เปิดเครื่องปรับอากาศ
K7	คือ คอยล์รีเลย์ตัวที่ 7	P2	คือ เพรสเซอร์รีเลย์ตัวที่ 2	L7	คือ หลอดไฟแสดงสถานะเข้าจากทำงาน
K8	คือ คอยล์รีเลย์ตัวที่ 8				

วงจรควบคุมไฟฟ้าในชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุม โดยระบบนิวเมติกส์

ภาคผนวก ก
แบบประเมินสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น
ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

แบบประเมิน

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบทดสอบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เกี่ยวกับสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้ แบ่งออกเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศเกี่ยวกับสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์
จำนวน 20 ข้อ

- | | | |
|--------------------------------|---|-----|
| 1. ลักษณะกายภาพ | 5 | ข้อ |
| 2. ลักษณะการใช้งาน | 5 | ข้อ |
| 3. ลักษณะการบำรุงรักษา | 5 | ข้อ |
| 4. ลักษณะความเหมาะสมการนำไปใช้ | 5 | ข้อ |

ตอนที่ 1 จุดประสงค์ของแบบประเมิน

แบบประเมินชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ด้านงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ เกี่ยวกับสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ดังนั้น แบบประเมินนี้ จึงมีสาระครอบคลุมสมรรถนะด้านต่าง ๆ ของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ 4 ด้าน ดังนี้

1. ลักษณะกายภาพ
2. ลักษณะการใช้งาน
3. ลักษณะการบำรุงรักษา
4. ลักษณะความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

กรุณาเขียนเครื่องหมาย / (ถูก) ลงในกรอบ [] หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง และ/หรือเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่าง

1. เพศ

[] ชาย

[] หญิง

2. อายุ.....ปี

3. ระดับการศึกษา

[] ต่ำกว่าปริญญาตรี

[] ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า

[] ปริญญาโท หรือเทียบเท่า

[] อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

4. ประสบการณ์ด้านงานทำความเย็นและปรับอากาศ.....ปี

5. ตำแหน่งหน้าที่ในหน่วยงาน

.....

 อื่น ๆ (โปรดระบุ)

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานเครื่องทำความเย็น และปรับอากาศ ใน
 การทดสอบและประเมินสมรรถนะของชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. แบบประเมินในตอนที่ 3 นี้ มีทั้งหมด 20 ข้อ

2. โปรดเขียนเครื่องหมาย / (ถูก) ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามความคิดเห็นของท่าน หลังจากทดสอบใช้ชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

3. ค่าระดับคะแนนกำหนดไว้ดังนี้

5	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับดีเยี่ยม
4	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับดี
3	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับพอใช้
2	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
1	หมายถึง	ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

ข้อ ที่	รายละเอียดหัวข้อ	ระดับการประเมิน				
		ดี มาก	ดี	พอ ใช้	ต้อง ปรับปรุง	ให้ ไม่ได้
		5	4	3	2	1
1	ลักษณะทางกายภาพ					
1.1	ขนาดของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุม โดยระบบนิวเมติกส์ กะทัดรัด สวยงาม	.....	.....	.....	.....	.....
1.2	การออกแบบโครงสร้างมีความแข็งแรง	.....	.....	.....	.....	.....
1.3	ความเหมาะสมในการจัดวางอุปกรณ์	.....	.....	.....	.....	.....
1.4	สะดวกในการจัดเก็บ	.....	.....	.....	.....	.....
1.5	ความปลอดภัยในขณะที่ใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
2	ลักษณะการใช้งาน					
2.1	การทำสัญญาณภายในขณะใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
2.2	ความรวดเร็วของการทำงาน	.....	.....	.....	.....	.....
2.3	การตรวจสอบการรั่วในระบบ	.....	.....	.....	.....	.....
2.4	สามารถบริการสารทำความเย็นได้ตามขั้น ตอน	.....	.....	.....	.....	.....
2.5	ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน	.....	.....	.....	.....	.....
3	ลักษณะการบำรุงรักษา					
3.1	การบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติงานทำได้ เหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
3.2	วาล์วนิวเมติกส์สามารถนำมาซ่อมแซมได้	.....	.....	.....	.....	.....
3.3	อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ทำหาได้ง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
3.4	ชุดควบคุมไฟฟ้าชำรุดสามารถซ่อมแซมได้	.....	.....	.....	.....	.....
3.5	การบำรุงรักษาเครื่องนำสัญญาณได้	.....	.....	.....	.....	.....
4	ลักษณะความเหมาะสมการนำไปใช้งาน					
4.1	ความสิ้นเปลืองของสารทำความเย็นลดลง	.....	.....	.....	.....	.....
4.2	การเคลื่อนย้ายไปปฏิบัติงานในที่ต่าง ๆ ได้	.....	.....	.....	.....	.....
4.3	สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกนัก ศึกษา	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อ ที่	รายละเอียดหัวข้อ	ระดับการประเมิน				
		ดี มาก	ดี	พอ ใช้	ต้อง ปรับปรุง	ใช้ ไม่ได้
		5	4	3	2	1
4.4	สามารถนำไปใช้ในการอุตสาหกรรมได้	.....	....	.....	.....	.....
4.5	ทำงานได้ครบถ้วนและถูกต้องตามวัตถุประสงค์	.....	....	.....	.....	.....

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

[illegible]

ภาคผนวก ง
หนังสือขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

ที่ ทม 1012/ ๐ ๕๗๐



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๗ มีนาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายปริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารสนเทศความยั่งยืนควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันทรกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.สุสิทธิ์ เสวตพงษ์ อาจารย์สนอง สุเมธะ และ อาจารย์ธวัชชัย อัครวิบูลย์กุล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินการสร้างชุดบริการสารสนเทศความยั่งยืนควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายปริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/๕ มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้จัดการฝ่ายบริการ บริษัท สยามไคกันเซลล์ จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายบริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารสนเทศความยั่งยืนควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันทรกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตให้ นายภิรมย์ พุ่มพวง เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบชุดบริการสารสนเทศความยั่งยืนควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ และประเมินผลการทดสอบดังกล่าวด้วย ในระหว่างเดือนมีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายบริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ ๐๔๕3



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/5 มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการ บริษัท ลิทิมอเตอร์ เทรตติ้ง จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายบริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารสนเทศความมั่นคงปลอดภัยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุบลวิทย์ สุวคันทรกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตให้ นายพิชิต มากอัน เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบชุดบริการสารสนเทศความมั่นคงปลอดภัยระบบนิวเมติกส์ และประเมินผลการทดสอบดังกล่าวด้วย ในระหว่างเดือน มีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายบริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119



ที่ ทม 1012/ 0953

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/5 มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการ บริษัท เซนแอ็ควான்ซ์ จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายบริบูรณ์ เจียมรัชติรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารสนเทศความยั่งยืนควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุบวิทย์ สุวคันธกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตให้ นายสมศักดิ์ สุวรรณสกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบชุดบริการสารสนเทศความยั่งยืนควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ และประเมินผลการทดสอบดังกล่าวด้วย ในระหว่างเดือนมีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายบริบูรณ์ เจียมรัชติรัตน์ ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

15 มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการร้าน ซี.ซี. เอ็นจิเนียริง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายบริบูรณ์ เจียมชติรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารสนเทศเป็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวทันกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตให้ นายฉัตรชัย เรืองไทย เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบชุดบริการสารสนเทศเป็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ และประเมินผลการทดสอบดังกล่าวด้วย ในระหว่างเดือน มีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายบริบูรณ์ เจียมชติรัตน์ ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/๐๙๕3



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/๕ มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน กรรมการผู้จัดการ บริษัท พีพีที เอ็นจีเนียร์ จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายบริบูรณ์ เจียมรัชตรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารสนเทศเป็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุวิทย์ สุวคันธกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตให้ นายวรพงษ์ รัตนสุวรรณ เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบชุดบริการสารสนเทศเป็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ และประเมินผลการทดสอบดังกล่าวด้วย ในระหว่างเดือนมีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายบริบูรณ์ เจียมรัชตรัตน์ ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119



ที่ ทม 1012/ 0954

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

15 มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้จัดการ บริษัท แคร่เรียร์ จำกัด สาขาบางบอนเซอร์วิส

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายบริบูรณ์ เจริญชิตรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุบวิทย์ สุวคันธกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตให้ นายพีระ ผกาศรี เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ และประเมินผลการทดสอบดังกล่าวด้วย ในระหว่างเดือน มีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายบริบูรณ์ เจริญชิตรัตน์ ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/0๕5๑



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/5 มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน อธิการสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายบริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารสนเทศความยั่งยืนควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุบวิทย์ สุวคันธกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตให้ อาจารย์อุทัย มั่นวงศ์ และ อาจารย์ประกอบ วิเศษสุทธิชัย เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบชุดบริการสารสนเทศความยั่งยืนควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ และประเมินผลการทดสอบดังกล่าวด้วย ในระหว่างเดือนมีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายบริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119



ที่ ทม 1012/ ๐๔๕๑

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/๕ มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายบริบูรณ์ เจียมรัชติรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารสนเทศเป็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุบวิทย์ สุวทันกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตให้ อาจารย์ทวีศักดิ์ มัลย์วิจิตร และอาจารย์ดิเรก นาครักษ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบชุดบริการสารสนเทศเป็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ และประเมินผลการทดสอบดังกล่าวด้วย ในระหว่างเดือนมีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายบริบูรณ์ เจียมรัชติรัตน์ ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/๐๔๕๔



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

15 มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายปริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารสนเทศความยั่งยืนควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุบวิทย์ สุวทันกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตให้ อาจารย์ประเสริฐ ปรึกษาพิช และ อาจารย์อรรถพล สังขวาสิ เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบชุดบริการสารสนเทศความยั่งยืนควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ และประเมินผลการทดสอบดังกล่าวด้วย ในระหว่างเดือนมีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายปริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/0555



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/5 มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายบริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุวิทย์ สุวคันธกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตให้ อาจารย์ธวัชชัย ภัทรนวัติ และอาจารย์กฤษณะ สุภารมย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ และประเมินผลการทดสอบ ดังกล่าวด้วย ในระหว่างเดือนมีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายบริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119



ที่ ทม 1012/ 0๙๕๕

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๕ มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายบริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสร้างชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์" โดยมี อาจารย์ ดร.คทา ชื่นตา และ อาจารย์ ดร.อุบวิทย์ สุวคันทรกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตให้ อาจารย์วรกร ชยุติกุล และ อาจารย์พินิจศักดิ์ สุขสาธู เป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบชุดบริการสารทำความเย็นควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ และประเมินผลการทดสอบดังกล่าวด้วย ในระหว่างเดือนมีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นายบริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์ ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5646

โทรสาร. 258-4119

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายบริบูรณ์ เจริญโชติรัตน์
 เกิดวันที่ 28 เดือนกุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2492
 สถานที่เกิด อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 59/15 หมู่ 4 เสนานิเวศน์ 1 ซ. 117/2
 ถ. พหลโยธิน 32 ต. จระเข้บัว
 เขตลาดพร้าว จ. กรุงเทพมหานคร 10230
 ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 7
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ถ. พระราม 1
 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน
 จ. กรุงเทพมหานคร 10330

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2507 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนอัมพวา “อัมพวันวิทยาลัย”
 อำเภออัมพวา จ. สมุทรสงคราม
 พ.ศ. 2510 ปวช. ช่างไฟฟ้ากำลัง จากวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
 พ.ศ. 2514 ปม.วส. ช่างไฟฟ้ากำลัง จากวิทยาลัยครูอาชีวศึกษา
 วิทยาเขตเทเวศน์ ถ. สามเสน จ. กรุงเทพมหานคร
 พ.ศ. 2524 กศ.บ. ฝึกสอนจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒบางเขน
 ถ. แจ้งวัฒนะ เขตบางเขน จ. กรุงเทพมหานคร
 พ.ศ. 2543 กศ.ม. อุดสาหกรรมศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร จ. กรุงเทพมหานคร

การสร้างชุดบริการสารสนเทศความเข้ม ควบคุมโดยระบบนิเวศน์

บทคัดย่อ

ของ

บริบูรณ์ เจียมโชติรัตน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2543

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1. เพื่อสร้างชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ 2. เพื่อทดสอบและประเมินสมรรถนะ ของชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของเครื่อง ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญงานทำความเย็นและปรับอากาศในสถานประกอบการ เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 6 คน และอาจารย์ผู้สอนเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศในวิทยาลัยเทคนิค เขตกรุงเทพมหานคร 10 คน จาก 5 สถานศึกษา

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงบรรยาย ประกอบด้วยค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่ออภิปรายความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ชุดบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยการทำสูญญากาศ การตรวจสอบรอยรั่ว การบริการหรือเติมสารทำความเย็น ประหยัดเวลา และลดความสิ้นเปลืองของสารทำความเย็น

2. เครื่องบริการสารทำความเย็น ควบคุมโดยระบบนิวเมติกส์ มีสมรรถนะสูงทั้งทางลักษณะความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะการบำรุงรักษา และลักษณะการใช้งาน

A CONSTRUCTION OF REFRIGERANT SERVICE
CONTROL BY PNEUMATICS SYSTEM

AN ABSTRACT
BY
BORIBOON JEAMCHOTIRAT

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Industrial Educational
At Srinakharinwirot University
May 2000

This study was experimental research of method to construction of refrigerant service control by pneumatics system. the objectives of study were to : 1) A construction of refrigerant service control by pneumatics system, 2) Determines the competencies of a refrigerant service control by pneumatics system.

The sample group of study were the 6 expertise from industrial implements, and the 10 instructors of refrigeration and air condition subject in 5 Technical Colleges of Central Bangkok.

The statistical treatment of study were describe the attitude scores of expertise in competencies of refrigerant service control by pneumatics system.

The finding indicated that :

1. the refrigerant service control by pneumatics system could be continuing operated in vacuum, leaking test and refrigerant charge system
2. there were high competencies of the refrigerant service control by pneumatics system in terms of the fitness operation characteristic, physical characteristic, maintenance characteristic, and operational characteristic respectively.